



UNIVERSITAT JAUME I

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES

EXPERIMENTALS

GRAU EN ENGINYERIA EN TECNOLOGIES INDUSTRIALS

***PROJECTE D'UNA INSTAL·LACIÓ SOLAR
FOTOVOLTAICA D'AUTOCONSUM DE 600kW A
VILANOVA DE LA BARCA: ANÀLISI DE LA SEUA
VIABILITAT TÈCNICA, ECONÒMICA I
AMBIENTAL.***

TREBALL FI DE GRAU

AUTORA

Maria Parra Mena

DIRECTOR

Héctor Beltrán San Segundo

Castelló, Setembre de 2023

*Per estar sempre al meu costat,
i confiar en mi en tot moment,
dedique aquest projecte
a la meua família.*

Agraïments

M'agradaria expressar el meu més sincer agraïment a totes les persones i institucions que han sigut fonamentals en l'èxit d'aquest Treball de Fi de Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials. Aquest projecte no seria possible sense el suport de les següents persones:

En primer lloc i en propietat, els dec gran part d'aquest treball i carrera universitària a la meua família. Als meus pares, Jose D. Parra i M^a. Elena Mena, i a la meua germana, Judit Parra, gràcies per la vostra paciència, esforç, suport, comprensió i alé al llarg d'aquest viatge d'aprenentatge.

Al meu tutor de TFG, Héctor Beltrán, li agraïsc la seua orientació professional i dedicació durant tot el procés. Els seus consells i el seu compromís ha fet realitat aquest projecte.

A tots els professors que he tingut durant la carrera, per transmetre'm els coneixements necessaris per a poder estar hui ací.

A totes les meues companyes i companys, que m'han donat suport moralment i m'han ajudat en les discussions tècniques que he necessitat: Rubén, Iris, Mati, Yasi, Angela, Inma, Dani, Nacho, Santi, Davids, Moha i Jónathan. Gràcies per les hores compartides, per eixes vesprades infinites fent treballs i per resoldre tots els problemes que ens han sorgit, ajudant-nos entre tots.

A tots els compis de voleibol de la UJI, han sigut molt importants en la meua etapa universitària, sobretot durant els primers anys.

A la empresa Indertec, lloc on he tingut la oportunitat de treballar en la meua estància en pràctiques, de la que he après moltíssim.

Moltes gràcies a tots!

Resum

L'objecte d'aquest Treball de Fi de Grau és projectar una instal·lació fotovoltaica connectada a la xarxa, tant a nivell de disseny de la instal·lació com d'anàlisi de la viabilitat econòmica, seguint en tot moment la última normativa regulativa, el Real Decret 244/2019 d'abril. La nau del client està situada en Vilanova de la Barca (Lleida), i es desitja principalment reduir el consum elèctric de la xarxa, reduint així l'import de la factura, a més de les emissions contaminants, obtenint així una imatge més ecològica, a nivell mediambiental, de la empresa.

Resumen

El objeto de este Trabajo de Fin de Grado es proyectar una instalación fotovoltaica conectada en la red, tanto a nivel de diseño de la instalación como de análisis de la viabilidad económica, siguiendo en todo momento la última normativa regulativa, el Real Decreto 244/2019 de abril. La nave del cliente está situada en Vilanova de la Barca (Lleida), y se desea principalmente reducir el consumo eléctrico de la red, reduciendo así el importe de la factura, además de las emisiones contaminantes, obteniendo así una imagen más ecológica, a nivel medioambiental, de la empresa.

Summary

The purpose of this Final Degree Project is to design a photovoltaic installation connected to the grid, both at the level of design of the installation and analysis of economic feasibility, always following the latest regulatory regulations, Royal Decree 244/2019. of April. The client's warehouse is in Vilanova de la Barca (Lleida), and the main objective is to reduce the electrical consumption of the network, thus reducing the amount of the bill, in addition to polluting emissions, thus obtaining a more ecological image, at the environmental, company.

ÍNDIX GENERAL DEL PROJECTE

| | |
|---------------------------------------|-----|
| DOCUMENT I - MEMÒRIA..... | 11 |
| DOCUMENT II - ANNEXES | 137 |
| DOCUMENT III - PLANS..... | 249 |
| DOCUMENT IV - PLEC DE CONDICIONS..... | 267 |
| DOCUMENT V - PRESSUPOST | 289 |

DOCUMENT I - MEMÒRIA

ÍNDEX MEMÒRIA

| | |
|--|-----------|
| 1. Introducció..... | 17 |
| 1.1. Objectius i abast del projecte..... | 17 |
| 1.2. Titulars del projecte | 17 |
| 2. Antecedents | 18 |
| 2.1. Energia i tecnologia fotovoltaica | 18 |
| 2.1.1. Principi de funcionament | 18 |
| 2.1.2. Conceptes importants sobre la radiació solar | 23 |
| 2.1.2.1. Concepte d’Hora Solar Pic (HSP) | 24 |
| 2.1.2.2. Conceptes sobre la geometria solar | 25 |
| 2.2. Tipus d’instal·lacions fotovoltaiques | 28 |
| 2.2.1. Instal·lació aïllada | 28 |
| 2.2.2. Instal·lació amb connexió a xarxa..... | 30 |
| 2.3. Mòduls fotovoltaics..... | 32 |
| 2.3.1. Corba I-V..... | 32 |
| 2.3.2. Díodes de protecció | 34 |
| 2.4. Situació nacional de la energia fotovoltaica..... | 38 |
| 2.4.1. Característiques principals del nou Reial Decret 244/2019 | 38 |
| 2.4.2. Avantatges que suposa en nou Reial Decret 244/2019..... | 40 |
| 3. Normativa i programes utilitzats | 42 |
| 3.1. Normativa..... | 42 |
| 3.2. Programes utilitzats..... | 45 |
| 4. Requisits de disseny | 46 |
| 4.1. Emplaçament de la instal·lació fotovoltaica..... | 46 |
| 4.2. Estudi del voltant..... | 49 |
| 4.3. Anàlisi del consum energètic..... | 51 |
| 4.4. Estudi de les ombres | 55 |

| | |
|--|-----------|
| 5. Configuració del generador fotovoltaic | 70 |
| 5.1. Plantejament de les possibles distribucions en cada zona | 70 |
| 5.2. Estudi de possibles distribucions dels panells fotovoltaics | 71 |
| 5.2.1. Anàlisi de l'energia generada dels panells fotovoltaics per a cada distribució plantejada | 75 |
| 5.3. Selecció final de la configuració del generador fotovoltaic..... | 77 |
| 6. Anàlisi d'alternatives tecnològiques | 79 |
| 6.1. Tipus de mòduls fotovoltaics..... | 79 |
| 6.1.1. Mòduls solars monocristal·lins i policristal·lins de silici | 79 |
| 6.1.2. Mòduls solars de capa fina | 81 |
| 6.1.3. Mòduls solars orgànics, bifacials i de perovskita..... | 81 |
| 6.2. Tipus d'inversors de potència..... | 83 |
| 6.2.1. Inversor centralitzat | 84 |
| 6.2.2. Inversor de cadena (String) | 85 |
| 6.2.3. Inversor multicadena (Multistring) | 86 |
| 6.2.4. Microinversors..... | 87 |
| 6.2.4. Inversors centrals amb optimitzadors de potència | 88 |
| 6.3. Selecció final de la configuració i justificació de la tecnologia a utilitzar | 89 |
| 7. Disseny i descripció de la proposta triada | 91 |
| 7.1. Descripció general | 91 |
| 7.2. Mòduls fotovoltaics..... | 91 |
| 7.3. Estructures de suport..... | 93 |
| 7.4. Inversors | 95 |
| 7.5. Edifici d'inversors i comptador | 98 |
| 7.6. Cablejat | 100 |
| 7.6.1. Cablejat de corrent continu..... | 101 |
| 7.6.2. Cablejat de corrent altern | 101 |
| 7.7. Canalitzacions..... | 102 |
| 7.7.1. Canalitzacions per a línies de corrent continua..... | 103 |
| 7.7.2. Canalitzacions per a línies de corrent altern | 103 |
| 7.8. Proteccions per a la instal·lació fotovoltaica | 104 |
| 7.8.1. Proteccions integrades en l'inversor | 105 |

| | |
|---|------------|
| 7.8.4. Protecció contra contactes directes | 105 |
| 7.8.5. Protecció contra contactes indirectes | 106 |
| 7.8.2. Protecció contra sobrecàrregues i curtcircuits | 107 |
| 7.8.3. Protecció contra sobretensions..... | 110 |
| 7.8.6. Posada a terra | 112 |
| 8. Impacte i balanç mediambiental | 115 |
| 9. Planificació i programa d'execució (Gantt)..... | 117 |
| 10. Producció energètica esperada | 118 |
| 11. Estudi de viabilitat econòmica | 120 |
| 11.1. Inversió..... | 120 |
| 11.2. Despeses | 121 |
| 11.3. Ingressos..... | 121 |
| 11.4. Evolució econòmica de la inversió | 123 |
| 11.5. Rendibilitat econòmica..... | 126 |
| 11.6. LCOE | 127 |
| 12. Conclusions | 129 |
| 13. Bibliografia i webgrafia | 130 |
| 14. Terminologia | 133 |

1. Introducció

1.1. Objectius i abast del projecte

Aquest projecte és per al Treball de Fi de Grau d'Enginyeria en Tecnologies Industrials, en la Universitat Jaume I de Castelló.




És un projecte tècnic que té com a objectiu recopilar i explicar tota la informació relacionada amb el disseny, dimensionament, planificació, viabilitat i construcció d'una instal·lació fotovoltaica de 600 kW en dos parcel·les diferents que s'explicaran més avant en el projecte. La instal·lació es connectarà a la xarxa elèctrica i presentarà les característiques tècniques i econòmiques necessàries per a la seua realització, seleccionant els diferents elements que la componen.

Els objectius generals de la instal·lació fotovoltaica són reduir els costos de la factura elèctrica del promotor, reduir les emissions contaminants, millorar la reputació i imatge del promotor, i afavorir la transició energètica cap a un model més ecològic, sostenible, de autogeneració i descarbonització.

Els objectius específics per a la realització de la instal·lació fotovoltaica inclou l'estudi del recurs solar disponible, l'estudi de la corba de càrrega de la planta industrial, la determinació de la orientació i inclinació òptima de les plaques, el disseny d'una instal·lació fiable i segura, i l'estudi econòmic per a determinar la viabilitat i rendibilitat del projecte.

Cal destacar que la part tècnica del projecte pot ser útil per a aconseguir objectius més amplis en relació amb la legalització i tramitació del projecte, ja que, aquest pot ser utilitzat per a altres propòsits. L'anàlisi i el procés de legalització involucrats en aquest estudi poden proporcionar informació d'utilitat per a obtindre permisos i llicències per a futurs projectes similars, com la implementació de la solució presentada en aquest projecte.

1.2. Titulars del projecte

-  Peticionari i promotor: (No es mostra per privacitat)
-  Domicili Social: Vilanova de la Barca
-  Autora del projecte: Maria Parra Mena

2. Antecedents

En aquest punt, l'objectiu és proporcionar context sobre el sector fotovoltaic, des dels seus inicis en el aprofitament de la energia solar mitjançant la tecnologia fotovoltaica, fins els conceptes més rellevants que la comprenen. A més, es descriurà el marc legal actual a nivell estatal en Espanya, incloent les disposicions legals recents i la seua rellevància en relació al projecte fotovoltaic que es pretén presentar en aquest document.

2.1. Energia i tecnologia fotovoltaica

La conversió directa de la energia solar en electricitat es coneix com energia fotovoltaica, i s'aconsegueix a través de dispositius coneguts com panells fotovoltaics. La radiació solar estimula els electrons de un semiconductor (cèl·lula fotovoltaica) incorporat en els panells solars, i converteixen la llum del sol directament en electricitat per el conegut efecte fotoelèctric, pel qual determinats materials són capaços d'absorbir fotons i alliberar electrons, generant una corrent elèctrica.

A diferència de les fonts d'energia convencionals com el carbó, el gas, el petroli o la energia nuclear, les reserves dels quals son limitades, la energia solar està disponible en tot el món i s'adapta als cicles naturals. Per aquesta raó, la energia solar es considera una font d'energia renovable, i és un element clau en la creació d'un sistema energètic sostenible que permet el desenvolupament actual sense comprometre el de les generacions futures.

2.1.1. Principi de funcionament

Com s'ha comentat anteriorment, el principi de funcionament és el fenomen físic del efecte fotovoltaic, que a continuació s'explicarà més detalladament com funciona.

En 1940, Russell Ohl va fer un descobriment sorprenent: al agregar impureses a certs cristalls, la conductivitat elèctrica del material variava quan s'exposaven a la llum. Aquesta troballa va donar al desenvolupament de les cèl·lules fotoelèctriques o solars. En 1947, William Shockley, Walter Brattain i John Barden, van crear el primer dispositiu semiconductor de germani (Ge), al que van anomenar "transistor", i que es va convertir en la base de la electrònica moderna [1].

Els semiconductors com el silici (Si), el germani (Ge) i el seleni (Se) tenen propietats que es situen entre els materials conductors i aïllants. Per tant, no es classifiquen com un o altre. No obstant, en certes condicions, aquests materials permeten que la corrent elèctrica fluisca en un sentit però no en el sentit oposat. Aquesta propietat s'aprofita per a rectificar corrent altern, detectar senyals de ràdio, amplificar senyals de corrent elèctrica i actuar com interruptors o comportes en la electrònica digital, entre altres aplicacions.

Tornant al funcionament de les plaques fotovoltaïques, aquestes estan fetes a base de cristalls de silici, i cada àtom d'aquest semiconductor té 4 electrons en la seua òrbita externa que comparteix amb els àtoms adjacents formant enllaços covalents. Aquesta configuració del silici (Figura 1) no cedeix ni accepta electrons per tindre la seua capa de valència completa, és per això que no permeten la circulació de la corrent elèctrica.

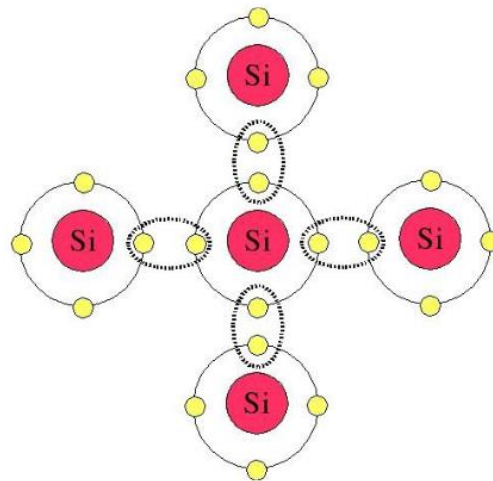


Figura 1. Semiconductor de silici. Font: [2].

Com s'ha comentat en el paràgraf anterior, un material semiconductor fet sols d'un sol tipus d'àtom, es denomina semiconductor intrínsec, aquest àtom no cedeix ni accepta electrons per tindre la seua capa de valència completa, és per això que no permet la circulació de la corrent elèctrica i funciona com a aïllant.

Per millorar les propietats d'aquests, se'ls sotmet a un procés de impurificació (també anomenat dopatge), aquest consisteix en introduir àtoms d'altre element amb el fi d'augmentar la seua conductivitat, i el semiconductor obtingut s'anomenarà semiconductor extrínsec. Segons la impuresa (anomenada dopant) es distingeixen dos tipus de semiconductors:

Per una part, si aquest àtom pur es dopa amb un àtom de 5 electrons de valència com el fòsfor (P), aquest s'incorporarà a la xarxa cristal·lina substituint un àtom de Si, aleshores aquest àtom tindrà quatre enllaços covalents i un electró lliure no enllaçat, formant-se així un material semiconductor tipus N, en el que hi ha un excés d'electrons lliures i, per tant, de

càrrega negativa. Aquests es poden moure lliurement perquè tenen suficient energia per fer-ho, i es mostren en la Figura 2.

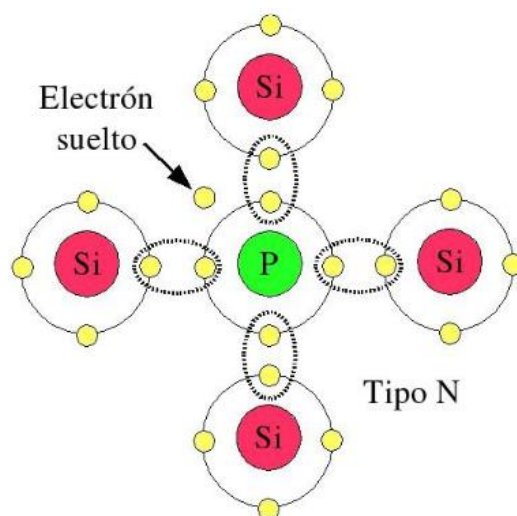


Figura 2. Configuració d'un àtom d'un material semiconductor tipus N. Font: [2].

Per l'altra part, si en comptes de dopar aquest àtom amb el fòsfor (P), es dopa amb el bor (B), que té 3 electrons de valència, aleshores es tindrà una xarxa amb àtoms units amb tres enllaços covalents i un buit que es trobarà a disposició d'acceptar un electró lliure, tal i com s'observa en la Figura 3. Formant-se d'aquesta manera un semiconductor tipus P.

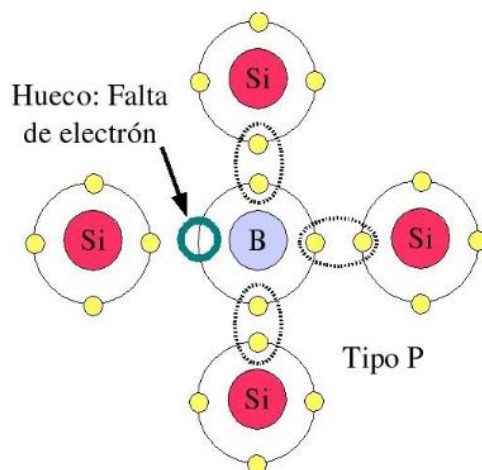


Figura 3. Configuració d'un àtom d'un material semiconductor tipus P. Font: [2].

En una làmina de cristalls de silici, els electrons estan units per unions covalents i no poden moure's lliurement. No obstant, al afegir les impureses comentades anteriorment, es creen electrons lliures que poden moure's quan tenen suficient energia, com quan són excitats per la llum. Per a dirigir aquest moviment d'electrons s'utilitza una unió P-N, que combina un

semiconductor tipo P i un tipo N. Al unir-se, els electrons migren a la regió P i es crea una zona d'esgotament on no hi ha electrons lliures ni buits. Aquesta zona crea un camp elèctric que impulsa els electrons i el buits fora de la zona d'esgotament, lo que crea una diferència de potencial entre els dos llocs. Quan es connecta una càrrega entre els dos llocs, els electrons flueixen a través de la càrrega i es recombinen amb els buits en la regió P, generant així corrent continu.

Una cèl·lula solar, en resum, està formada per un material semiconductor al que li sobren electrons (càrrega negativa, semiconductor del tipo N) i una altra part que li falten conductors (amb càrrega positiva o buits en els seus àtoms, semiconductor tipo P). Al unir-los i arribar la llum, els fotons de la llum cedeixen la seua energia als electrons del semiconductor N, movent-se aquests des de la par N a la part P pel circuit elèctric extern a la cèl·lula i generant així una corrent elèctrica.

L'efecte fotovoltaic explicat en aquest apartat es pot veure en la Figura 4.

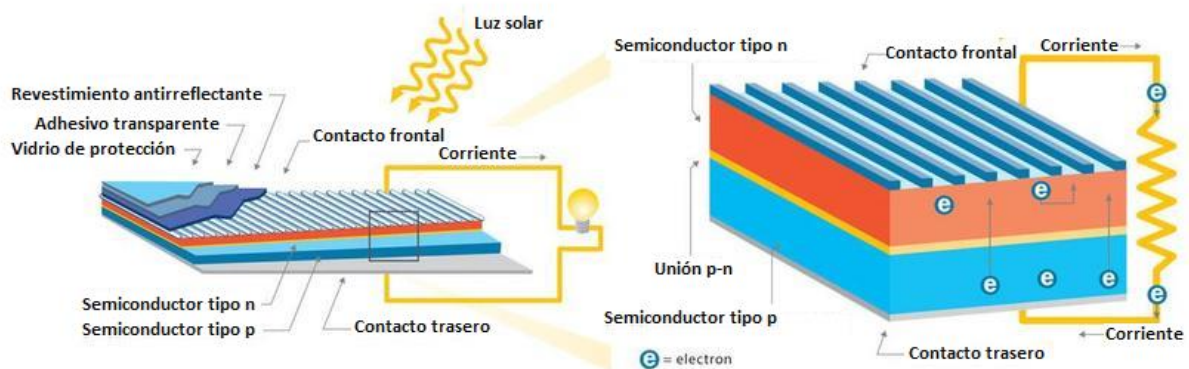


Figura 4. Efecte fotovoltaic que es produeix en les cel·les. Font: [3].

Barres col·lectores i dits de la cèl·lula fotovoltaica

Les cèl·lules solars de silici estan metal·litzades amb estretes tires de forma rectangular impreses en la part frontal i posterior d'aquestes, aquests contactes metàl·lics es denominen barres col·lectores (o "busbars" en anglès). Al mateix temps, els dits són tires més menudes que corren perpendicularment a les barres col·lectores, distribuint la energia per igual en tota la cèl·lula fotovoltaica, observar Figura 5.

Les barres col·lectores i dits solars són beneficiosos per a les plaques fotovoltaiques en varis aspectes. En primer lloc, augmenten la eficiència del panell al reduir les pèrdues d'energia degudes a l'ombregat, la resistència en sèrie i altres factors. Al distribuir uniformement la

corrent, els dits solars asseguren que cada cèl·lula solar del panell reba la mateixa quantitat de llum solar, lo que resulta en una òptima conversió d'energia.

En segon lloc, aquests dos components estan fets de materials d'alta qualitat que ofereixen una major durabilitat que els sistemes de cables convencionals. Açò es tradueix en una major fiabilitat a llarg termini de les plaques fotovoltaïques, ja que aquests elements són menys propensos a la corrosió, trencament i altres danys.

En tercer lloc, la utilització d'aquestes dos parts poden ajudar a reduir el cost total de la energia solar. Al reduir les pèrdues d'energia i augmentar la eficiència del panell, les empreses poden estalviar diners en les seues factures d'energia i reduir la seua petjada de carboni.

Per últim, aquests dos components ofereixen una major flexibilitat en el disseny dels panells, permetent als fabricants crear panells més lleugers, compactes i estèticament més agradables. Aquesta característica és especialment útil en instal·lacions comercials on l'espai és limitat.

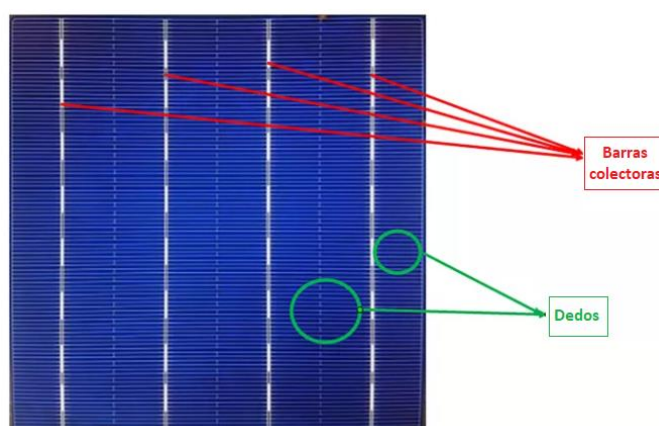


Figura 5. Dits i barres col·lectores en un panell fotovoltaic Font: [4].

Finalment, cal destacar que els panells solars es connecten entre ells mitjançant les barres col·lectores, proporcionant així el camí elèctric per a la corrent generada d'aquests. El costat negatiu superior de la cèl·lula està connectat amb el costat posterior de la cèl·lula següent a través d'aquestes barres col·lectores, tal i com s'observa en la Figura 6.



Figura 6. Connexions dels panells solars mitjançant les barres col·lectores. Font: [5] i Paint.

2.1.2. Conceptes importants sobre la radiació solar

La irradiació i la radiació solar són dos conceptes relacionats amb la energia solar que afecten a les instal·lacions fotovoltaïques.

La *irradiació* (G) es refereix a la quantitat d'energia solar que arriba a la superfície de la Terra per unitat d'àrea i temps. Es mesura en unitats de potència per unitat d'àrea, Wh/m^2 o J/m^2 . La dosi de irradiació varia segons factors com la latitud, altitud, la hora del dia, la època de l'any, la nuvolositat i la contaminació de l'aire.

La *radiació*, per altra banda, es refereix a la propagació de la energia solar en el espai. La energia solar viatja en forma de radiació electromagnètica, que consisteix en ones de diferents longituds d'ona com la llum visible, ultraviolada i infraroja. La radiació es mesura en unitats de flux d'energia per unitat de temps i unitat d'àrea. Per exemple, $J/s/m^2$.

Quan es tracta de l'impacte en les instal·lacions fotovoltaïques, la irradiació i la radiació són fonamentals. La irradiació és el principal factor que determina quanta energia solar un panell solar pot convertir en electricitat. Llavors, més irradiació condueix a més producció d'energia.

En canvi, la radiació pot afectar negativament l'eficiència dels panells solars. Els raigs ultraviolada i la radiació infraroja poden danyar els materials del panell, reduint la vida útil i el rendiment. Per tant, és important que els panells solars estiguen dissenyats i fabricats amb materials resistents a la radiació i instal·lats de manera que estiguen protegits de l'exposició excessiva a la llum solar directa.

A més, l'últim concepte que falta comentar, és la *irradiància* (E) solar. Aquest es refereix a la intensitat de la radiació solar mesurada en unitats de potència per unitat d'àrea. La unitat de mesura és W/m^2 , però comunament s'utilitza kW/m^2 . Es diferencia de la irradiació en que la irradiància es refereix a un moment donat mentre que si es parla del concepte d'irradiació és a un període donat (pot ser un dia, una hora, un mes o tot un any).

La intensitat o la irradiància solar que rep la Terra fora de l'atmosfera és una quantitat fixa anomenada constant solar, que segons la NASA és d'aproximadament $1.361 W/m^2$ [6], però fluctua entre 1.300 i $1.400 W/m^2$ anualment. Les pèrdues atmosfèriques degudes a la reflexió, l'absorció i la dispersió redueixen aquest valor en aproximadament un 30%, per la qual cosa la irradiació terrestre màxima assolible és d'uns $1.000 W/m^2$, tenint en compte les pèrdues. Aquests valors canvien depenent de les condicions climàtiques.

A continuació, en la Figura 7 es pot observar la irradiació solar global mitja diària anual sobre superfície horitzontal que hi ha en Espanya i les distintes zones climàtiques segons cada ubicació en el territori espanyol.

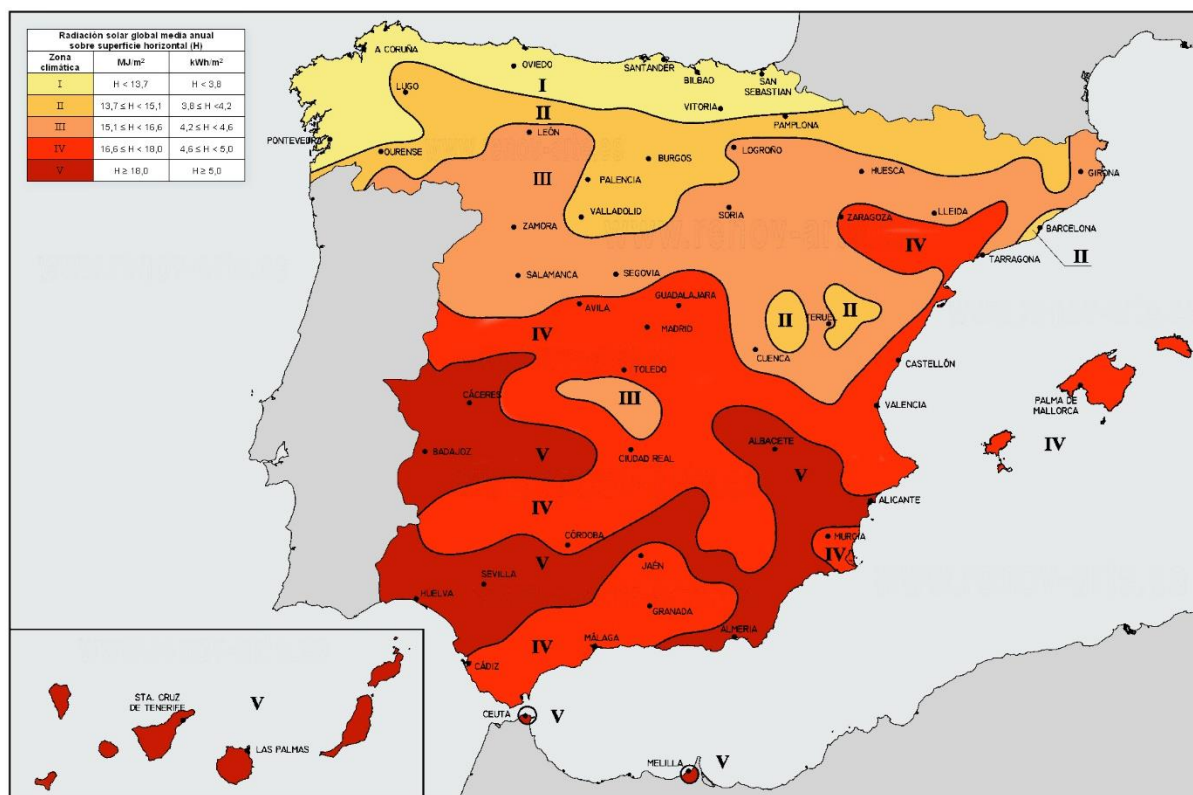


Figura 7. Irradiació solar global mitja diària anual sobre la superfície horitzontal en Espanya. Font: [7].

2.1.2.1. Concepte d'Hora Solar Pic (HSP)

Tal i com s'ha comentat en el apartat anterior, la irradiància solar varia significativament segons les condicions climàtiques i la ubicació geogràfica. Per a poder comparar el potencial solar de dues ubicacions, és útil utilitzar el concepte d'Hora Solar Pic (HSP). El temps de màxima irradiació solar transfereix tota l'energia rebuda pel sol durant el dia fins al punt en què s'hauria rebut tota aquesta energia si la irradiància fora hipotèticament constant i igual a 1.000 W/m². És a dir, són les hores d'irradiància equivalents a una irradiació de 1.000 W/m² constant que es té en un lloc específic.

La Figura 8 mostra una representació gràfica d'una possible corba d'irradiància solar, s'observa com la irradiància evoluciona al llarg del dia des de valors pròxims a zero a les 4:00 h, fins el migdia amb valors de casi 1.000 W/m², i després passa a descendir fins la 21:00. La forma que té la gràfica és d'un rectangle d'altura 1.000 W/m² i en la seua base estarien el número d'hores solars pico.

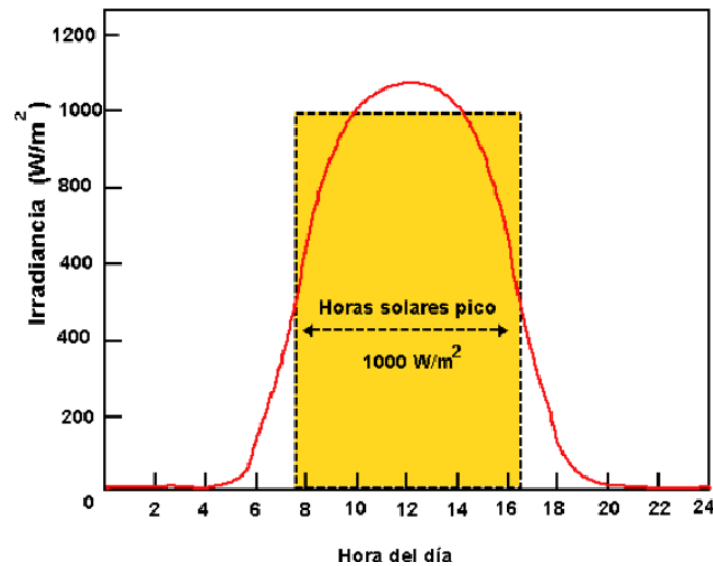


Figura 8. Representació gràfica d'una corba d'irradiància solar.
Font: [8].

En altres paraules, les hores solar pic es poden definir com el número d'hores durant les quals s'obté una hipotètica irradiància constant de 1.000 W/m^2 , és a dir, 1 HSP equival a 1.000 W/m^2 .

Una forma per calcular les HSP, és disposar de les dades d'irradiació solar d'un determinat dia sobre una ubicació específica i dividir aquest valor entre 1.000.

En Lleida hi ha un total de 3.031 hores de sol a l'any, i l'HSP és de 5,59.

2.1.2.2. Conceptes sobre la geometria solar

La geometria solar s'ocupa bàsicament de la línia aparent del sol en el cel i la posició del sol en diferents moments del dia, i prediu la interacció de plans i volums en l'espai en funció de les seues posicions relatives. Aquests camins solars gràfics són eines útils per al disseny d'instal·lacions fotovoltaïques.

Vist des de dalt, l'òrbita diària del Sol (Figura 9) és un arc que ix per l'est i acaba per l'oest, canviant amb les estacions de l'any en què ens trobem. A l'hivern, aquest arc es fa més xicotet (sud-est, sud-oest) i el Sol no arriba al nord. A l'estiu, en canvi, l'arc s'eixampla (nord-est, nord-oest) i el Sol també dona pel nord. A la primavera i tardor, aquest arc està en el mig, amb el sol movent-se d'est a oest.

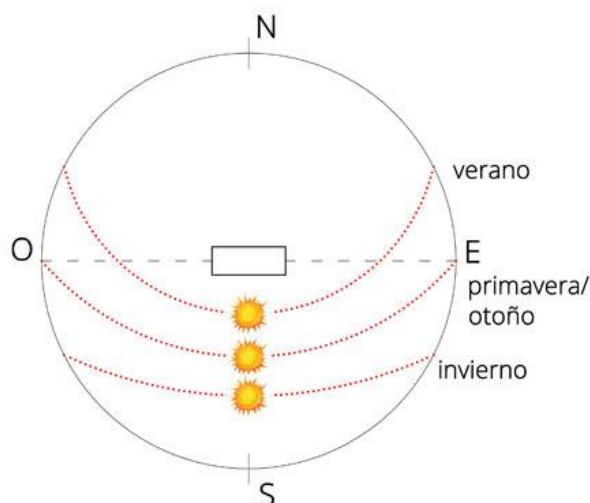


Figura 9. Òrbita diària del sol en cada època de l'any. Font: [9].

La inclinació amb la qual incideix el sol, és l'angle i altura que va agafant al llarg del dia, començant el dia des de zero, passant per la seua altura màxima al migdia, i tornant a zero al vespre. En aquest cas, també, la gran diferència està en l'estació de l'any, a l'hivern està molt baix i a l'estiu més alt.

L'angle màxim del sol en estiu i migdia és de 77° a 70° quan està en el sud i de 30° a 23° en hivern. Com es pot observar en la Figura 10, es mou en un ventall dependent de la latitud actual. Quan més al sud estàs, més alt ix el sol.

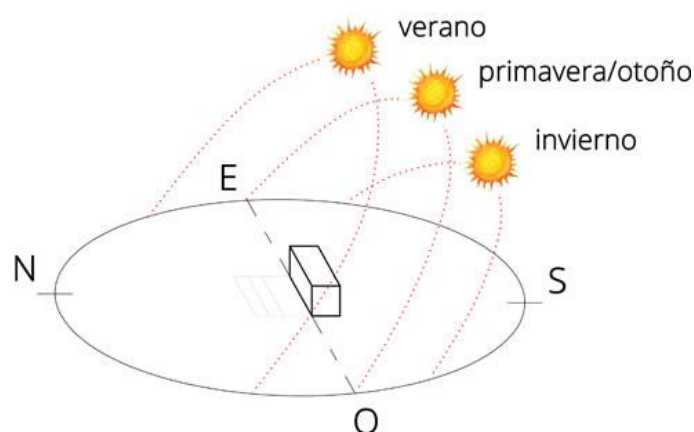


Figura 10. Angle del sol sobre la superfície de la Terra, dependent de l'època de l'any. Font: [9].

Segons els conceptes explicats amb anterioritat, la radiació incident dependrà en gran mesura de dos angles que deuen determinar-se i fixar-se per a optimitzar el disseny d'una instal·lació fotovoltaica fixa. Aquests dos angles són la inclinació (β) i la orientació (α), es poden veure representats en la Figura 11.

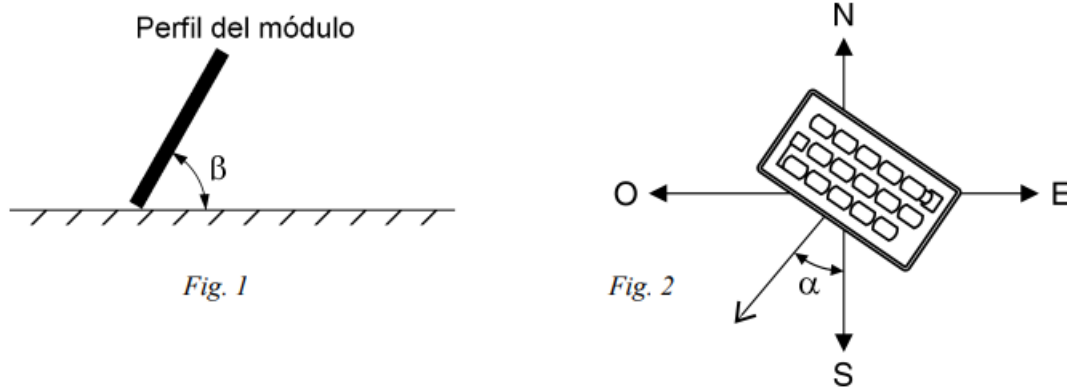


Figura 11. Inclinació (esquerra) i orientació (dreta) d'una cel·la fotovoltaica. Font: [10].

Per una part quan es parla de la *inclinació*, es refereix a l'angle que hi ha entre el mòdul fotovoltaic respecte a la superfície horitzontal. La inclinació del mòdul sempre depèn de la latitud del lloc d'instal·lació i de si s'instal·la aïllat de la xarxa elèctrica (autoconsum) o connectat a la xarxa.

- En les instal·lacions connectades a xarxa, s'ha de buscar la inclinació del mòdul per a maximitzar la radiació mitjana anual rebuda pel mòdul.
- En les instal·lacions aïllades de la xarxa, es té que garantir el subministrament tenint en compte les condicions d'ús (les més desfavorables).

L'Institut per a la Diversificació i Estalvi de l'Energia (IDAE), recomana els valors que es mostren en la Figura 12, on ϕ és la latitud del lloc on es va a fer la instal·lació fotovoltaica.

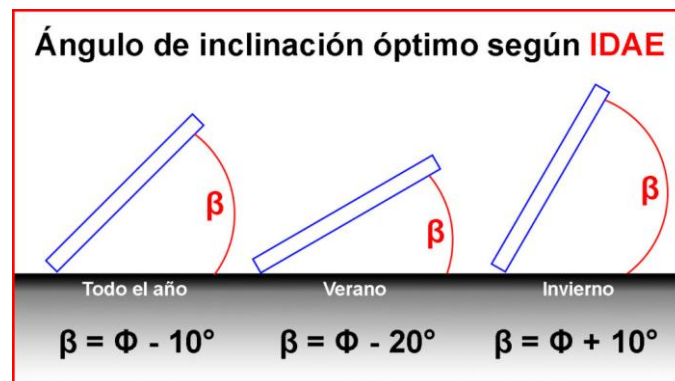


Figura 12. Angles d'inclinació òptims per a cada època de l'any segons l'IDAE. Font: [11].

Per l'altra part quan es parla de la *orientació* dels mòduls fotovoltaics, es tracta de l'angle que hi ha entre la normal a la superfície projectada i la línia que marca el sud geogràfic. Per a maximitzar la radiació solar, el panell solar ha d'orientar-se cap al sud ($\alpha = 0$) si es troba en l'hemisferi nord i cap al nord si es troba en l'hemisferi sud. Aquesta orientació sud o nord optimitza el temps d'exposició i l'angle d'incidència a la radiació solar i millora la captació d'energia solar.

2.2. Tipus d'instal·lacions fotovoltaiques

Les instal·lacions fotovoltaiques es divideixen en dos grans grups diferenciats, segons estiguin prèviament connectades a la xarxa de distribució o no. Entre les instal·lacions solars es poden trobar diferents tipus, tal i com s'observa en la

Figura 13, i en els pròxims apartats s'explicarà en què consisteix cada un d'aquests tipus d'instal·lació fotovoltaica.

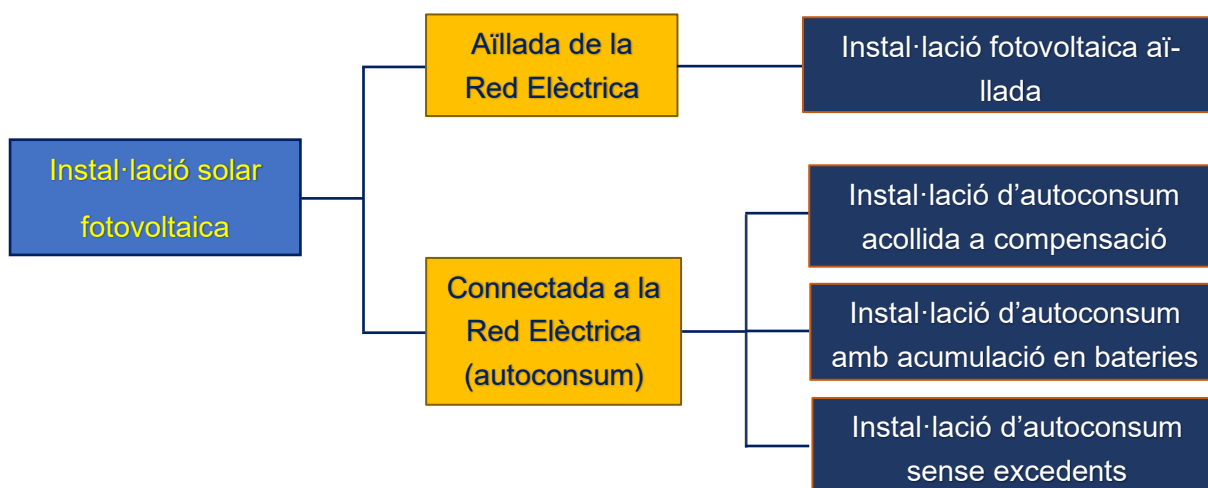


Figura 13. Tipus d'instal·lacions solars disponibles. Font: Creació pròpia.

2.2.1. Instal·lació aïllada

Una instal·lació fotovoltaica aïllada (també anomenada "off-grid"), és una instal·lació de panells solars que no està connectada elèctricament a la xarxa elèctrica. De tal forma que el consumidor siga autosuficient i no depenga de comercialitzadores per a produir energia. Els usuaris d'aquests tipus d'instal·lació només utilitzen l'energia que generen, per aquesta raó, primer s'ha de calcular l'energia requerida i crear un projecte concorde a aquesta.

En aquest sentit, s'han de proposar tots els components necessaris per a l'emmagatzematge i els elements de protecció de les instal·lacions fotovoltaiques per a evitar possibles

riscos. Han d'evitar-se sobrecàrregues, sobretensions i curtcircuits que posen en perill la integritat humana.

Les instal·lacions aïllades solen ser molt més cares i xicotetes que altres instal·lacions perquè l'objectiu és aconseguir la màxima eficiència energètica. En alguns casos, no és fàcil saber el consum energètic exacte, per la qual cosa s'utilitza un generador de gasolina per si de cas.

La instal·lació fotovoltaica aïllada té molts avantatges, ja que aquesta és ideal per a reduir el consum d'energia fòssil i contribuir a la protecció del medi ambient. A continuació, es mostren alguns usos principals d'aquests tipus d'instal·lació:

- En habitatges rurals, tant si el seu ús és habitual com esporàdic.
- Per a l'enllumenat públic com a fanals, túnels i zones de descans.
- En sistemes de bombament solar o per a generar electricitat en explotacions agrícoles i ramaderes.
- En sectors com el de la telefonia, si hi ha dificultats per a que arribe la electricitat convencional.

En la Figura 14, es pot veure un esquema general d'una instal·lació fotovoltaica aïllada.

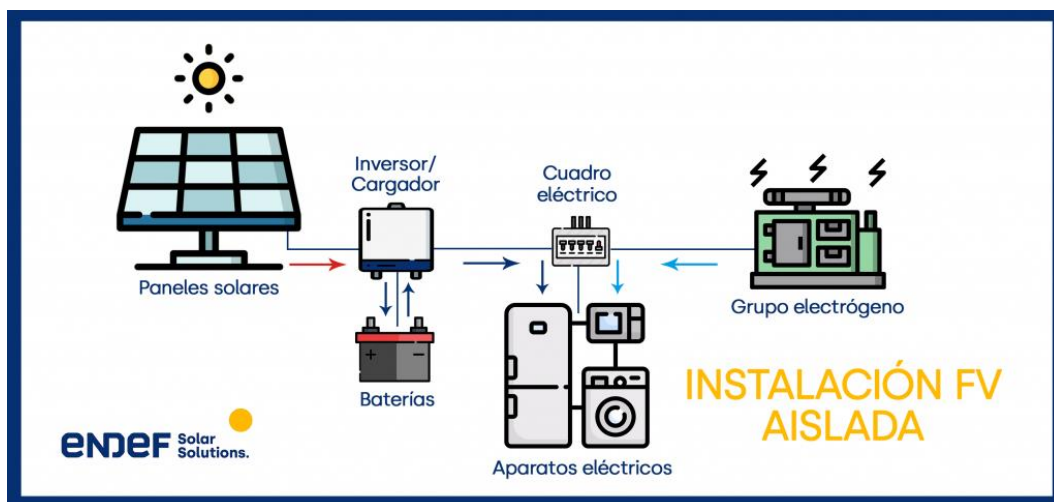


Figura 14. Esquema general d'una instal·lació fotovoltaica aïllada. Font: [12].

2.2.2. Instal·lació amb connexió a xarxa

Aquests tipus d'instal·lacions, com el seu nom indica, es caracteritzen per estar connectades a la xarxa elèctrica i és un model de producció distribuïda. Advoquen per l'autoconsum amb energia procedent d'instal·lacions solars, sempre que puguin contar amb ella, i en cas contrari amb l'energia de la xarxa. El que distingeix a una mena d'equip d'un altre és la gestió d'excedents, és a dir, què fer amb l'energia que produeix la instal·lació i no es consumeix.

Hi ha tres tipus d'instal·lació amb connexió a xarxa, que s'explicaran a continuació.

1. Instal·lació fotovoltaica d'autoconsum acollida a compensació.

Les instal·lacions d'aquest tipus es caracteritzen per utilitzar el seu excedent energètic per a rendibilitzar-lo. Aquesta energia s'injecta a la xarxa i, a canvi, rep una compensació. Existeixen tres variacions diferents, segons el país i les lleis aplicables en cada país.

- Saldo net. Per cada kWh injectat a la xarxa, el consumidor té dret a utilitzar 1 kWh importat de la xarxa sense càrrec segons les seues necessitats.
- Venda a xarxa. Es cobra una tarifa plana per cada kWh abocat en la xarxa.
- Càrrec net (compensació). Es descompta una determinada quantitat de la factura de la llum per cada kWh abocat a la xarxa.

Aquest model d'instal·lació (Figura 15) és molt rendible ja que els costos de material no són massa elevats i la inversió es pot amortitzar en un any a més de les primes excedents.

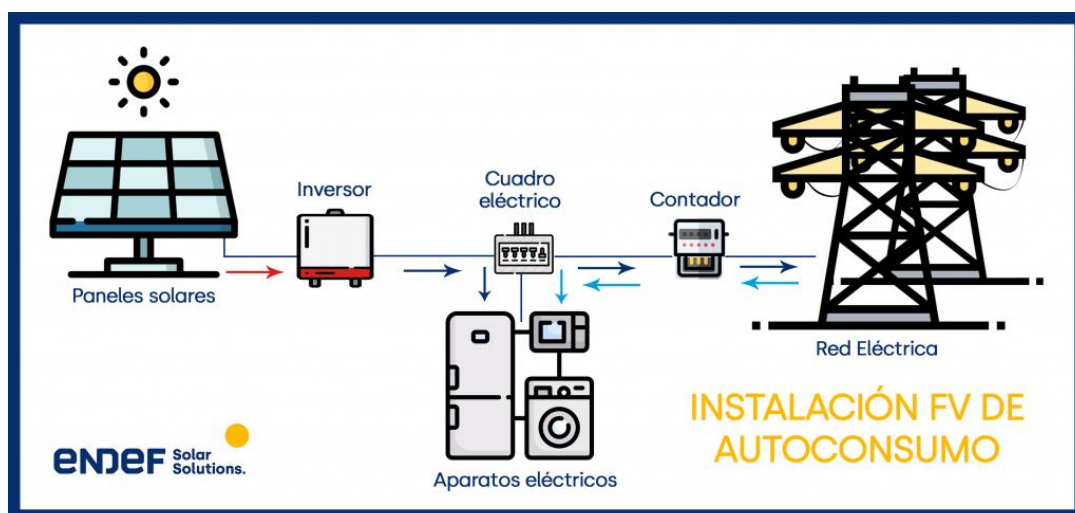


Figura 15. Esquema general d'una instal·lació fotovoltaica d'autoconsum. Font: [12].

2. Instal·lació fotovoltaica d'autoconsum amb acumulació en bateries.

Aquesta opció d'autoconsum consisteix en injectar els excedents d'energia a les bateries que estan connectades amb la instal·lació, permetent el seu consum en moments de baixa radiació solar. No obstant això, aquests tipus d'instal·lació fotovoltaica segueix estant connectada a la xarxa elèctrica pel que una vegada esgota l'energia emmagatzemada en la bateria, es pot continuar consumint el que s'extrau de la xarxa.

Aquestes instal·lacions (Figura 16) tenen uns certs avantatges, com assegurar el consum de tota l'energia que es produeix i evitar pèrdues tant d'energia pròpia com de recollida de xarxa de la xarxa elèctrica en el seu transport. No obstant això, la inversió inicial ha de ser considerada en aquests tipus d'instal·lació, això es deu al fet que suposa una diferència significativa amb les instal·lacions d'autoconsum indemnitzades. Agregar bateries al sistema significa un augment significatiu en els costos de matèria primera, juntament amb el fet que la vida útil d'aquests productes no es pot ignorar. Per tant les projeccions de depreciació han de considerar-se acuradament per a garantir que siguin financierament viables.

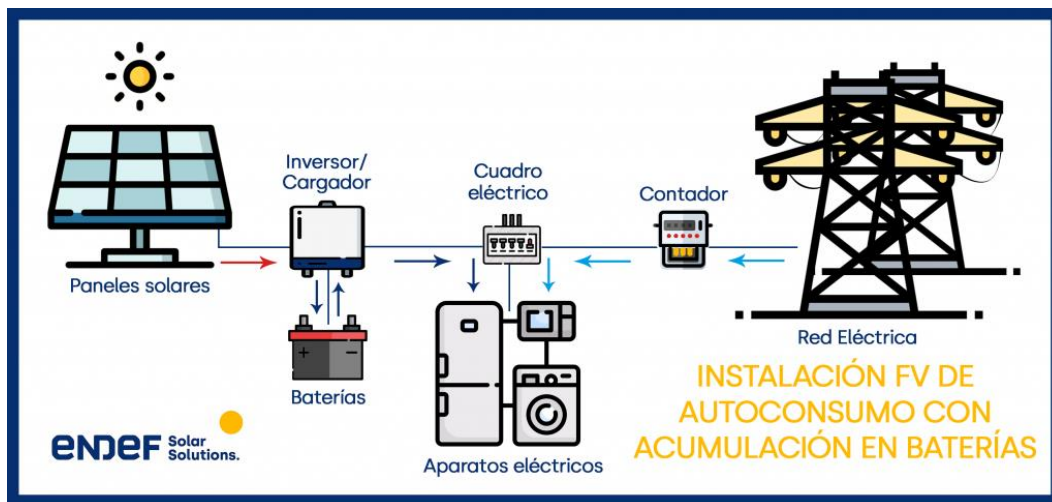


Figura 16. Esquema general d'una instal·lació fotovoltaica d'autoconsum amb bateries. Font: [12].

3. Instal·lació fotovoltaica d'autoconsum sense excedents.

La característica principal d'aquest model d'instal·lacions (Figura 17) és que no injecta res a la xarxa elèctrica, sinó que pren energia d'ella quan és necessari. Aquestes instal·lacions són molt similars a les anteriors, excepte que aquesta estarà equipada amb un mecanisme anti desapropietament que es comunicarà directament amb l'inversor perquè no generi més energia de la que consumeix i evitar que entre a la xarxa.

En tirar el superflu, es perd la capacitat de traure profit d'ells, deixar que uns altres els usen i rebre recompenses i beneficis per aquesta energia que es genera. Aquest tipus d'instal·lacions són necessàries on la legislació vigent prohibeix la introducció d'energia en la xarxa elèctrica.

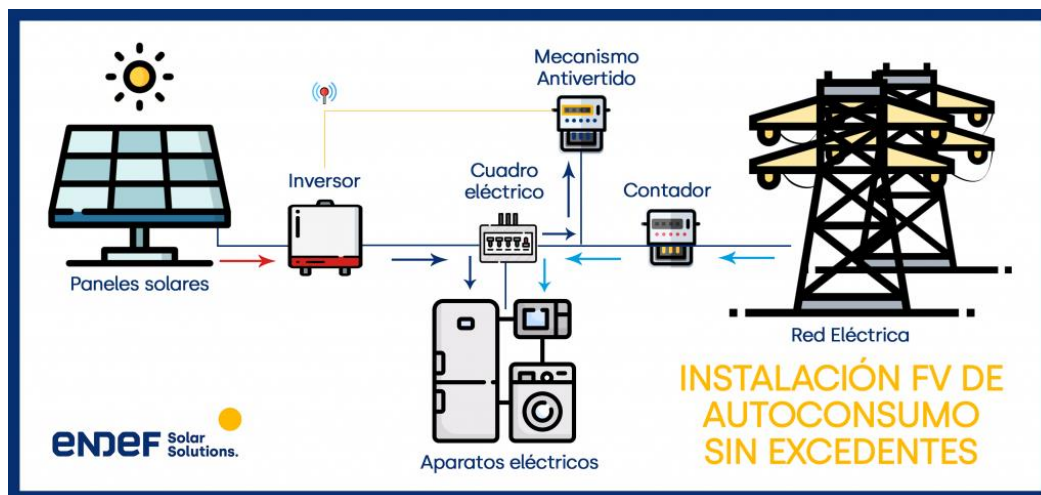


Figura 17. Esquema general d'una instal·lació fotovoltaica d'autoconsum sense excedents. Font: [12].

2.3. Mòduls fotovoltaics

2.3.1. Corba I-V

La corba característica I-V d'una cel·la solar descriu les característiques de corrent i voltatge d'una cel·la, mòdul o matriu fotovoltaica. Proporciona una descripció detallada de la capacitat i eficiència de conversió solar. Conèixer les característiques elèctriques I-V (més important $P_{m\acute{a}x}$) d'una bateria o panell solar és essencial per a determinar l'eficiència energètica i l'eficiència solar del dispositiu.

Les principals propietats elèctriques d'una cel·la o mòdul solar es resumeixen en la relació I-V produïda per la corba característica comentada, típica d'una cel·la solar. La intensitat de la radiació solar (irradiància) que incideix sobre la cel·la controla la corrent (I), mentre que l'augment de temperatura de la cel·la redueix el seu voltatge (V).

Atès que una cel·la solar produeix corrent continu, i el corrent multiplicat pel voltatge és igual a la potència, es pot generar una corba I-V per a una cel·la solar. Aquesta proporciona la informació necessària per a configurar el sistema solar de manera que pugui funcionar lo més prop possible del seu punt de màxima potència (PMP).

La Figura 18 mostra la corba característica de corrent-voltatge (I-V) d'una cel·la solar de silici típica que funciona en condicions normals. L'energia entregada per una cel·la és el producte del seu corrent i el voltatge d'eixida ($V \cdot I$). En realitzar una multiplicació per punts per a tots els voltatges, des del curtcircuit fins al circuit obert, s'obté la corba de potència següent per a un nivell de radiació determinat.

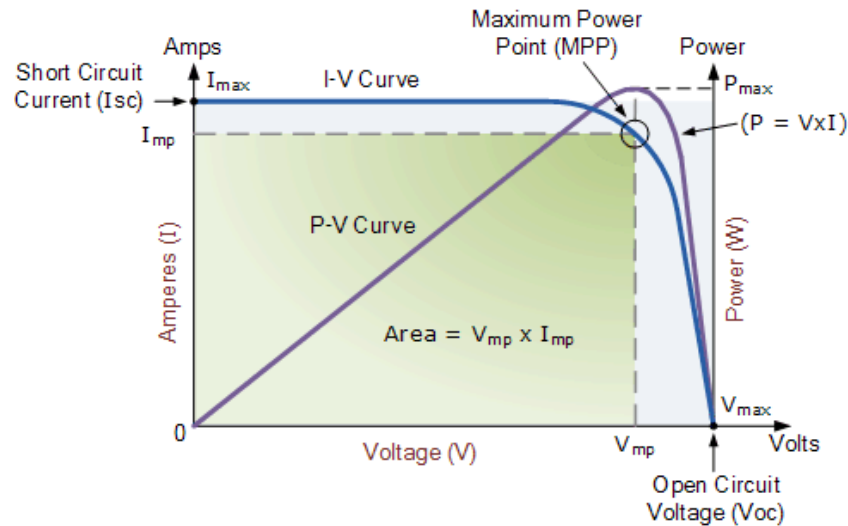


Figura 18. Exemple de corba I-V per a un cel·la fotovoltaica. Font: [13].

Quan una cel·la solar està en circuit obert, és a dir, no està connectada a cap càrrega, el corrent és el mínim (zero) i el voltatge en aquesta aconseguix un valor màxim conegut com a voltatge de circuit obert de cel·la solar, o V_{oc} . Per contra, si la cel·la està en curtcircuit, és a dir, els terminals positiu i negatiu estan connectats, el voltatge en la cel·la és mínim (zero), però el corrent que ix d'aquesta aconseguix un màxim. Açò es coneix com la corrent de curtcircuit de la cel·la solar, o I_{sc} .

Seguiment del punt màxim de potència (MPPT, en anglès *Maximum Power Point Tracker*)

Segons el que s'ha vist en els paràgrafs anteriors, el voltatge màxim disponible d'una cel·la està en circuit obert i el corrent màxim en circuit tancat. No obstant això, I_{mp} i V_{mp} tenen una combinació específica de corrent i voltatge en la qual la potència aconseguix el seu punt màxim. És a dir, el punt en el qual la cel·la produeix la màxima potència, i aquest punt està representat per la zona superior dreta del rectangle verd en la Figura 18. Aquest punt és el "punt de màxima potència" o PMP. El comportament ideal d'una fotocèl·lula es defineix per tant com el punt de màxima potència.

Existeixen tècniques per a maximitzar la producció d'energia de les cel·les fotovoltaïques en totes les condicions, i les tècniques més utilitzades en el camp a dia de hui son aquelles que assegurin que les cel·les solars continuen funcionant en el punt PMP. Aquesta tècnica

es diu "Seguiment del punt màxim de potència". L'objectiu de control del PMP és establir el punt de treball en el que el mòdul solar o conjunt de mòduls solars, subministren la màxima potència, en la Figura 19, aquest punt de treball seria el "A". Per a aconseguir-lo hi ha que controlar la càrrega que es connecta al mòdul mitjançant l'adequat control d'un convertidor commutat DC/DC (com per exemple un regulador de càrrega) o de un DC/AC (com per exemple una connexió a xarxa o un inversor de corrent). I segons es tinga més o menys corrent o voltatge (depenent de la càrrega que s'estiga simulant amb el convertidor electrònic), el punt de treball seria el B o el C de la següent figura, aquests dos punts tindrien una diferent corba de potència, menor que la màxima.

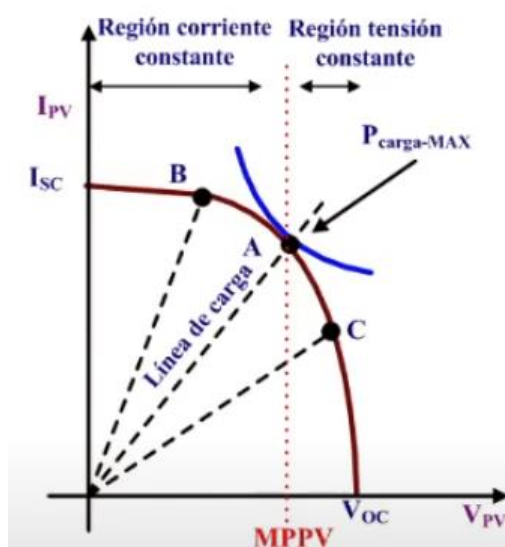


Figura 19. Corba característica d'una cel·la fotovoltaica indicant el PMP. Font: [14].

Per tant, la corba característica I-V proporciona la informació necessària per a configurar el panell solar per a operar el més prop possible del punt de màxima potència. El punt de màxima potència es mesura quan el mòdul fotovoltaic produeix la màxima quantitat d'energia quan s'exposa a la radiació solar equivalent a 1.000 W/m^2 o 1 kW/m^2 .

2.3.2. Díodes de protecció

Un díode és un dispositiu semiconductor unidireccional que permet que el corrent fluïska en una sola direcció (amb polarització directa: l'ànode està connectat al terminal positiu i el càtode està connectat al terminal negatiu). Bloqueja el corrent en la direcció oposada (polarització inversa, és a dir, ànode a $-V$, càtode a $+V$).

Aquests estan fets de materials semiconductors com el silici i el germani. Ofereixen alta resistència al corrent en una direcció (polarització inversa) i actuen com un curtcircuit per al

corrent en la direcció oposada (polarització directa). Seguidament, en la Figura 20 es mostra el símbol general d'un díode amb un ànode i un càtode.

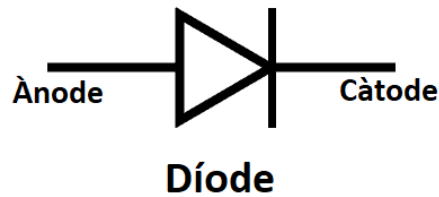


Figura 20. Símbol general d'un díode. Font:
Creació pròpia amb Paint.

Gràcies a aquesta propietat comentada anteriorment, els díodes són mol utilitzats en el camp de l'energia fotovoltaica i es qualifiquen com a rectificadors solars. Els dos díodes més emprats en el disseny dels panells solars són els díodes de bloqueig i els díodes de derivació (bypass). A continuació, s'explicaran cada un d'aquests dos díodes amb esquemes i diagrames que mostren el seu funcionament.

Diversos factors afecten la capacitat d'una cel·la solar per a generar electricitat (cobertura de núvols, la humitat, les nevades...), però un dels factors que més afecten la producció i l'eficiència és l'ombreig total o parcial dels panells solars degut a núvols, arbres, fullatge o edificis entre altres. En aquest cas, la cel·la afectada actua com una càrrega i pot danyar-se, ja que s'ocasiona un punt calent (en anglès, hot spots) sobre aquest panell. És per això que els panell solars necessiten *díodes de derivació*.

Aquests díodes a més ofereixen a la intensitat que circula per dins del panell fotovoltaic un camí alternatiu evitant que s'anul·le el funcionament complet del mòdul. En la Figura 21 es mostra com la corrent no pot passar per aquesta agrupació de mòduls, ja que hi ha una fulla disposada sobre una cel·la, però gràcies a l'aplicació d'aquests díodes bypass, la intensitat pot seguir circulant pels panells següents, per la ruta alternativa que es crea.

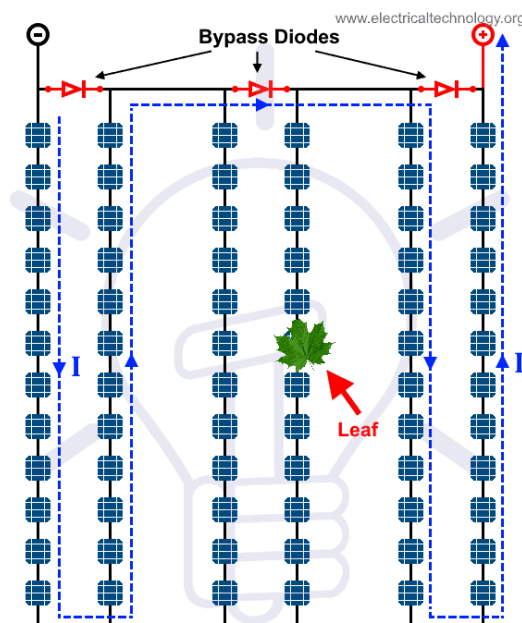


Figura 21. Funcionament d'un díode bypass en una instal·lació fotovoltaica. Font: [15].

Els díodes de derivació del panell solar estan connectats en paral·lel amb les cèl·lules solars en una sèrie de cadenes connectades. Això és per a eliminar els factors de risc i evitar danys generals als panells solars i explosions en cas de bloqueig total o parcial. De manera similar, les connexions tenen polarització inversa (ànode connectat a l'ànode de la cel·la solar, càtode connectat al càtode). Així, per a les cel·les ombrejades, s'obri un camí alternatiu per al corrent. En altres paraules, el díode amb polarització inversa evita que el corrent generat en la cel·la normal flüisca a través de la cel·la ombrejada.

La connexió de díodes de derivació a cel·les solars individuals fa que el disseny siga complex i costós. Com a resultat, els fabricants connecten díodes de derivació externs en la caixa de connexions del panell solar (part posterior del panell solar) al conjunt de cadenes, en lloc de a les cèl·lules fotovoltaïques individuals.

Per altra banda, els *díodes de bloqueig* protegeixen les cel·les solars evitant que el flux de corrent s'invertisca entre blocs de panells fotovoltaïcs, quan aquests estan connectats en paral·lel; en el moment en que es produeix ombra en un o vàrios d'ells fent que la tensió siga inferior en aquests que en els altres. Sense aquests díodes, les cel·les solars ombrejades tindrien un voltatge més baix que la resta de cel·les solars generadors de tensió, el corrent fluïria cap a estes de menor voltatge, actuant com a consumidors d'electricitat en lloc de com a generadors, la qual cosa provocaria un avaria. En instal·lacions fotovoltaïques amb bateries, també ocorreria aquest efecte (Figura 22), per això s'utilitzen els díodes de bloqueig.

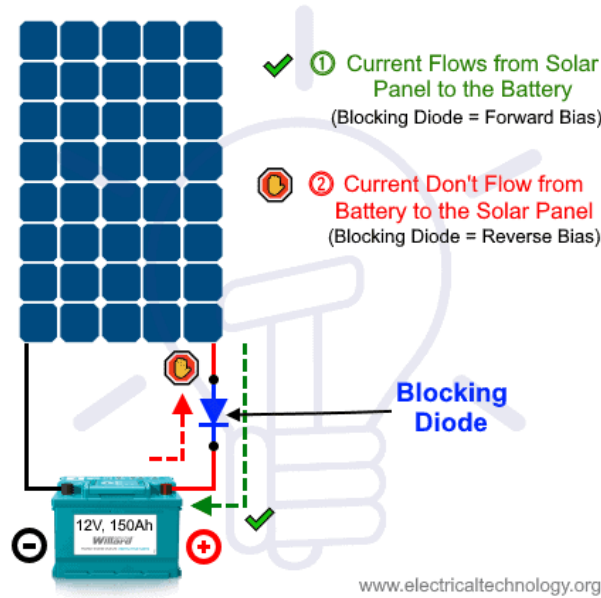


Figura 22. Esquema del funcionament d'un díode de bloqueig. Font: [15].

En conclusió, els díodes de bloqueig proporcionen només una ruta de corrent des del panell solar a la bateria i bloquegen el corrent de la bateria a la cel·la solar durant la nit. I fan que si s'ombretja alguna cel·la solar i es creï una diferència de voltatge entre aquestes ombrejades i les que no, no circuli el corrent cap a les que estan ombrejades i provoqui un dany.

En la Figura 23, es mostra com funcionarien aquests dos díodes explicats amb anterioritat, si es produïra ombra sobre una cel·la fotovoltaica.

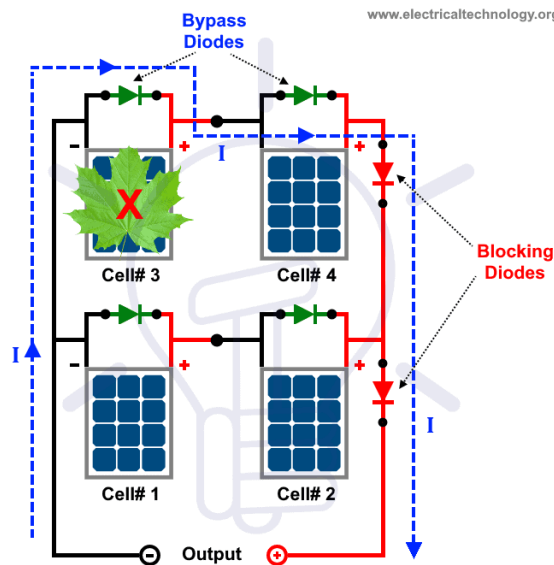


Figura 23. Funcionament del díode de bypass i del díode de bloqueig en una instal·lació fotovoltaica quan hi ha ombra en una cel·la. Font: [15].

2.4. Situació nacional de la energia fotovoltaica

Amb el nou Reial Decret 244/2019, que va entrar en vigor el 5 d'abril de 2019, s'ha produït un canvi radical després d'un llarg període de paràlisi en la promoció de l'energia solar a nivell nacional a Espanya, provocada per una normativa desfavorable i restrictiva per al sector. Va haver-hi una millora significativa, la indústria va rebre un altre impuls i una forta recuperació, la qual cosa va provocar una allau de noves instal·lacions solars i un interès en aquelles que abans havien sigut ombrívols.

La situació global de la transició energètica i els mercats nacional exigeix un nou marc regulador per al desenvolupament d'instal·lacions d'autoconsum que substituïa el RD 900/2015. En resposta a aquesta sol·licitud, a l'octubre de 2018 es va publicar el Reial Decret Llei 15/2018, aquest preveu mesures d'emergència per a la transició energètica i la protecció dels consumidors, i suprimeix mesures anteriors com "l'impost al sol", entre altres mesures. Aquest RDL modifica les normes anteriors i estableix noves modalitats. Les dos modalitats resultants són: (I) Autoconsum sense excedents i (II) Autoconsum amb excedents. A més, es suprimiran els càrrecs d'autoconsum d'acord amb la Directiva Europea, obrint la possibilitat de compensació d'excedents i simplificacions administratives d'aquest tipus d'instal·lacions. Aquests canvis es van implementar en el RD 244/2019, donant continuïtat als establits en el RDL 15/2018.

Amb aquesta nova regulació, la generació descentralitzada té un model de lliure mercat. En els següents apartats s'exposaran els punts clau a destacar.

2.4.1. Característiques principals del nou Reial Decret 244/2019

El RD 244/19 segueix el que es disposa en el RDL 15/2018 en tots els aspectes no definits en el citat document. Resumint en aquest sentit, els aspectes principals d'aquest nou RD 244/2019 són:

1) Tres modalitats d'autoconsum: (I) sense excedents, (II) amb excedents a collits a compensació i (III) amb excedents no a collits a compensació. Explicades en l'apartat 2.2. d'aquesta memòria. En la Figura 24 es recullen totes les modalitats d'autoconsum establertes en el nou RD 244/2019.

| | | |
|---|--|--|
| Autoconsumo INDIVIDUAL Un consumidor asociado O Autoconsumo COLECTIVO Varios consumidores asociados | Instalación PRÓXIMA en RED INTERIOR Conexión Red interior | SIN excedentes Existen mecanismos anti-vertido |
| | | CON excedentes ACOGIDA a compensación Fuente renovable Potencia de producción ≤ 100kW Contrato único consumo-auxiliares Contrato de compensación No hay otro régimen retributivo |
| | | CON excedentes NO ACOGIDA a compensación Resto de instalaciones con excedentes |
| | Instalación PRÓXIMA a TRAVÉS DE RED Conexión a red BT del mismo centro de transformación. Distancia entre contadores generación-consumo < 500m. Misma referencia catastral (14dígitos) | CON excedentes NO ACOGIDA a compensación Instalaciones con excedentes |

Figura 24. Resumen modalidades del RD 244/2019. Font: [16].

2) Reglamentació de l'autoconsum col·lectiu. Aquest podrà pertànyer a qualsevol de les modalitats d'autoconsum quan aquest es realitzi entre instal·lacions pròximes de xarxa interior. No obstant això, en cas d'instal·lacions pròximes a través de xarxa només podrà pertànyer a les modalitats d'autoconsum amb excedents.

- ✚ Per a ser considerada instal·lació pròxima de xarxa interior: està connectada a la xarxa interior del consumidor o els consumidors associats, o unida a través de línies directes.
- ✚ Per a ser considerada instal·lació pròxima a través de la xarxa: està connectada en un punt extern a la xarxa interior, de manera que la instal·lació generada s'unisca als consumidors associats utilitzant la xarxa pública de distribució o transport. Les connexions a través de xarxa deuen satisfer al menys un dels següents criteris:
 - La connexió es realitza a la xarxa de BT que es deriva del mateix centre de transformació al que pertany el consumidor.
 - Que la distància entre generació i els consums connectats en baixa tensió siga inferior a 500 m.
 - Estar ubicats la generació i els consums en una mateixa referència cadastral segons els seus primers 14 dígitos (amb la excepció de les CCAA amb normativa cadastral pròpia).

3) Per a instal·lacions fotovoltaïques, la capacitat instal·lada és la capacitat màxima de l'inversor.

4) Es permet que els consumidors i els propietaris realitzin la instal·lació per separat.

5) Simplificació de la tramitació:

- ✚ No es requereixen permisos d'accés i connexió per a instal·lacions sense excedents o instal·lacions amb excedents fins a 15 kW.
- ✚ Per a instal·lacions de fins a 100 kW connectades en baixa tensió, el contracte d'accés al distribuïdor és executat automàticament pel distribuïdor.

6) Configuració de l'equip de mesurament a instal·lar:

- ✚ En general, només serà necessari un mesurador bidireccional per als punts límits.
- ✚ Els autoconsums col·lectius, amb excedents no aollits a compensació amb diversos contractes de subministrament o tecnologia no renovable, requereixen de dos equips. Un per al consum i un altre per a la producció neta.
- ✚ En alguns casos, es permet que el comptador de mesurament es col·loque fora dels punts límit.

7) Establir el règim econòmic. En funció del tipus d'autoconsum s'estableixen diverses possibilitats:

- ✚ Autoconsum amb excedents aollits a compensació: Poden (I) vendre energia en el pool, o (II) compensar mensualment excedents, mitjançant la valoració de la energia excedentària –compensació simplificada–. L'import a compensat no podrà excedir la taxa mensual d'energia consumida per hora.
- ✚ Autoconsum amb excedents no aollits a compensació. Han de vendre els seu excedent en el mercat.

8) Inscripció automàtica en el Registre d'Autoconsum, per a certs casos.

2.4.2. Avantatges que suposa en nou Reial Decret 244/2019

Donats els canvis reguladors d'abril de 2019, serà interessant explicar les millores i beneficis específics que això ofereix sobre les regulacions anteriors i que es poden utilitzar per a les instal·lacions fotovoltaïques, podent-se utilitzar també en aquest projecte.

En primer lloc, els clients que opten per la modalitat de no abocat per a autoconsum i els clients en zones residencials (perquè normalment no és necessari instal·lar un sistema de generació solar de 15 kW o més) la seua tramitació de la instal·lació es simplifica

enormement, ja que només necessiten contactar amb la indústria de la comunitat autònoma on es realitzi la instal·lació.

Per a aquells clients que opten per la compensació o la venda, els procediments continuaran sent similars als que existien amb anterioritat a la posada en marxa d'aquest RD. No obstant això, el procés teòricament hauria d'accelerar-se a causa de la nova data límit. Ara bé, atès que pots canviar la modalitat d'autoconsum sempre que romanga almenys 1 any, pots legalitzar qualsevol equip com a lliure d'emissions i iniciar el procés de canvi a la modalitat que es desitge, beneficiant-se des del primer moment en el qual es decideix realitzar la inversió, dels beneficis de la instal·lació fotovoltaica.

A més d'aquestes millores administratives, s'ha simplificat el treball a nivell d'instal·lació, permetent connectar la instal·lació fotovoltaica en el quadre elèctric de BT principal de la instal·lació, en lloc de en el punt d'entroncament amb la xarxa, eliminant la necessitat d'un segon comptador, i facilitant enormement la instal·lació del sistema d'autoconsum. Açò es fa mitjançant un únic comptador bidireccional, i permetent un millor acabat al tindre-ho tot més centralitzat

Així mateix, la possibilitat d'autoconsum compartit permet als clients industrials amb consums més reduïts o a les comunitats veïnes, la possibilitat d'accedir a esta tecnologia de forma més assequible i amb majors garanties, al contar amb una instal·lació més gran que la que tindrien si se la tingueren que fer individualment per a cada un.

En resum, l'aprovació d'aquest RD acull i promou la implantació de les instal·lacions fotovoltaïques i millora els beneficis econòmics que ofereixen. Per tot això, el projecte es centra en la opció d'una instal·lació solar d'autoconsum.

3. Normativa i programes utilitzats

3.1. Normativa

Per als dissenys i instal·lacions projectades en el present projecte, són d'aplicació les següents reglamentacions, les quals s'han tingut en consideració.

- Reial Decret 244/2019, de 5 d'abril, pel qual es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica.
- Reial Decret Llei 15/2018, de 5 d'octubre, de mesures urgents per a la transició energètica i la protecció dels consumidors.
- Reial Decret 900/2015, de 9 d'octubre, pel qual es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de les modalitats de subministrament d'energia elèctrica amb autoconsum i de producció amb autoconsum.
- Resolució de 4 de novembre de 2002 de la Direcció General d'Indústria, Energia i Mines, per la qual es desenvolupa l'Ordre de 9 de setembre de 2002, de la Conselleria de Ciència, Tecnologia, Indústria i Comerç, per la qual s'adopten mesures de normalització en la tramitació d'expedients en matèria d'Indústria, Energia i Mines (Suplement BORM nº. 284, de 10/12/2002).
- RD 1578/2008 de 26 de setembre, de retribució de l'activitat de producció d'energia elèctrica mitjançant tecnologia solar fotovoltaica per a instal·lacions posteriors a la data límit de manteniment de la retribució del Reial decret 661/2007, de 25 de maig, per a aquesta tecnologia (BOE nº. 234 de 27 de setembre).
- CORRECCIÓ d'errors del Reial Decret 1578/2008, de 26 de setembre, de retribució de l'activitat de producció d'energia elèctrica mitjançant tecnologia solar fotovoltaica per a instal·lacions posteriors a la data límit de manteniment de la retribució del Reial Decret 661/2007, de 25 de maig, per a aquesta tecnologia.
- Ordre ITC/82/2009 de 30 de gener, per la qual es posposa el tancament del termini de presentació de sol·licituds d'instal·lacions fotovoltaïques al registre de preassignació de retribució, establert en el RD 1578/2008, de 26 de setembre, publicat el dia 21 de gener, nº. 27, pàgina 10.431.
- Reial Decret 661/2007 de 26 de maig, pel qual es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial. Introduint particularitats que afecten els procediments d'autorització administrativa, règim especial, accés i connexió a la xarxa de distribució, de les instal·lacions solars fotovoltaïques.

- Reial Decret 1663/2000, de 29 de setembre, sobre connexió d'instal·lacions fotovoltaïques a la xarxa de baixa tensió.
- Llei 48/1998 de 30 de desembre, sobre procediments de contractació en els sectors de l'aigua, l'energia, els transports i les telecomunicacions, per la qual s'incorporen a l'ordenament jurídic espanyol les directives 93/38 CEE i 92/13 CEE.
- Llei 54/97, de 27 de novembre, del Sector Elèctric.
- Reial Decret 1955/2000, de l'1 de desembre, pel qual es regulen les activitats de transport, distribució, comercialització, subministrament i procediments d'autorització d'instal·lacions d'energia elèctrica.
- Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT) aprovat pel Reial decret 842/2002 de 2 d'agost, publicat en el BOE núm. 224 del 18 de setembre de 2002.
- Instruccions Tècniques Complementàries de Baixa Tensió (ITC-BT).
- Codi Tècnic de l'Edificació (CTE): Seguretat Estructural (DB-ES), Bases de Càlcul, i Accions en l'Edificació (DB-ES-AE).
- Reglament de Seguretat i Higiene en el treball (L31/95).
- Instal·lacions d'enllaç d'Iberdrola. Caixes de protecció i mesura NI 42.722.00.
- UNEIX EN 62 052-11: Equips de mesura de l'energia elèctrica (CA). Requisits generals, assajos i condicions d'assaig. Part 11: Equips de mesura.
- Normes UNE relacionades amb les instal·lacions fotovoltaïques.
- UNE-EN-9488 2001 Energia solar. Vocabulari (ISO 9488:1999).
- UNE-EN-60891 1994 Procediment correcció amb la temperatura i la irradiància de la característica I-V de dispositius fotovoltaïcs de silici cristal·lí.
- UNE-EN 60904-1 2007 Dispositius fotovoltaïcs. Part 1: Mesura de la característica intensitat-tensió dels mòduls fotovoltaïcs.
- UNE-EN 60904-2 1994 Dispositius fotovoltaïcs. Part 2: Requisits de cèl·lules solars de referència.
- UNE-EN 60904-2/A1 1998 Dispositius fotovoltaïcs. Part 2: Requisits de cèl·lules solars de referència.
- UNE-EN 60904-3 1994 Dispositius fotovoltaïcs. Part 3: Fonaments de mesura de dispositius solars fotovoltaïcs d'ús terrestre amb dades d'irradiància espectral de referència.
- UNE-EN 60904-5 1996 Dispositius fotovoltaïcs. Part 5: Determinació de la temperatura de la cèl·lula equivalent de dispositius fotovoltaïcs pel mètode de la tensió de circuit obert.
- UNE-EN 60904-6 1997 Dispositius fotovoltaïcs. Part 6: Requisits per als mòduls solars de referència.

- UNE-EN 60904-7 1999 Dispositius fotovoltaics. Part 7: Càlcul de l'error introduït pel desacoblament espectral en les mesures d'un dispositiu fotovoltaic.
- UNE-EN 60904-8 1999 Dispositius fotovoltaics. Part 8: Mesura de la resposta espectral d'un dispositiu fotovoltaic.
- UNE-EN 60904-10 1999 Dispositius fotovoltaics. Part 10: Mètodes de mesura de la linealitat.
- UNE-EN 61173 1998 Protecció contra les sobretensions dels sistemes fotovoltaics productors d'energia.
- UNE-EN 61194 1997 Paràmetres característics dels sistemes fotovoltaics autònoms.
- UNE-EN 61215 2006 Mòduls fotovoltaics de silici cristal·lí. Qualificació del disseny i aprovació del tipus.
- UNE-EN 61277 2000 Sistemes fotovoltaics terrestres generadors de potència. Generalitats i guia.
- UNE-EN 61345 1999 Assaig ultraviolat per a mòduls fotovoltaics.
- UNE-EN 61683 2001 Sistemes fotovoltaics. Condicionadors de potència. Procediment per a la mesura del rendiment.
- UNE-EN 61701 2000 Assaig de corrosió per boira salina de mòduls fotovoltaics.
- UNE-EN 61702 2000 Avaluació de sistemes de bombament fotovoltaic d'acoblament directe.
- UNE-EN 61721 2000 Susceptibilitat d'un mòdul fotovoltaic al mal per impacte accidental (resistència a l'impacte).
- UNE-EN 61724 2000 Monitoratge de sistemes fotovoltaics. Guies per a la mesura, l'intercanvi de dades i l'anàlisi.
- UNE-EN 61725 1998 Expressió analítica per als perfils solars diaris.
- UNE-EN 61727 1996 Sistemes fotovoltaics. Característiques de la interfície de connexió a terra.
- UNE-EN 61829 2000 Campos fotovoltaics de silici cristal·lí. Mesura en el silici de característiques I-V.
- UNE-EN 61646 1997 Mòduls de capa de làmina prima. Qualificació del disseny i aprovació del tipus.
- UNE-EN 61835 2006 Campos fotovoltaics de silici cristal·lí. Mesura en el lloc de característiques I-V.
- Reglament d'Alta Tensió RD 223, 2008 de 15 de gener.
- Reial Decret legislatiu 2/2008, de 20 de juny, pel qual s'aprova el text refós de la llei de sòl.

- Llei 4/2009, de 14 de maig, de Protecció Ambiental Integrada.
- Decret 48/1998 de protecció del medi ambient enfront del soroll.

3.2. Programes utilitzats

Per a la realització del disseny i càlcul del sistema fotovoltaic del present projecte, s'ha recorregut als següents programaris i ferramentes :

- **AutoCAD:** Software de disseny gràfic i modelatge tant en 2D com en 3D, utilitzat per a la realització dels plànols 2D del present projecte.
- **Cadastre:** Registre administratiu que conté la descripció dels distints bens immobles i que permet determinar la seua ubicació i delimitació mitjançant la cartografia cadastral.
- **Google Earth:** Programari web que permet visualitzar el globus terrestre, amb ferramentes avançades de cartografia que permeten realitzar una visualització precisa tant 2D com 3D de tota la superfície terrestre que es desitge, i d'especial utilitat per a obtenir informació sobre les distàncies i superfícies d'algunes parts de la planta.
- **Google Maps:** Ferramenta de cerca d'ubicacions que permet localitzar un punt concret, calcular distàncies i veure lloc d'interès més de prop a peu de carrer.
- **Microsoft Excel:** Programa d'anàlisi avançant, càlcul i tractament de dades.
- **PVGIS:** Software web que proporciona informació meteorològica segons les dades geogràfiques de la zona, permetent avaluar el recurs solar i la generació elèctrica del sistema fotovoltaic d'estudi.
- **PVsyst:** Programa de disseny, simulació i anàlisi de tot tipus de dades referents a una instal·lació fotovoltaica solar, permetent realitzar un modelatge 3D de la parcel·la d'estudi i realitzar un anàlisi de les ombres sobre aquesta.
- **Sun Earth Tools:** Software online, que a partir de les dades d'entrada del lloc d'estudi, el dia i l'hora, es pot obtenir la carta solar i vàries taules amb els valors del azimut i la elevació.

4. Requisits de disseny

En aquest punt de la memòria es descriuen les bases i les dades de partida que deriven dels següents aspectes:

- ✚ De l'emplaçament on es va a realitzar la instal·lació fotovoltaica, i el seu entorn. Per conèixer l'estat inicial de projecció de la instal·lació.
- ✚ De les necessitats del client.
- ✚ De la situació inicial a nivell de consums i facturació elèctrica.
- ✚ De l'estudi solar en el que es simulen les zones d'ombra per poder plantejar una òptima configuració fotovoltaica.

4.1. Emplaçament de la instal·lació fotovoltaica

Aquesta instal·lació fotovoltaica es realitzarà en dos parcel·les d'una empresa del sector agrícola situada en Vilanova de la Barca, prop de la localitat de Lleida (Catalunya). Les dades que indiquen on es situa exactament aquesta empresa no es mostraran per privacitat (Taula 1).

Taula 1. Dades de l'emplaçament del lloc on va a realitzar-se la instal·lació fotovoltaica. Font: Creació pròpia.

| Característiques emplaçament | |
|------------------------------|----------------------|
| Nom de la empresa | XXXXXXXXXX |
| Direcció | XXXXXXXXXX |
| Població | XXXXXXXXXX |
| C.I.F. | XXXXXXXXXX |
| Referència cadastral P1 | 2085101CG1128N0001MK |
| Referència cadastral P2 | 2085102CG1128N0001OK |

El FUS, les coordenades geogràfiques de cada una de les parcel·les on es farà la instal·lació fotovoltaica i les coordenades UTM, es mostren a continuació en la Taula 2 i la Taula 3.

Taula 2. Dades geogràfiques de la parcel·la 1. Font: Creació pròpia.

| Parcel·la 1 | | |
|--|----------|---------------------|
| FUS | | 31 |
| Coord. Geogràfiques de graus [°, ', "] | Longitud | 0° 44' 25,584" (E) |
| | Latitud | 46° 41' 42,828" (N) |
| UTM | X | 311.972,64 |
| | Y | 4.618.405,72 |

Taula 3. Dades geogràfiques de la parcel·la 2. Font: Creació pròpia.

| Parcel·la 2 | |
|--|-----------------------------|
| FUS | 31 |
| Coord. Geogràfiques de graus [°, ', ''] | Longitud 0° 44' 23,352" (E) |
| | Latitud 41° 41' 42,828" (N) |
| UTM | X 311.919,60 |
| | Y 4.618.353,80 |

A continuació, en la Figura 25 es mostra la localització d'aquests dos terrenys, i en la Figura 26, es pot observar com es distribueixen les dos parcel·les de l'empresa.

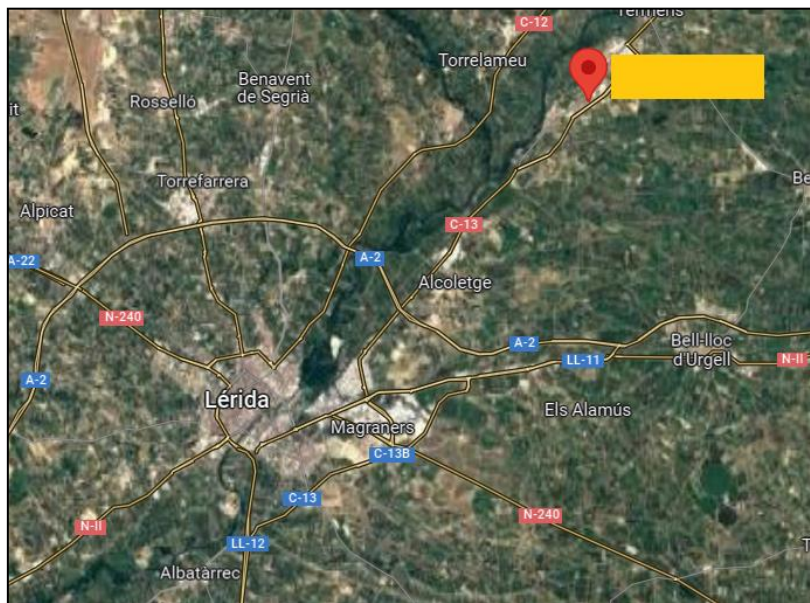


Figura 25. Localització del lloc on va a realitzar-se la instal·lació fotovoltaica. Font: Google Maps + Paint.



Figura 26. Distribució de les dos parcel·les que té la empresa. Font: Google Maps + Paint.

Pel que fa a la parcel·la 1, s'observa en la Figura 27 que la zona superior de la nau industrial (encerclat en taronja) es podria fer ús per a la instal·lació de plaques fotovoltaïques, ja que té una coberta a dos aigües nord-oest – sud-est. Per altra part, també s'aprecia que l'altra coberta (encerclada en verd), no serviria per a la instal·lació perquè en alguns moments del dia està completament en la ombra i no seria gens productiva ni eficient.

A més, en aquesta parcel·la a la part de més cap a la esquerra (encerclada en blau en la il·lustració anterior), es podrien instal·lar també plaques fotovoltaïques, amb algun tipus de pàrquing fotovoltaic o algun tipus de suport, ja que hi ha prou d'espai per poder-ho fer. Per les altres zones d'aquest terreny no s'instal·laran més plaques perquè passen camions i viants, podent ser perillós per a aquests la instal·lació de les plaques, i perquè es produiria ombra constantment sobre aquestes.



Figura 27. Nau industrial situada a la Parcel·la 1. Font: Google Maps + Paint.

Pel que fa a la parcel·la 2, com és un solar pràcticament buit, s'aprofitarà tot el que es puga l'espai disponible, sempre i quan es respecten els límits de distància de seguretat entre la instal·lació i les vies de circulació de l'exterior del terreny. A més, s'ha de tindre en compte que s'ha de deixar un mínim de separació entre el depòsit de GNL que es troba en la parcel·la i entre la instal·lació fotovoltaica, aquest depòsit mesura 8,80 m d'amplària i 19 m de llargària.

Finalment, en la Figura 28 s'observen les característiques meteorològiques del lloc on es farà la instal·lació.

| Fuente de datos: Meteonorm 8.0 (1997-2017), Sat=11% | | | | | | |
|---|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|
| | Irradiación horizontal global | Irradiación difusa horizontal | Temperatura | Velocidad del viento | Turbidez Linke | Humedad relativa |
| | kWh/m ² /mes | kWh/m ² /mes | °C | m/s | [-] | % |
| Enero | 54.4 | 19.4 | 5.2 | 2.21 | 2.506 | 83.4 |
| Febrero | 85.6 | 29.7 | 7.3 | 2.60 | 2.674 | 73.1 |
| Marzo | 138.3 | 46.5 | 11.7 | 2.89 | 3.149 | 63.4 |
| Abril | 168.2 | 54.8 | 14.9 | 2.69 | 3.352 | 62.9 |
| Mayo | 205.7 | 73.7 | 19.4 | 2.70 | 3.558 | 55.5 |
| Junio | 221.9 | 72.5 | 24.5 | 2.40 | 3.670 | 51.8 |
| Julio | 227.6 | 69.6 | 27.3 | 2.39 | 3.616 | 50.3 |
| Agosto | 198.4 | 67.9 | 26.6 | 2.18 | 3.595 | 53.3 |
| Septiembre | 148.5 | 51.7 | 21.6 | 2.00 | 3.356 | 64.7 |
| Octubre | 105.1 | 40.6 | 17.0 | 1.80 | 3.088 | 71.7 |
| Noviembre | 64.3 | 27.7 | 9.8 | 2.10 | 2.711 | 79.4 |
| Diciembre | 46.4 | 25.4 | 5.5 | 1.90 | 2.539 | 84.1 |
| Año | 1664.4 | 579.5 | 15.9 | 2.3 | 3.151 | 66.1 |

Irradiación horizontal global variabilidad año a año 2.2%

Figura 28. Informació meteorològica del lloc on es realitzarà la instal·lació fotovoltaica.
Font: Base de dades de Meteonorm 8.0 de PVsyst.

4.2. Estudi del voltant

En aquest apartat, per una part, s'estudiarà la distància mínima que hi ha d'haver entre la instal·lació fotovoltaica i les vies públiques, a més de comprovar que aquesta instal·lació fotovoltaica trobada dins de les parcel·les, estan a una distància mínima de la carretera C-13, ja que s'ha de complir un mínim per la seguretat.

Per altra part, també s'analitzarà l'espai en el que confronten les dos parcel·les on es realitzarà la instal·lació fotovoltaica.

Distanciaments mínims entre la instal·lació fotovoltaica amb les vies públiques i la C-13

Per poder començar a realitzar la instal·lació fotovoltaica en aquestes dos parcel·les, primer s'ha de comprovar que hi haja una distància mínima de 5 m [17] des d'aquesta instal·lació a les vies públiques. En la Figura 29 s'observa l'espai disponible per dur a terme la instal·lació després de llevar els 5 metres mínims de distància que s'han de complir segons les normes urbanístiques (plantejament refós gener 2022 de Lleida) [17].

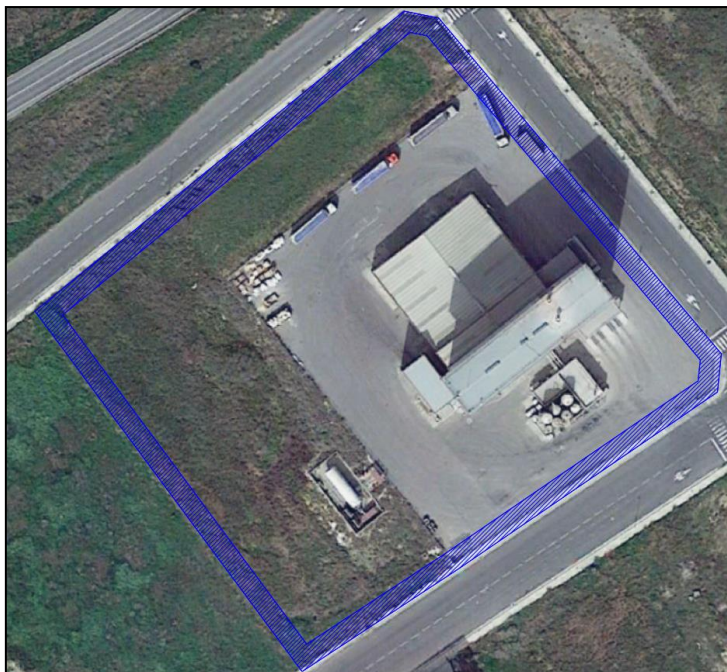


Figura 29. Distància mínima que s'ha de deixar entre la instal·lació i les vies públiques. Font: Creació pròpia amb AutoCAD.

A més, es comprovarà la distància que hi ha entre la carretera C-13 i la parcel·la. En la Figura 30 es comprova que efectivament es compleix la distància mínima que ha d'haver, de 25 m, tal i com s'indica en el Article 33.1 de la Llei de Carreteres [18].



Figura 30. Distància mínima que hi ha entre la C-13 i les parcel·les on es realitzarà la instal·lació fotovoltaica. Font: Creació pròpia amb AutoCAD.

Espais que confronten amb les dos parcel·les on va a realitzar-se la instal·lació fotovoltaica

Per fer un estudi complet de la instal·lació, s'estudien les zones que confronten les dos parcel·les. Tal i com s'observa en la Figura 31, $\frac{3}{4}$ parts del perímetre de les parcel·les, pertanyen a aceres i vials (marcat en línies discontinues); i la part del perímetre restant, pertany a la parcel·la contigua, que és un sol sense edificar de classe urbà (marcat en un requadre sòlid).



Figura 31. Espais que confrontació amb les dos parcel·les on va a realitzar-se la instal·lació fotovoltaica. Font: Creació pròpia amb AutoCAD.

4.3. Anàlisi del consum energètic

En funció de les dades del consum energètic del client, s'han pogut obtenir les dades que es mostren en la Taula 4. Aquest client està indexat a una tarifa de 6 períodes i el cost energètic de la potència s'ha extret de les factures del període de l'any: març 2020 - febrer 2021.

| DADES CONSUM ENERGÈTIC | | | | | | |
|------------------------|--------------|-----------|---------|---------|---------|-----------|
| Tarifa | Tarifa 6.1 A | | | | | |
| Període | P1 Punta | P2 Pla | P3 Pla | P4 Pla | P5 Pla | P6 Vall |
| Potència [kW] | 620 | 620 | 620 | 620 | 620 | 700 |
| Cost energètic [€/kWh] | 0,267345 | 0,1337875 | 0,09791 | 0,09791 | 0,09791 | 0,0446725 |

Taula 4. Dades generals de la tarifa elèctrica contractada pel client. Font: Creació pròpia.

Les tarifes 6.X es caracteritzen per establir un total de sis períodes horaris, tant per al terme de potència com per al terme de consum, on el preu de la llum i el de la potència varien segons el mes i la franja horària.

A continuació, en la Figura 32 i en la Figura 33, es pot veure com es distribueixen els 6 períodes de la tarifa elèctrica contractada en cada un dels mesos de l'any. Aquesta distribució de períodes, és la que hi havia abans de l'1 de juny de 2021, ja que les factures proporcionades pel client són anteriors a aquesta dada i, a més, no s'ha proporcionat cap desglossament del consum per hores, sent molt complicat fer l'estudi amb la tarifa 6.1. TD aprovada l'1 de juny de 2021.

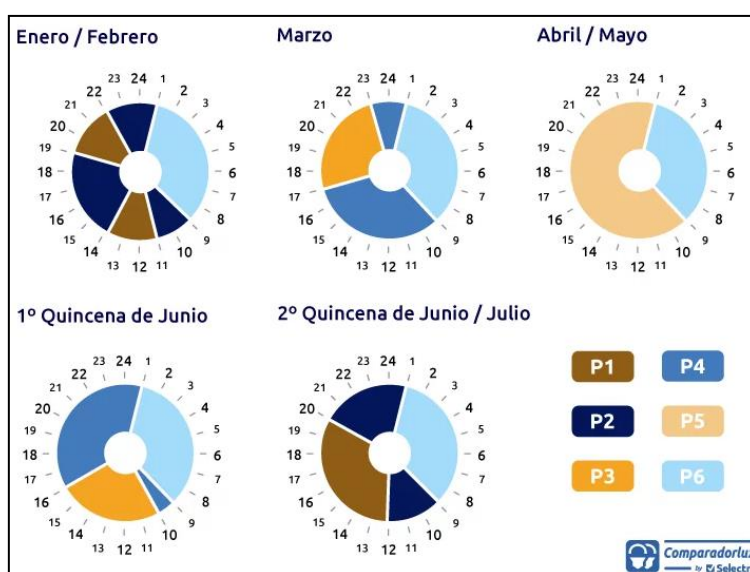


Figura 32. Distribució dels períodes de consum energètic durant els set primers mesos de l'any. Font: [19].

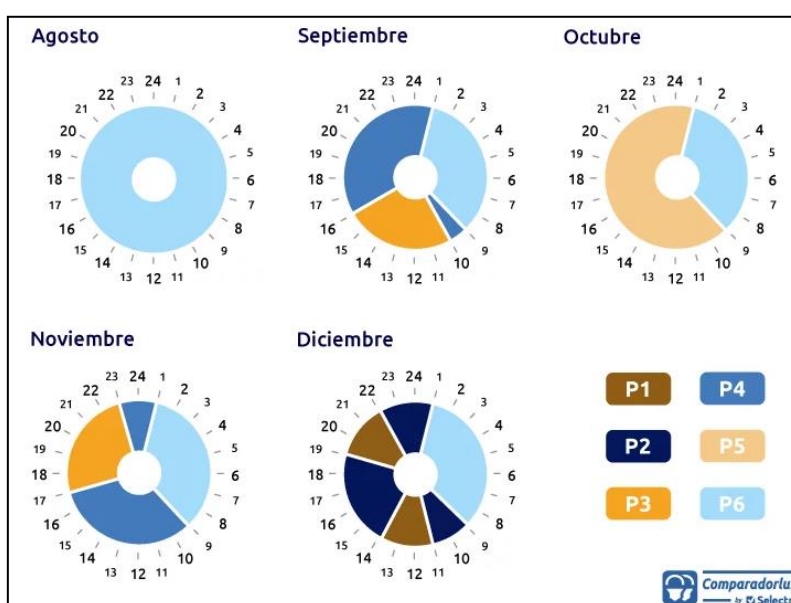


Figura 33. Distribució dels períodes de consum energètic durant els cinc últims mesos de l'any. Font: [19].

Tal i com s'observa en les dos il·lustracions anteriors, es dona el període 1 (període punta) en diferents mesos al llarg de l'any (gener, febrer, segona quinzena de juny, juliol i desembre), la major part del temps d'aquest període coincideix amb les hores de major producció d'energia d'una instal·lació fotovoltaica, sobre tot en juny i juliol, fent favorable la instal·lació fotovoltaica d'estudi, sobretot per a aquests períodes perquè és quan el client pagaria més per l'energia obtinguda de la xarxa.

Les potències de la instal·lació registrades pel màximetre són les que s'observen en la Figura 34. En aquesta, es pot veure que en la majoria dels casos, la potència registrada sobrepassa la contractada (620 kW en tots els períodes, menys 700 kW en el període 6).

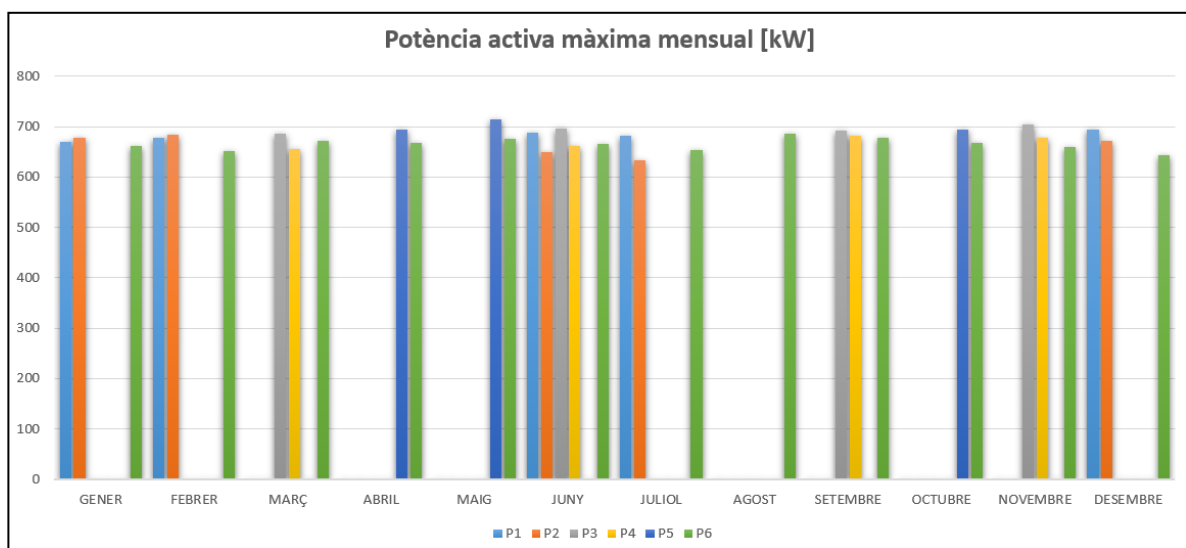


Figura 34. Lectura de potències registrades pel màximetre per a cada període horari de la tarifa contractada 6.1 A, en cada mes de l'any. Font: Creació pròpia a partir de les dades proporcionades.

A més, en la Figura 36, es mostra el consum de l'energia activa en la planta, agrupada segons els períodes horaris de la tarifa contractada, 6.1. A. I, en la Figura 35, també es mostra el consum d'energia activa que té l'empresa, però en hores solars (concepte explicat en el punt 2.1.2.1.).

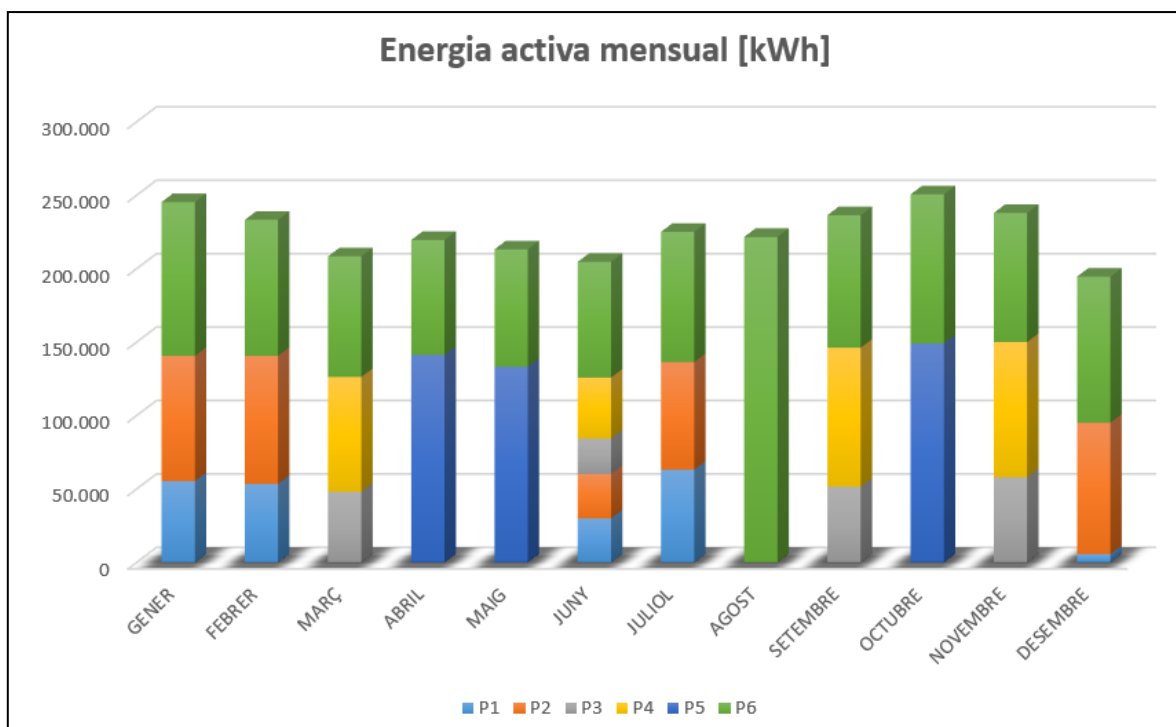


Figura 35. Consum de l'energia activa que té la empresa d'estudi. El consum que hi ha cada mes està dividit entre els períodes de la tarifa horària. Font: Creació pròpia a partir de les dades proporcionades.

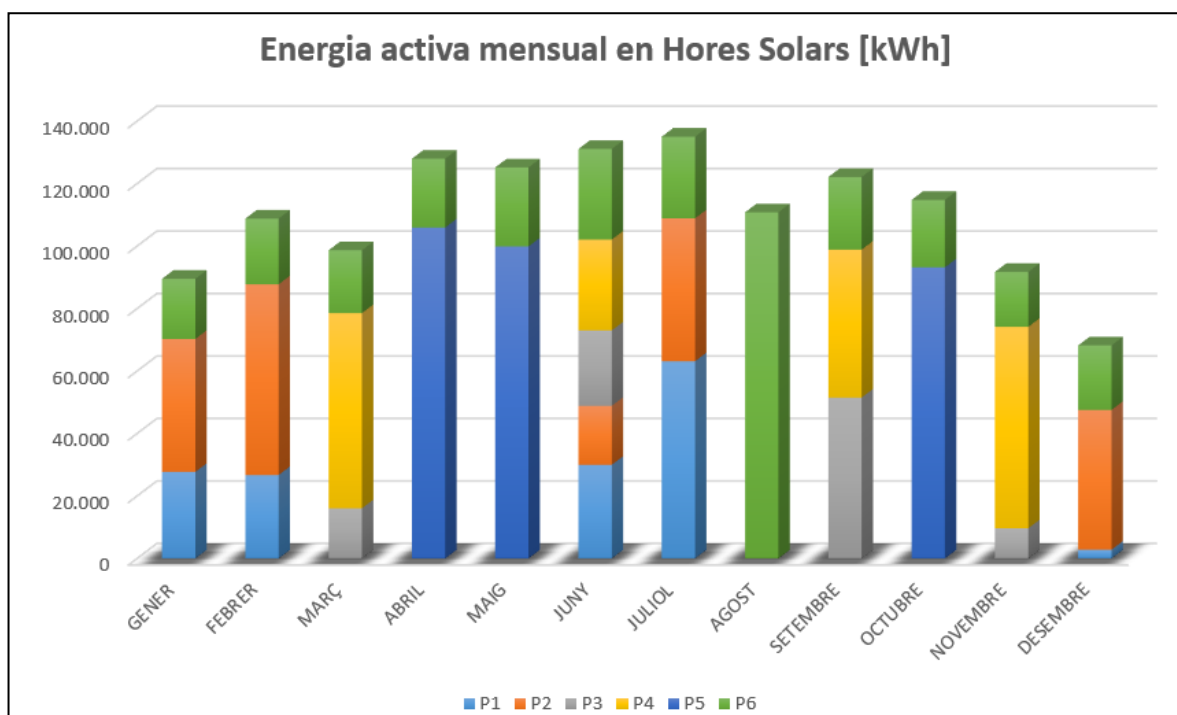


Figura 36. Consum de l'energia activa que té la empresa d'estudi, en les hores solars. El consum que hi ha cada mes està dividit entre els períodes de la tarifa horària. Font: Creació pròpia a partir de les dades proporcionades.

Finalment, es calculen els costos anuals derivats del consum elèctric del client (mirar Taula 5). Per calcular aquest cost, es tindran en compte el total de costos d'energia i de potència, l'Impost Elèctric (IEE, impost especial, al tipus 5'11269632%, que s'aplica sobre la facturació d'electricitat subministrada, sobre el terme de potència contractada i sobre el terme d'energia consumida), i també el lloguer de l'equip de mesura en cada mes.

Taula 5. Costos anuals actuals derivats del consum elèctric que té la empresa d'estudi. Font: Creació pròpia a partir de les dades de les factures de l'empresa d'estudi.

| Costs energètics de la empresa | |
|--|---------------------|
| Cost total de potència | 62.872,49 € |
| Cost total d'energia | 172.051,78 € |
| Cost total excés de potència | 2.124,17 € |
| Impost d'Electricitat (IEE) | 11.931,42 € |
| Impost lloguer equips de mesura | 314,87 € |
| Cost energètic total anual | 249.294,73 € |

4.4. Estudi de les ombres

Una part molt important en quan al disseny d'una instal·lació fotovoltaica és estudiar la situació de les ombres sobre el lloc on va a realitzar-se aquesta, per poder evitar les ombres i que la viabilitat dels projecte siga la màxima. Per això s'ha procedit a fer l'estudi del recorregut solar, i les diverses trajectòries que té el sol al llarg de l'any, en la ubicació d'estudi. Així es podran observar les possibles ombres en el lloc on va a realitzar-se la instal·lació i corregir les zones on no convé instal·lar cap placa, i trobar, finalment, la configuració òptima.

A continuació, s'ha procedit a fer un estudi de les ombres mitjançant dos formes diferents, en primer lloc mitjançant el Software Sun Earth Tools, s'ha realitzat el càlcul de la posició del sol en el cel per a cada punt de les parcel·les, en qualsevol moment del dia. A més, com la posició del sol en el cel canvia depenent de cada dia, de cada mes i de cada hora, s'ha obtingut l'estudi per a tres situacions diferents de l'any (desembre, juny i març) a la mateixa hora, i s'ha representat en la Figura 37. En aquesta il·lustració s'observa que el ventall gros comprèn totes les posicions solars al llarg del dia i de l'any, eixint de l'Est i amagant-se per l'Oest. Tal i com s'aprecia en aquesta figura la imatge de la esquerra té menys hores de llum solar, ja que es tracta del solstici d'hivern (22 de desembre); en la imatge d'enmig hi ha més hores de llum solar, tractant-se del solstici d'estiu (22 de juny), sent el dia molt més llarg que en hivern; i, finalment, en la imatge de la dreta s'ha representat un terme mig entre els dos anteriors (22 de març).

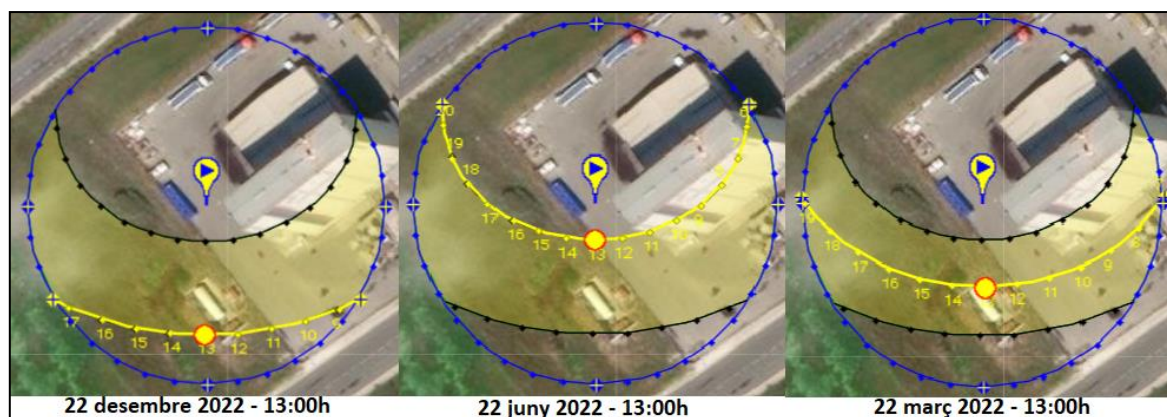


Figura 37. Ventall de possibilitats solars segons les hores del dia i mesos de l'any. Font: Sun Earth Tools [20].

A més, per a aportar més informació d'aquest ventall solar sobre les parcel·les on va a realitzar-se la instal·lació fotovoltaica, s'esposa en la Figura 38 un gràfic de coordenades cartesianes i en la Figura 39 un gràfic polar equidistant.

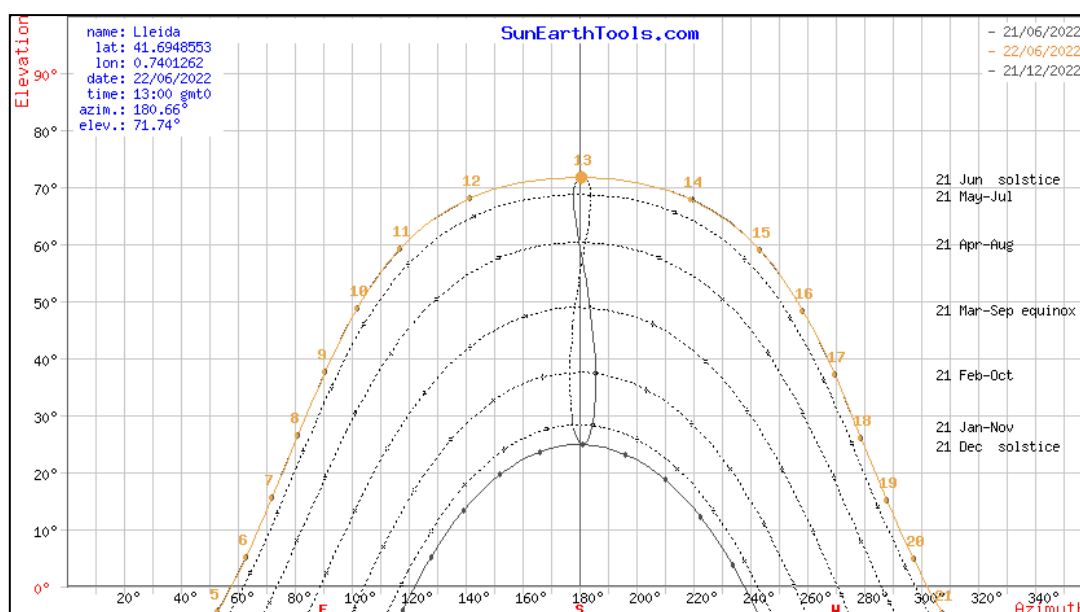


Figura 38. Gràfic solar cartesià ortogràfic del lloc on va a realitzar-se la instal·lació fotovoltaica. Font: Sun Earth Tools [20].

Els gràfics de coordenades cartesianes es basen en la projecció de les posicions solars sobre una superfície cilíndrica, la qual després es despleguen per a generar un diagrama rectangular. En aquest cas, les posicions solars es representen mitjançant dos valors, generalment denominats coordenada X i coordenada Y.

Un dels gràfics solars cartesianes més emprats és l'ortogràfic, aquest utilitza una escala regular, tant per a l'eix de les coordenades X (abscisses) com per a l'eix de les coordenades Y (ordenades). La Figura 38, mostra un exemple d'aquest tipus de gràfiques, considerant una

latitud de $41,69^\circ$ i una longitud de $0,74$ (ubicació d'on va a realitzar-se la instal·lació fotovoltaica).

Un altre tipus de gràfic és el polar equidistant, en aquest mètode les trajectòries solars es projecten sobre un pla de l'horitzó de tal manera que generen radis distribuïts de manera regular, per lo que la distància radial resulta un factor lineal del angle de altitud. Donat que el canvi relatiu en els radis dels angles d'altura solar és sempre el mateix, no existeix una tendència de deformació cap a l'horitzó. És per això, que es tracta d'un gràfic solar equilibrat, útil per a avaluar tant angles solars alts com baixos. Aquest es mostra en la Figura 39 i està realitzat sobre la ubicació de la instal·lació d'estudi.

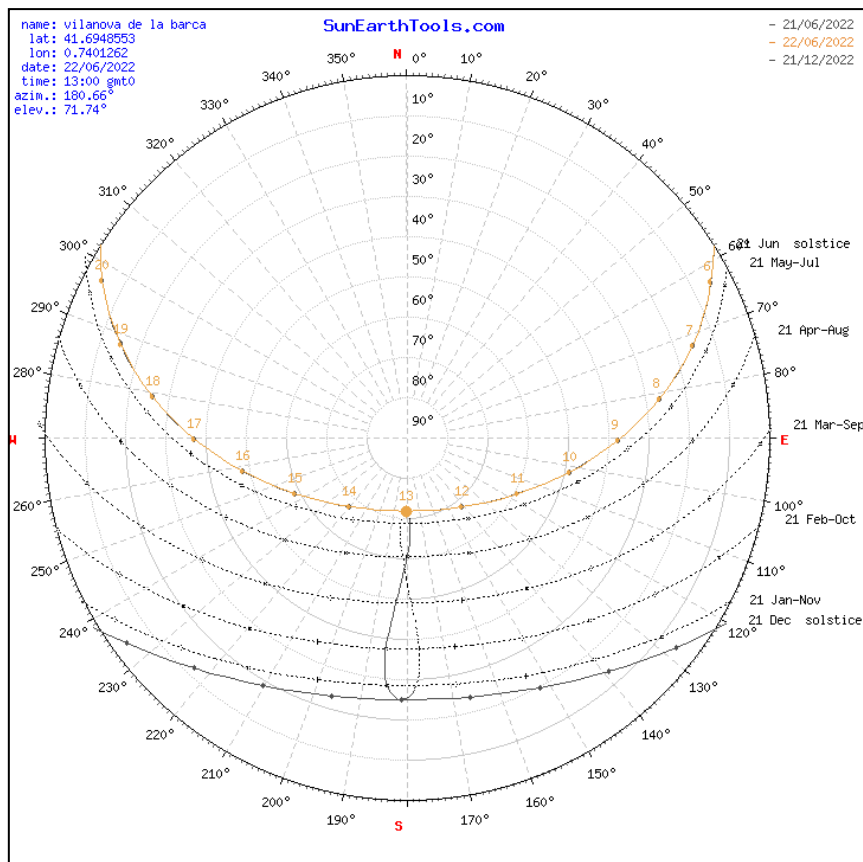


Figura 39. Gràfic solar equidistant del lloc on va a realitzar-se la instal·lació fotovoltaica. Font: Sun Earth Tools [20].

Per fer més complet l'estudi solar, en segon lloc, s'utilitzarà el Software PVsyst (en un menú que s'accedeix des de "Sombreados Cercanos" → "Construcción/ perspectiva"), en aquesta ferramenta es farà una simulació de la trajectòria solar sobre una construcció modelada virtualment de les dos parcel·les on va a realitzar-se la instal·lació fotovoltaica. Per poder modelar aquestes dos parcel·les s'ha fet ús de les ferramentes proporcionades pel Software, amb blocs de construcció i altres element addicionals que ofereix aquest. Per a les mesures, s'ha fet ús de Google Maps i de l'aplicació web del cadastre; amb aquestes dos eines, s'han

pogut obtenir totes les mesures necessàries per fer una construcció virtual lo més aproximada que s'ha pogut a la realitat, per tal d'aconseguir en la simulació solar, les ombres ocasionades per tots els elements, d'una manera més aproximada possible.

Cal destacar, que en la simulació, s'han cobert totes les zones de les dos parcel·les lliures amb plaques fotovoltaïques. I així al fer la simulació es podrà apreciar la ombra ocasionada pels elements sobre aquestes; i també s'observa l'espai disponible que hi ha per posar plaques. Però s'ha de tindre en compte, que ni la inclinació ni la orientació ni les mesures de les plaques són les que s'utilitzaran per a fer la instal·lació fotovoltaica (aquests paràmetres s'analitzaran en punts posteriors, i s'elegiran els més òptims), sols s'han posat per a dur a terme la simulació.

A continuació, en la Figura 40 i la Figura 41, es mostra la construcció final modelada, en cada una de les il·lustracions, des de diferents perspectives. A més, també es pot fer una representació del ventall solar (gràfic solar tridimensional) sobre les parcel·les on va a realitzar-se la instal·lació fotovoltaica per veure més clarament quina trajectòria segueix i com incideix sobre aquestes, així doncs permet veure de forma més intuïtiva com varien les posicions solars en un lloc determinat. Aquesta representació s'observa en la Figura 42.

En el Pla 1 es poden consultar totes les mesures de les dos parcel·les, que són les que s'han fet servir per poder fer la construcció virtual amb el Software PVsyst.

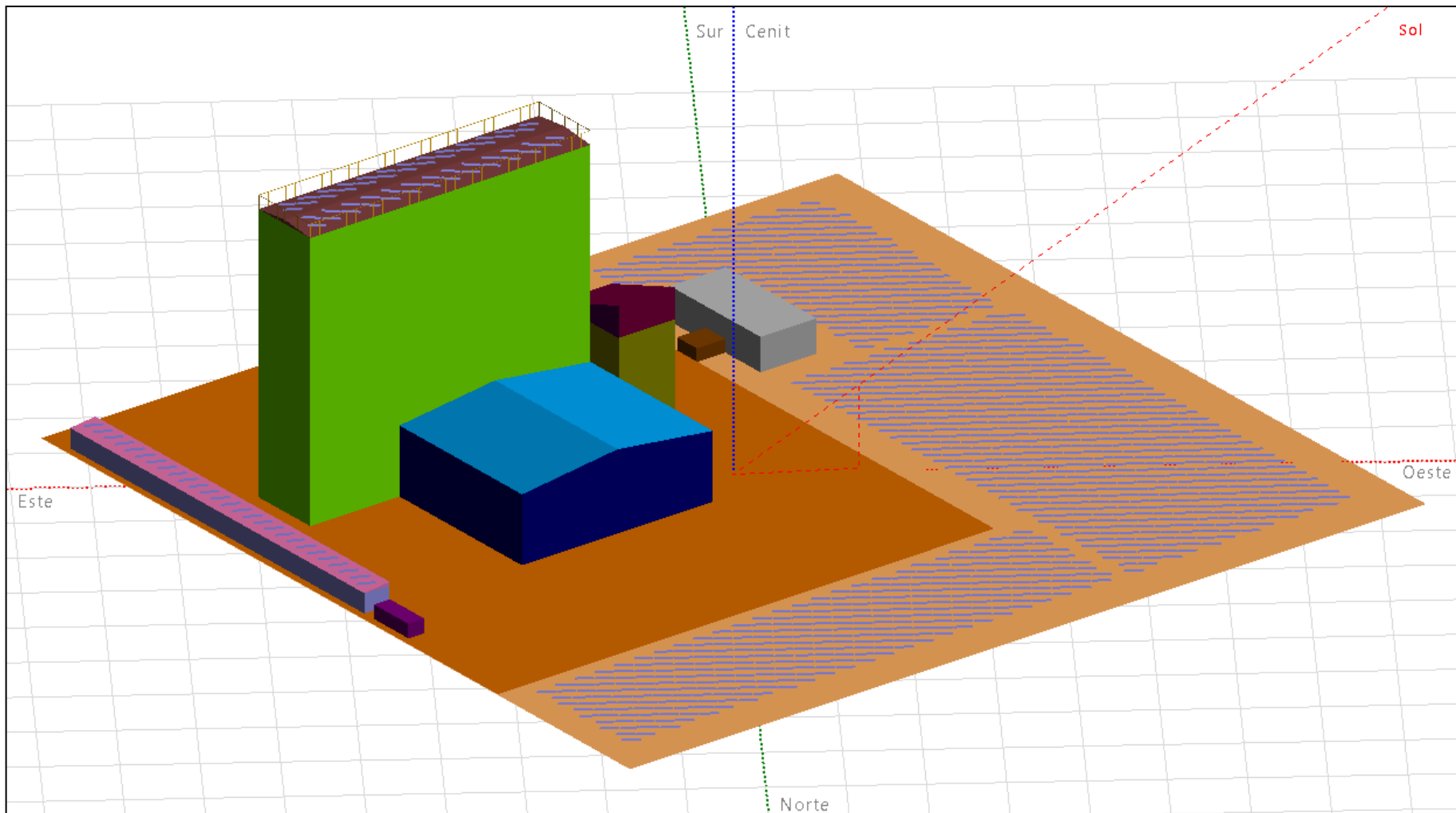


Figura 40. Modelatge de les dos parcel·les mirant des del Nord. Font: Creació pròpia amb PVsyst.

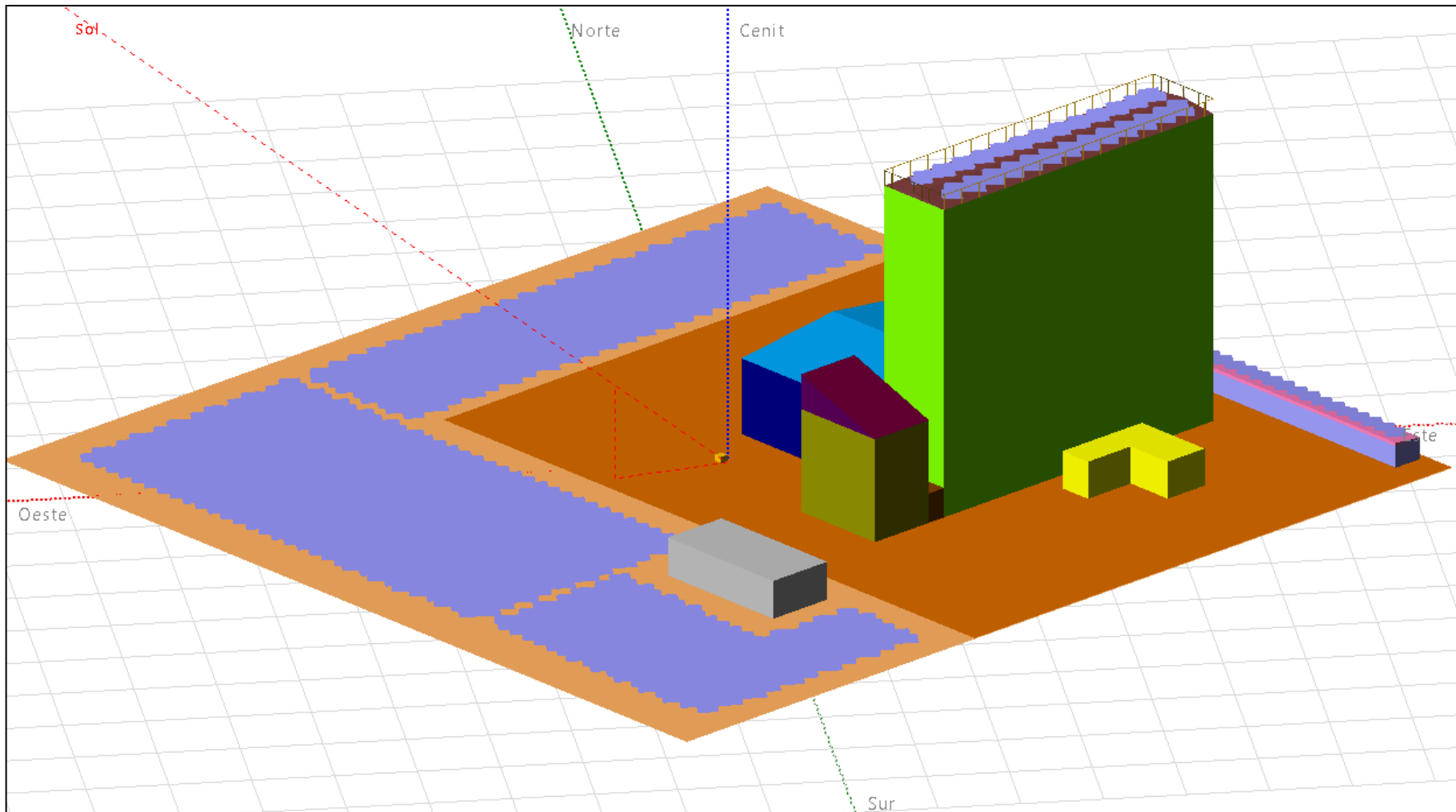


Figura 41. Modelatge de les dos parcel·les mirant des del Sud. Font: Creació pròpia.

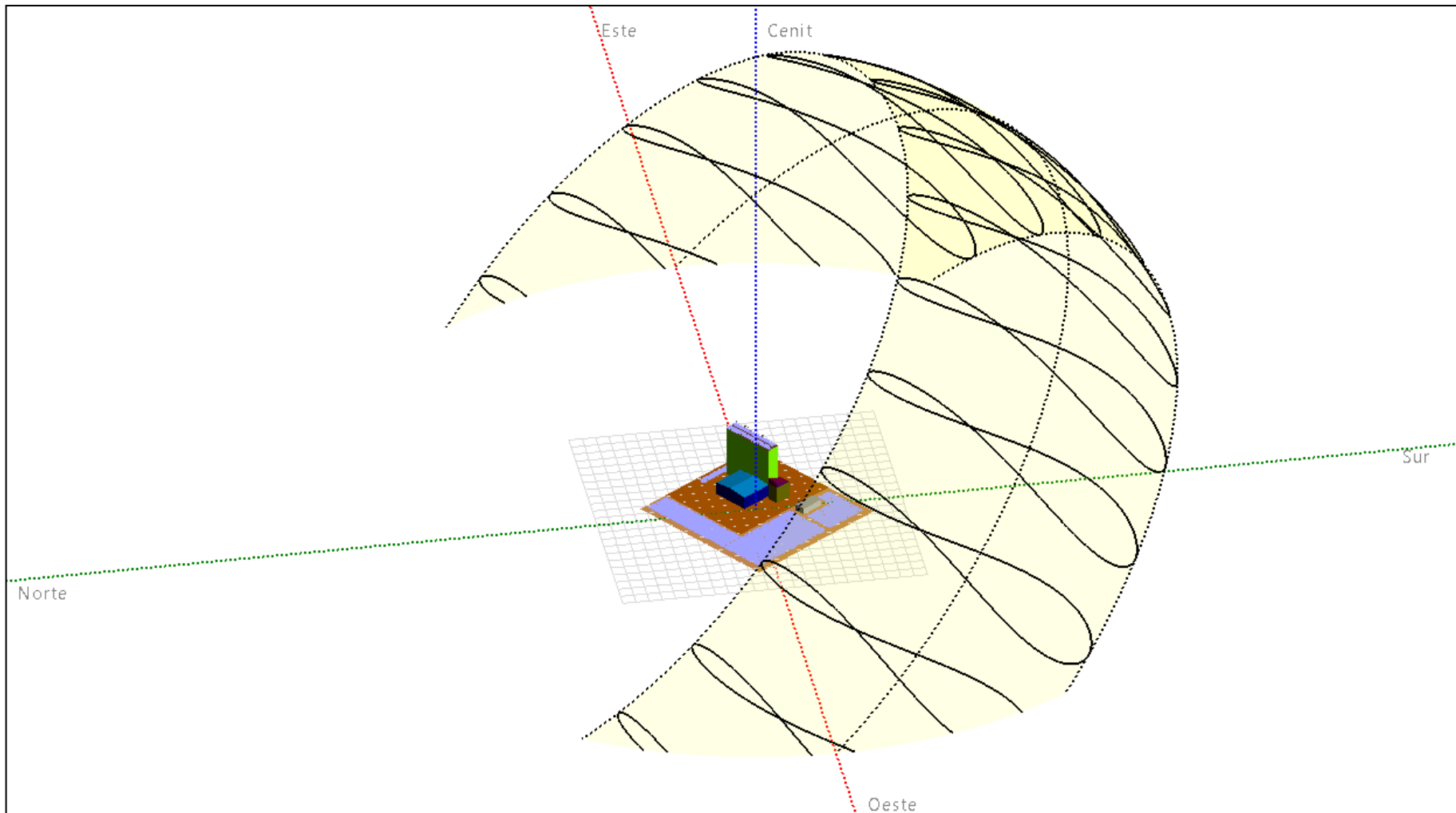


Figura 42. Gràfic solar tridimensional sobre les dos parcel·les d'estudi. Font: Creació pròpia amb PVsyst.

Per finalitzar amb l'estudi d'ombres sobre les parcel·les, s'analitzaran les ombres generades en distints horaris del dia, i en distints períodes de l'any, a mode de més informació. Lo ideal seria poder obtenir la corba de càrrega d'energia del client per observar quines són les hores on la nau està consumint més, i així estudiar les situacions crítiques, però no s'ha pogut aconseguir. I es realitzarà aquest estudi per a que aquest projecte siga més complet i es pugui veure en cada hora del dia depenent de tres períodes distints de l'any l'ombra provocada en les zones on va a realitzar-se l'estudi.

Per tant, s'ha optat per estudiar cada zona de les dos parcel·les on van a instal·lar-se les plaques fotovoltaïques, i es farà de la següent manera: es triaran tres mesos de l'any (març, juny i desembre) i es veurà en cada un d'aquests mesos, en quin moment del dia es produeix ombra en cada zona d'estudi (Figura 43).

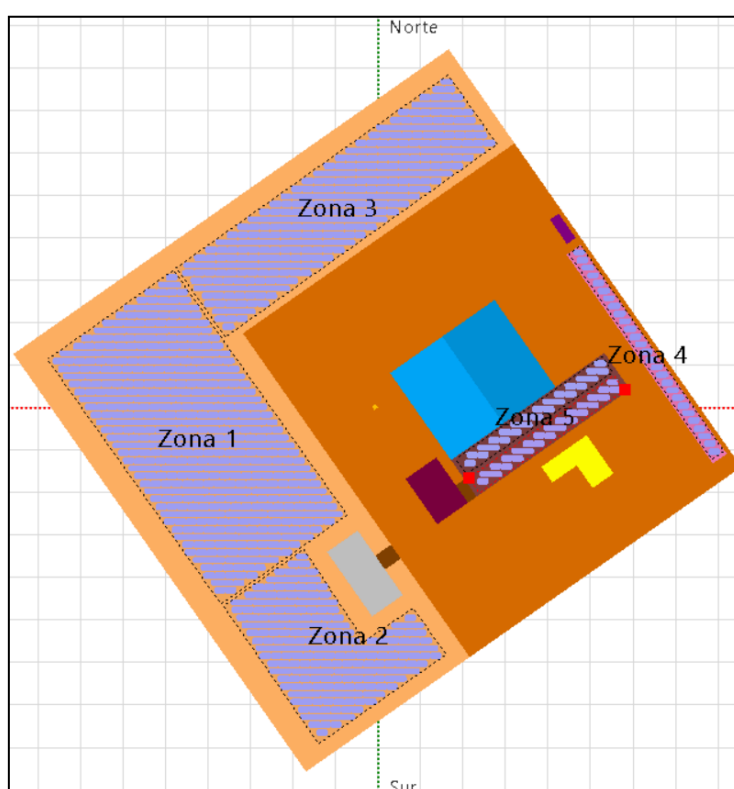
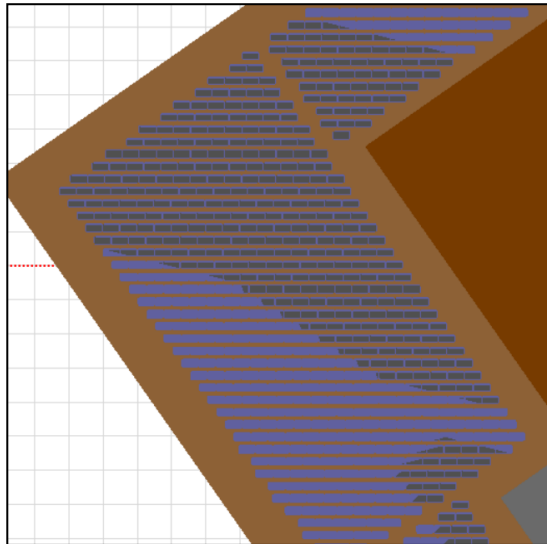
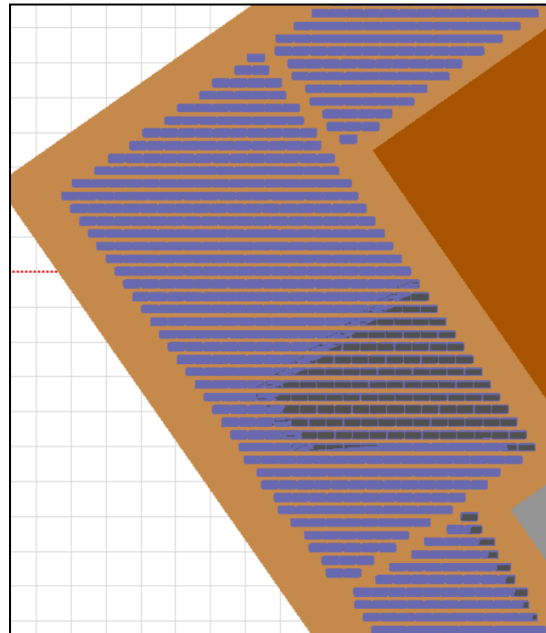


Figura 43. Situació de les distintes zones on va a realitzar-se la instal·lació de panells fotovoltaics. Font: Creació pròpia amb PVsyst.

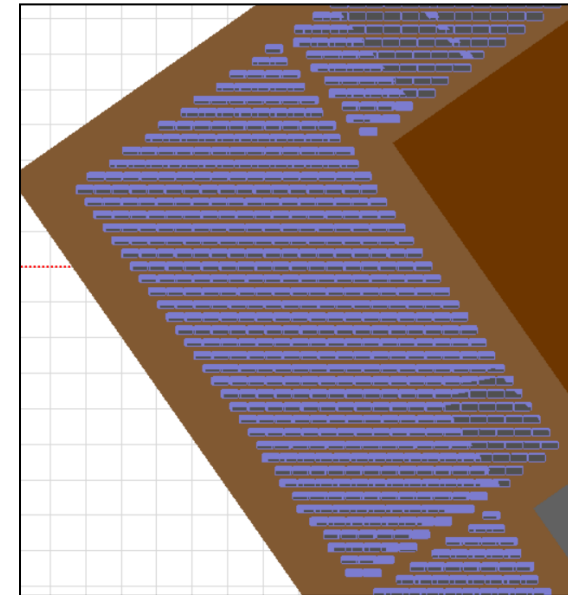
ZONA 1



22 de març de 2021 (des de les 8:00 fins a les 10:00, hi ha ombra en la part de dalt de la zona 1, creada per la nau).

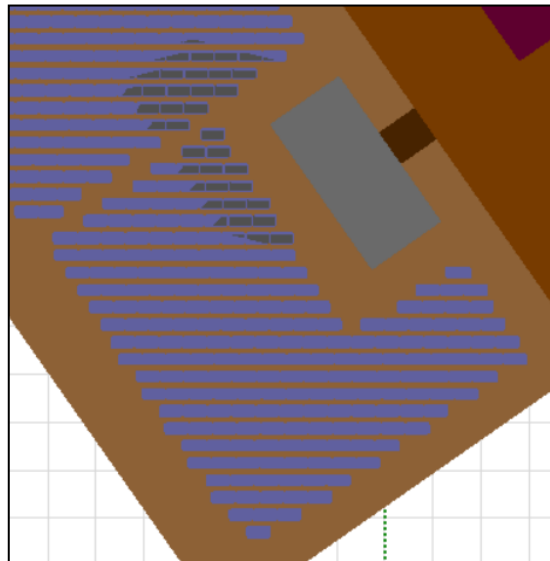


22 de juny de 2021 (des de les 8:00 fins les 10:00 hi ha ombra a la part d'enmig de la zona 1, creada per la nau).

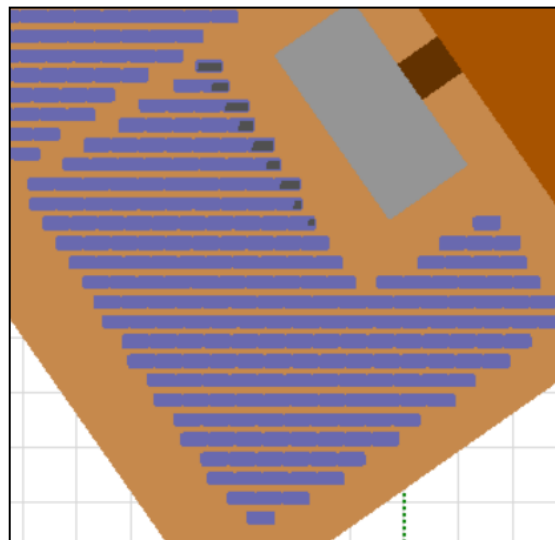


22 de desembre de 2021 (des de les 8:00 fins les 11:00 hi ha ombra a la part inferior de la zona 1, creada per la nau).

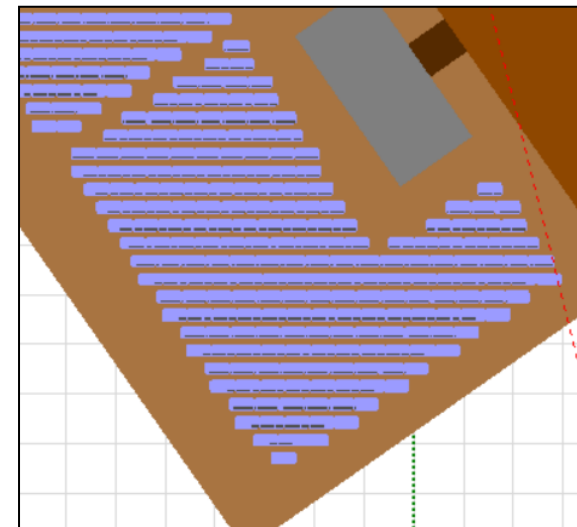
ZONA 2



22 de març de 2021 (de 8:00 a 9:00 es forma ombra en la part de dalt a la dreta de la zona 2, creada pel depòsit).

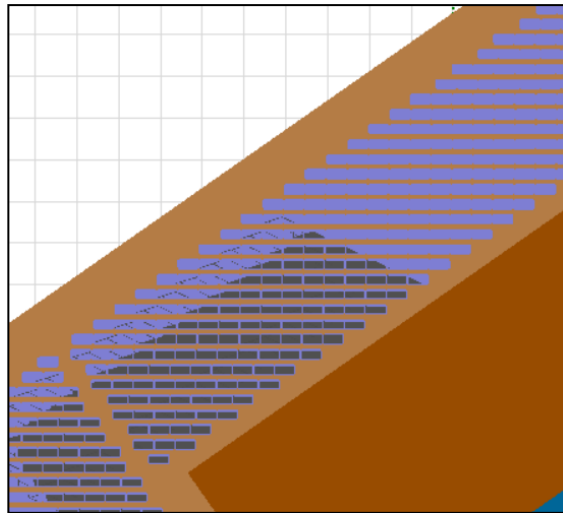


22 de juny de 2021 (de 8:30 a 9:00 es forma un poc d'ombra en la part de dalt a la dreta de la zona 2, creada pel depòsit).

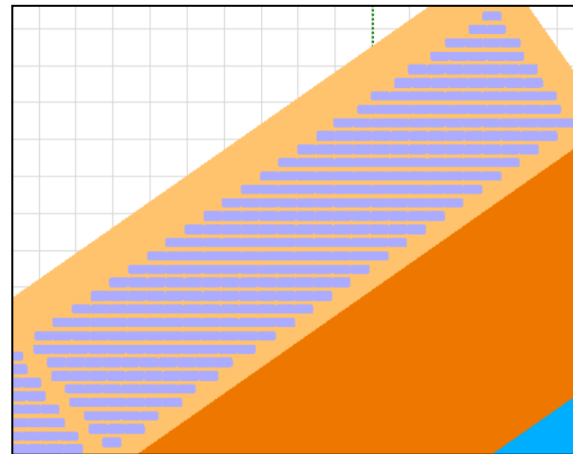


22 de desembre de 2021 (no hi ha ombres en la zona 2 durant tot el dia).

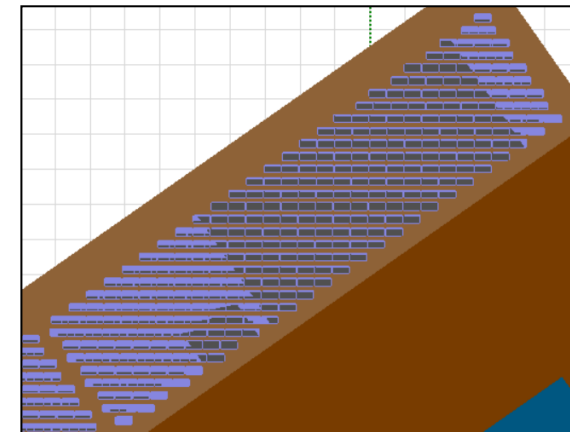
ZONA 3



22 de març de 2021 (de 8:00 a 10:30 es crea una ombra que ocupa la mitat de la zona 3, part de l'esquerra. Creada per la nau).

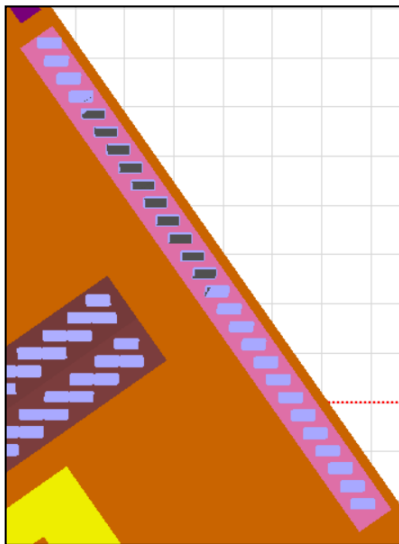


22 de juny de 2021 (no es crea cap ombra en la zona 2).

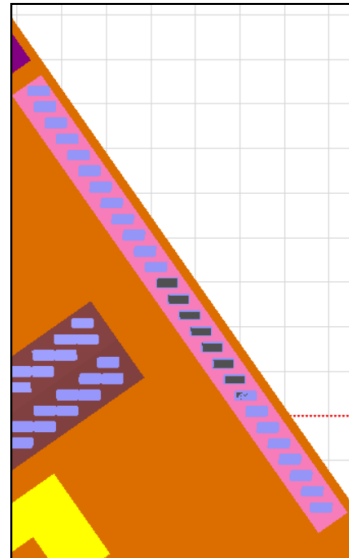


22 de desembre de 2021 (de 9:00 a 13:00 hi haurà ombra, i comprendrà tota la zona 3, d'esquerra a dreta).

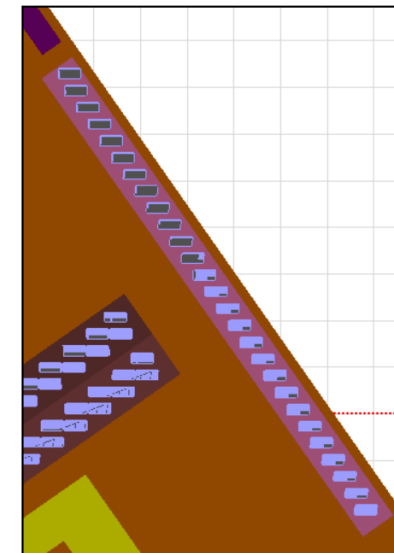
ZONA 4



22 de març de 2021 (de 12:30 a 18:00 hi haurà ombra per tota la zona 4, començant per la part superior d'aquesta, i acabant en la inferior).

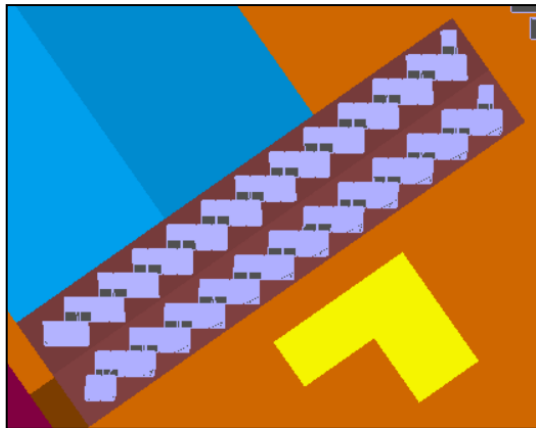


22 de juny de 2021 (de 13:30 a 17:30 hi haurà ombra per la part d'enmig de la zona, deguda a la nau).

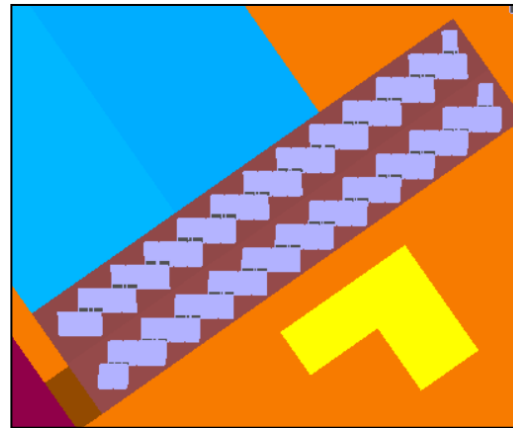


22 de desembre de 2021 (de 12:30 a 17:00 hi haurà ombra, primer estarà per la part superior i després comprendrà la part d'enmig).

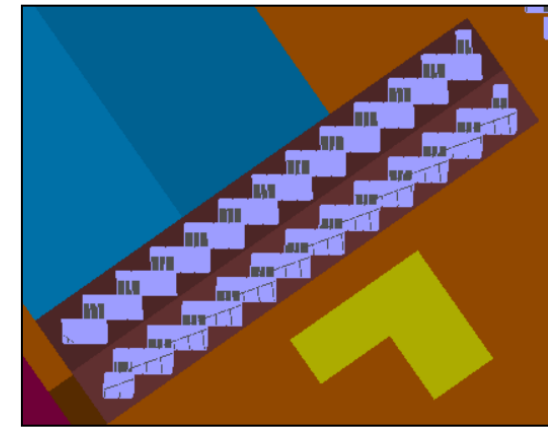
ZONA 5



22 de març de 2021 (durant tot el dia hi ha ombra, degut al reixat que hi ha en la part superior de la nau).



22 de juny de 2021 (durant tot el dia hi ha ombra, degut al reixat que hi ha en la part superior de la nau).



22 de desembre de 2021 (durant tot el dia hi ha ombra, degut al reixat que hi ha en la part superior de la nau).

Resultats i discussions de l'espai disponible per a la instal·lació de plaques fotovoltaiques

La Zona 1 i la Zona 3 són uns emplaçaments molt grans, per aquesta raó, tot i que hi ha prou ombra en algunes hores determinades del dia, s'ha optat per comptar en tots dos espais per a realitzar la instal·lació de plaques fotovoltaiques. Aquestes s'instal·laran sobre uns suports de formigó al sòl, i la inclinació d'aquests s'estudiarà en el punt següent.

Pel que fa a la Zona 2, aquesta pot assolir el màxim rendiment energètic durant un dia solejat, ja que, la ombra que pot haver és molt poca. I per a que siga pràcticament nul·la, es deixarà una distància d'aproximadament 12 m entre el depòsit i la instal·lació fotovoltaica (tal i com s'observa en el Pla 1). Aquesta distància a més de deixar-se per a que el depòsit no faja ombra sobre les plaques fotovoltaiques, també s'ha deixat per si el depòsit necessita algun tipus de reparació o manteniment, així els operaris podrien treballar perfectament al seu voltant. Aquestes plaques s'instal·laran sobre uns suports de formigó al sòl, i la inclinació d'aquests s'estudiarà en el punt següent.

Quant a la Zona 4, a pesar que durant tot el dia hi haurà ombra degut a la nau de fabricació, també es durà a terme la instal·lació de plaques fotovoltaiques en aquesta zona. A més, estes plaques fotovoltaiques estaran instal·lades sobre un pàrquing fotovoltaic, tal i com s'ha comentat anteriorment i s'entrarà en detall en els punts posteriors.

Finalment, en la Zona 5, s'ha optat per no realitzar cap instal·lació de plaques fotovoltaiques, ja que, al comptar la part més alta de la nau de fabricació amb un reixat, aquest fa que a totes hores del dia durant tots els dies de l'any hi haja una ombra parcial sobre els panells, provocant així que la posada de plaques fotovoltaiques sobre aquesta zona no resulte òptima ni eficient.

A continuació, en la Figura 44s'observa com es quedarien les zones on va a realitzar-se la instal·lació. Aquesta informació, a més, es recull en el Pla 2, on s'observen amb més exactitud les zones lliures on es podran instal·lar les plaques fotovoltaiques així com totes les mesures d'aquestes.

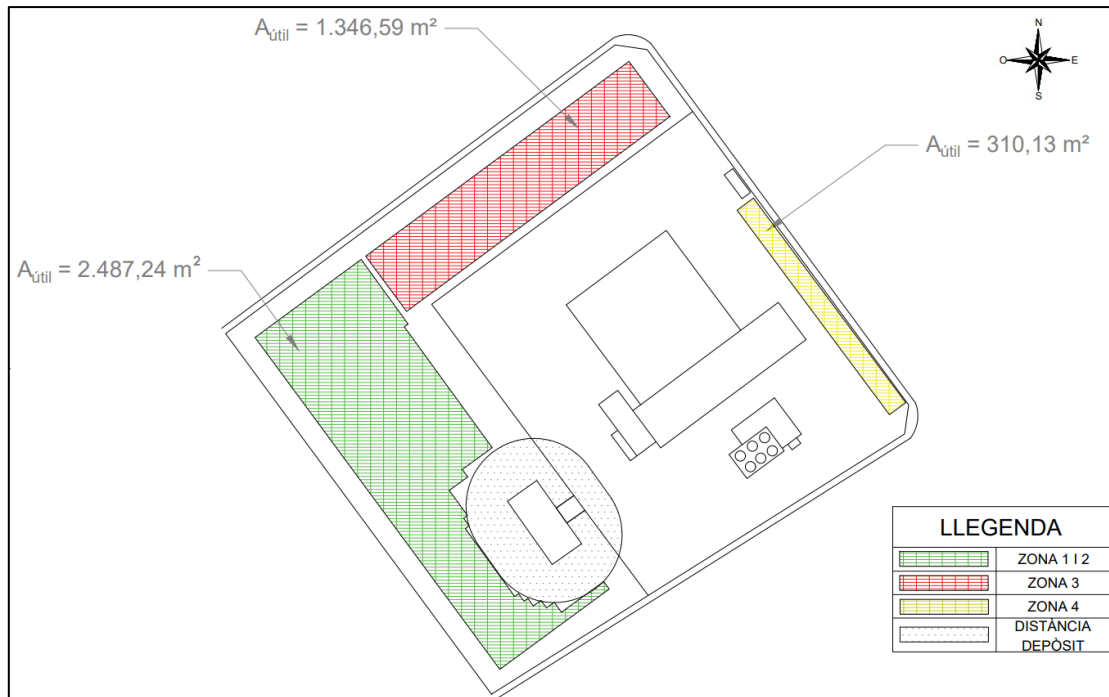


Figura 44. Espai disponible per a la instal·lació de plaques fotovoltaïques. Font: Creació pròpia amb AutoCAD.

Així doncs, una vegada es sap quin espai hi ha disponible per dur la instal·lació, s'estudiarà com estaran situades aquestes plaques, en cada una de les zones.

5. Configuració del generador fotovoltaic

5.1. Plantejament de les possibles distribucions en cada zona

En relació a les Zones 1, 2 i 3, l'estudi solar de les possibles distribucions plantejades a continuació, es faran amb uns suports de formigó amb una inclinació de 15° i 5° (aquests suports s'explicaran i es seleccionaran finalment, en el punt 7.3. de la memòria). És veritat que depenent de les disposicions de les plaques solars, cabran més o menys en cada zona, cosa que influirà de manera directa en la quantitat d'energia generada per la instal·lació. Per això, en aquestes zones s'estudiaran quatre disposicions diferents.

- ✚ Tots els mòduls orientats cap al sud, sobre estructures de formigó de 15°.
- ✚ Mòduls orientats cap a l'est, i mòduls orientats cap a l'oest, sobre estructures de formigó de 15°.
- ✚ Mòduls orientats cap al NE, i mòduls orientats cap al SO, sobre estructures de formigó de 15°.
- ✚ Mòduls orientats cap al NE, i mòduls orientats cap al SO, sobre estructures de formigó de 5°.

Pel que fa a la Zona 4, com aquestes plaques van a instal·lar-se sobre un pàrquing fotovoltaic, aquestes podran tindre la següent orientació: NE o SO (segons on es situa el pàrquing fotovoltaic, que es pot veure en el Pla 1), pel fet que aquestes estructures tenen dos possibles orientacions depenent de com està dissenyat l'aparcament. En la Figura 45, es poden observar els dos dissenys diferents que hi ha disponibles en el mercat. Cal destacar que aquest pàrquing té una inclinació de 10°.

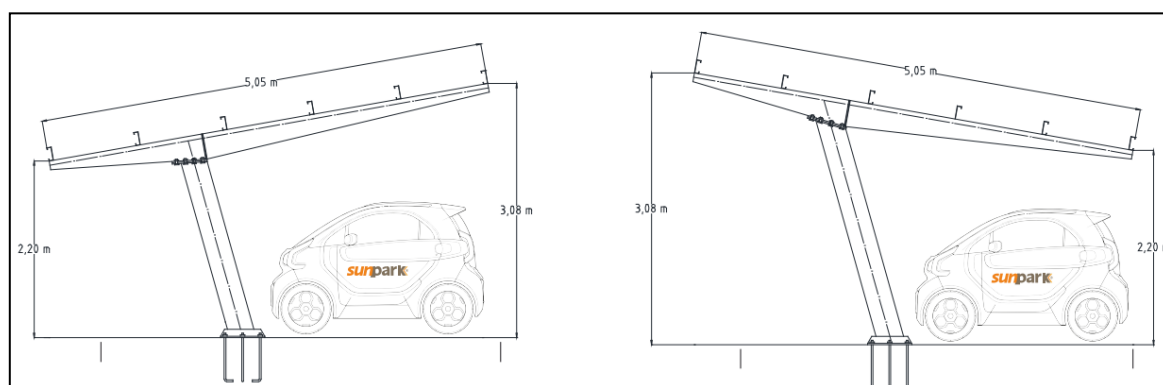


Figura 45. Possibles dissenys del pàrquing fotovoltaic. Font: [21].

Tot i que en el mercat estan les dos opcions de pàrquing fotovoltaic disponibles, s'optarà per posar la opció de l'esquerra de la Figura 45, per dos factors importants: El primer és perquè en aquesta empresa, estacionen vehicles de grans mesures (i amb la configuració

seleccionada podrien fer-ho vehicles de dimensions més alts a 2,20 m) i, el segon és perquè aquesta opció fa que s'aprofite millor el recurs de llum solar que arriba a les plaques fotovoltaïques. S'instal·larà un pàrquing fotovoltaic de 24 places, sobre el qual s'instal·laran un total de 102 panells fotovoltaics de 540 Wp (tindrà unes dimensions de 4,97 x 62,4 m).

Comentades les diferents disposicions en cada una de les zones on es realitzarà la instal·lació fotovoltaica, en el següent apartat s'estudiarà quina serà la òptima i, per tant, la més eficient i viable.

5.2. Estudi de possibles distribucions dels panells fotovoltaics

En aquest punt es procedirà a presentar i analitzar cada una de les tres possibilitats comentades en l'apartat anterior per a les zones 1, 2 i 3.

A més, tal i com s'ha expressat en el punt anterior, en la zona 4, les plaques fotovoltaïques es situaran dalt del pàrquing fotovoltaic orientades cap al NE, amb una inclinació de 10° (aquesta inclinació ve donada pel sostre del pàrquing fotovoltaic), en totes les distribucions plantejades.

A continuació, s'exposaran quatre apartats amb les il·lustracions corresponents a les distribucions comentades anteriorment. Cal destacar que per a les següents propostes, s'han emprat les dimensions típiques d'unes plaques fotovoltaïques de 540 Wp: 2.279 x 1.134 x 35 mm.

Tot seguit, quant a les quatre possibles distribucions, en les Zones 1, 2 i 3 es deixarà entre dos plaques fotovoltaïques una distància de 0,02 m, i per al manteniment d'aquestes es deixarà una distància entre columnes de blocs de plaques de 0,5 m i entre files de blocs 1 m, espai suficient per a que un tècnic pugui reparar qualsevol falla en una placa de difícil accés. I en la Zona 4 es deixarà una distància entre plaques de 0,05 m, i entre les vores, pel que fa a la part ampla del pàrquing fotovoltaic es deixarà una distància de 0,18 m, i per la vorera menuda una distància de 1,008 m.

a) Plaques orientades cap al sud

Aquesta primera distribució quedaria tal i com es mostra en la Figura 46 (i en el Pla 3). Seria possible instal·lar en les zones 1,2 i 3, 1.008 panells, i en la Zona 4, 102 panells. En

conjunt, en aquesta primera proposta, es podrien col·locar un total de 1.110 panells fotovoltaics, que sumarien una potència total de 599,40 kWp.



Figura 46. Primera distribució - panells orientats cap al sud. Zona 1, 2 i 3 sobre suports amb inclinació de 15°. Font: Creació pròpia amb AutoCAD.

b) Plaques orientades cap a l'est i cap a l'oest

Aquesta segona distribució quedaria tal i com es mostra en la Figura 47 (i en el Pla 4). Seria possible instal·lar en les Zones 1, 2 i 3, 942 panells; i en la Zona 4, 102 panells. En conjunt, en aquesta segona opció es podrien col·locar un total de 1.044 panells fotovoltaics, que sumarien una potència total de 563,76 kWp.



Figura 47. Segona distribució - panells orientats cap a l'est i cap a l'oest. Zona 1, 2 i 3 sobre suports amb inclinació de 15°. Font: Creació pròpia amb AutoCAD.

c) Plaques orientades cap al NE i cap al SO sobre suports de 15°

Aquesta tercera distribució quedaria tal i com es mostra en la Figura 48 (i en el Pla 5). Seria possible instal·lar cap al NE 678 panells i cap al SO 594 panells. En conjunt, en aquesta tercera opció, es podrien col·locar un total de 1.272 panells fotovoltaics, que sumarien una potència total de 686,88 kWp.

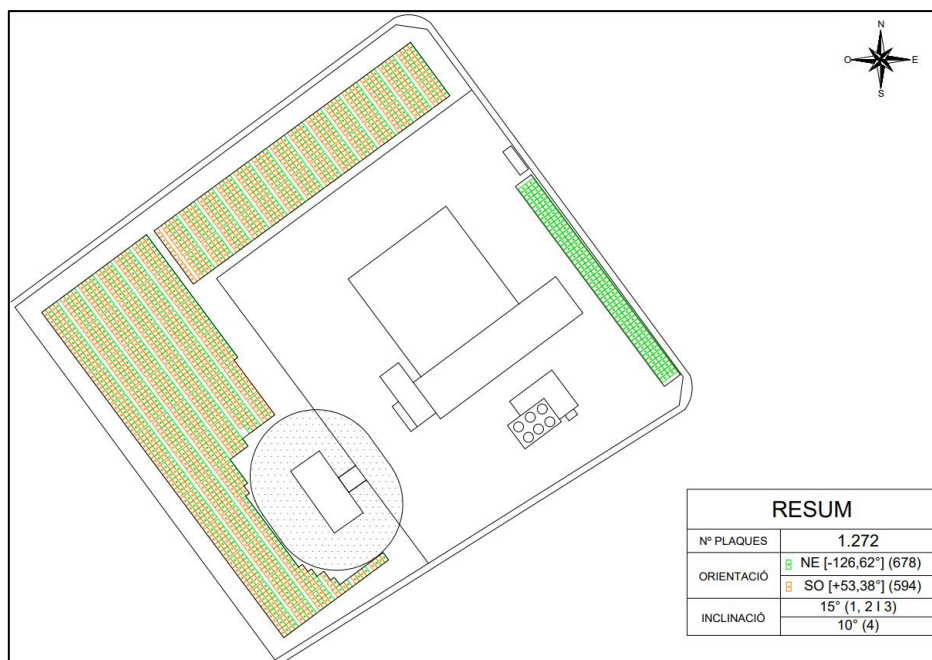


Figura 48. Tercera distribució - panells orientats cap al NE i cap al SO. Zona 1, 2 i 3 sobre suports amb inclinació de 15°. Font: Creació pròpia amb AutoCAD.

d) Plaques orientades cap al NE i cap al SO

Com en aquesta distribució plantejada (orientacions cap al NE i cap al SO), s'ha vist que la orientació de les plaques, s'ajusta tant bé a la zona on s'ha de fer la instal·lació, s'ha fet una alternativa a la tercera distribució. I aquesta opció consta d'uns blocs de formigó, on sobre cada un d'aquests suports s'instal·larà una placa. I es realitzaran agrupacions de plaques formant taules fins a 16 plaques juntes, tal i com es pot observar en la Figura 49. Aquesta configuració ens servirà per poder aprofitar al màxim l'espai disponible, ja que s'evita tindre que deixar un passadís per ombres.

La present distribució quedaria tal i com es mostra en la Figura 50 (i en el Pla 6). Seria possible instal·lar cap al NE 666 panells i cap al SO 606 panells. En conjunt, en aquesta quarta opció, es podrien col·locar un total de 1.272 panells fotovoltaics, que sumarien una potència total de 686,88 kWp.



Figura 49. Disposició dels blocs de formigó per a distribuir les plaques en la quarta distribució plantejada. Font: [22].

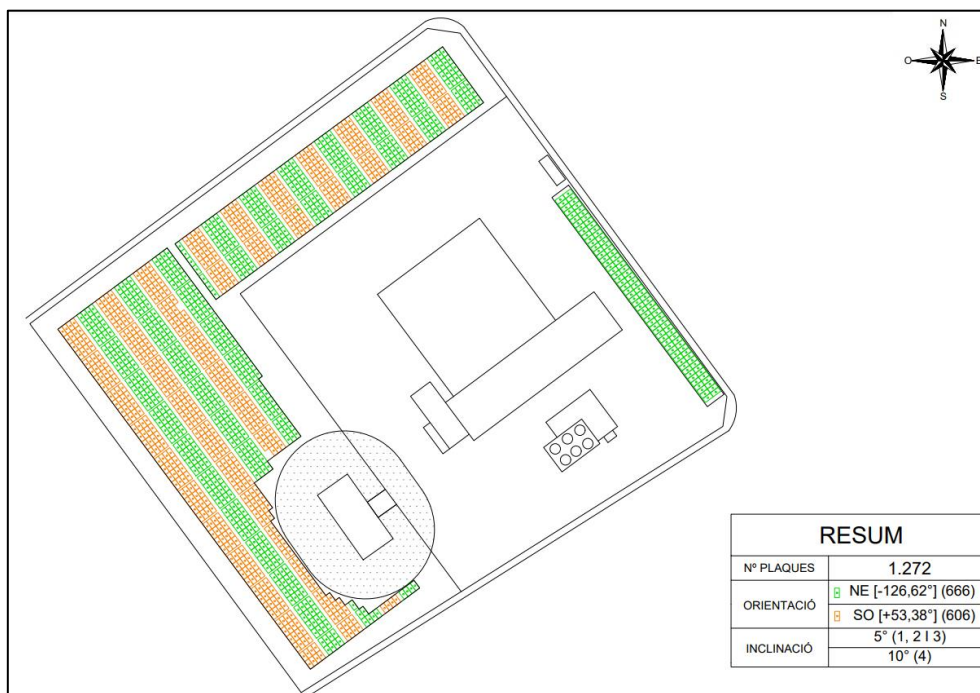


Figura 50. Quarta distribució – panells orientats cap al NE i cap al SO. Zona 1, 2 i 3 sobre suports amb inclinació de 5°. Font: Creació pròpia amb AutoCAD.

5.2.1. Anàlisi de l'energia generada dels panells fotovoltaics per a cada distribució plantejada

En aquest apartat de la memòria, es realitza una revisió detallada de les possibles distribucions d'energia proposades prèviament per a la instal·lació fotovoltaica objecte d'estudi, amb especial atenció analitzant l'energia produïda per cada una d'elles. La selecció adequada de la distribució d'energia és essencial per a maximitzar l'eficiència de les instal·lacions i l'eficiència energètica, optimitzant la capacitat de producció i l'ús dels recursos disponibles.

Primera distribució - 599,40 kWp instal·lats

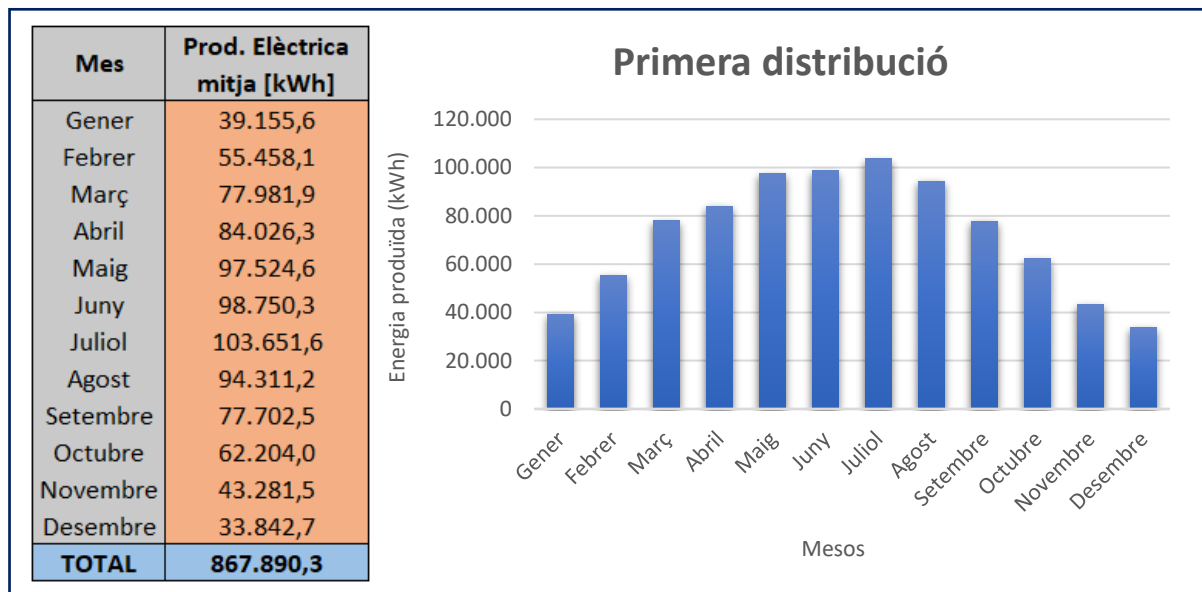


Figura 51. Producció energètica de la primera distribució. Font de dades: PVGIS.

Segona distribució - 563,76 kWp instal·lats

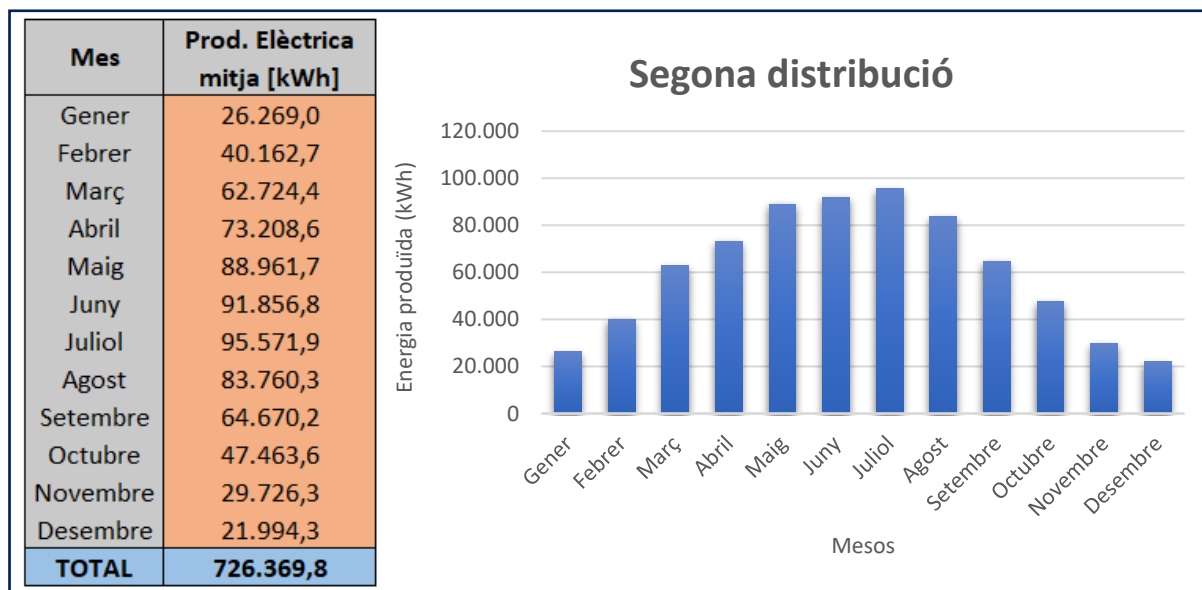


Figura 52. Producció energètica de la segona distribució. Font de dades: PVGIS.

Tercera distribució - 686,88 kWp instal·lats

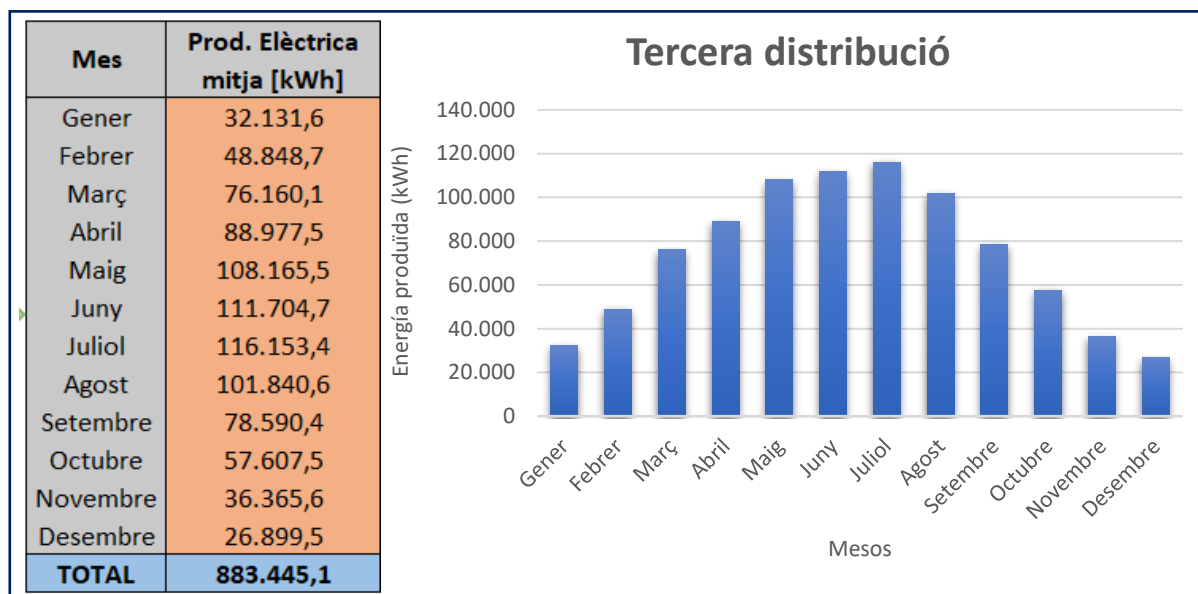


Figura 53. Producció energètica de la tercera distribució. Font de dades: PVGIS.

Quarta distribució - 686,88 kWp instal·lats

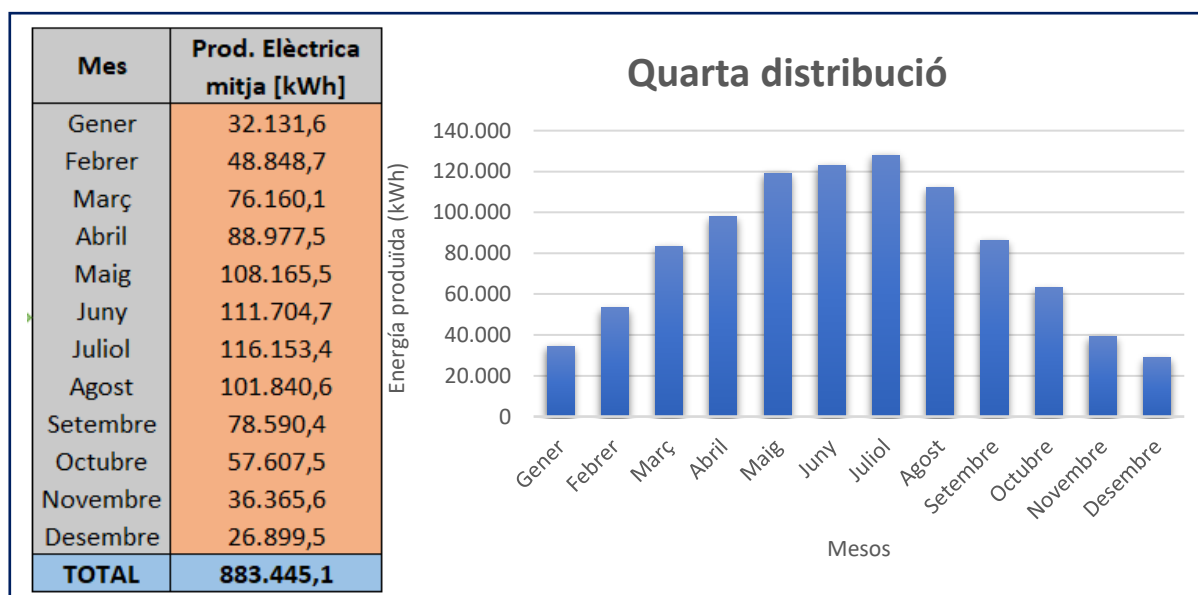


Figura 54. Producció energètica de la quarta distribució. Font de dades: PVGIS.

Per saber l'energia generada per cada una de les distribucions, s'ha emprat el programari PVGIS. Aquest ofereix dades de producció per a instal·lacions que posseeixen característiques uniformes en quan a la seua inclinació, orientació, muntatge i pèrdues, entre altres aspectes. No obstant això, en la instal·lació actual existeixen diverses zones que presenten característiques distintes degut a les diferències entre el terreny (Zona 1, 2 i 3) i el pàrquing fotovoltaic (Zona 4). És per això que, per a obtenir les dades de producció mencionades anteriorment, s'ha dut a terme una simulació per a cada proposta utilitzant el Software mencionat, però específicament per a cada zona en particular. Després, s'han sumat les aportacions de cada zona per a obtenir la energia produïda total de cada distribució.

Este procés s'ha aconseguit utilitzant Microsoft Excel i les seues ferramentes bàsiques per a realitzar operacions entre cel·les. D'aquesta manera, s'ha pogut obtenir una estimació precisa de la producció total de cada distribució proposada considerant les característiques úniques de cada zona de la instal·lació.

A continuació, es mostra en la Taula 6 un resumen comparatiu de les quatre distribucions comentades.

Taula 6. Resum comparatiu de les diferents distribucions proposades. Font: Creació pròpia.

| Distribució | Nº plaques | Pot. FV [kWp] | Orientació | Azimut, α [°] | Inclinació, β [°] | Energia [kWh/any] | Ràtio [kWh/kWp] |
|-------------|------------|---------------|------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|-----------------|
| Primera | 1.110 | 599,4 | S, NE | 0, -126,62 | 15, 10 | 867.890,3 | 1.448 |
| Segona | 1.048 | 565,92 | E, O, NE | -90, 90, -126,62 | 15,15, 10 | 726.369,8 | 1.284 |
| Tercera | 1.272 | 686,88 | NE, SO, NE | -126,62, 53,38, -126,62 | 15, 15, 10 | 883.445,1 | 1.286 |
| Quarta | 1.272 | 686,88 | NE, SO, NE | -126,62, 53,38, -126,62 | 5, 5, 10 | 968.431,7 | 1.410 |

5.3. Selecció final de la configuració del generador fotovoltaic

Abans de decidir quina és la millor distribució, la selecció de la distribució més convenient depèn de diversos factors, com la ubicació geogràfica, el pendent i la direcció de la superfície, el lloc on es col·loquen les plaques i la disponibilitat d'espai. En aquest cas, totes les distribucions estan en la mateixa ubicació geogràfica i el terreny disponible és el mateix per a totes.

Al avaluar els paràmetres recollits en la Taula 6, s'observa que la segona distribució presenta una producció considerablement inferior a les altres tres i, a més, el seu ràtio de producció fotovoltaica (kWh que es generen per cada kW instal·lat) és inferior a totes les altres opcions. Com açò implica que no s'està aprofitant eficientment la energia solar disponible, aquesta opció es la primera que es descarta.

Pel que fa a la primera opció, aquesta té un major ràtio de generació d'energia, que és un indicador important en una instal·lació fotovoltaica, perquè indica la eficiència relativa d'un sistema en relació amb la seua capacitat nominal. Però la quantitat d'energia generada en aquesta opció, que és un paràmetre fonamental per a satisfer les necessitats del consum elèctric, és menor que la que hi ha en la tercera i quarta opció. És per això, que aquesta distribució també es descarta.

Es pot veure a simple vista que la opció més eficient seria la quarta, ja que és la que més produeix de totes les distribucions possibles. Però després de contemplar esta opció i buscar informació sobre els tipus d'estructures de formigó tipus vela de 5° (que es fan servir en la quarta distribució), no es podrà dur a terme aquesta disposició de panells sobre els suports mencionats. Ja que els panells que es seleccionen per a aquesta instal·lació d'estudi tenen unes dimensions massa elevades (1.134 x 2.279 mm), que la màxima recomanada a disposar sobre les estructures tipo vela (1.050 x 2.100 mm), segons el fabricant d'aquestes. És per això, que aquesta quarta opció també queda descartada.

Finalment, la opció que es durà a terme en aquesta instal·lació fotovoltaica d'estudi, serà la tercera. Per una part, aquesta distribució permet disposar d'un major nombre de panells solars en el terreny disponible, fent que siga la segona opció que més energia produeix. I, per l'altra part, s'ha de tindre en compte que la orientació (igual que en la quarta distribució) és àmplia, perquè hi ha panells orientats cap al NE i cap al SO, permetent captar radiació solar al llarg de diferents moments del dia.

En conclusió, es triarà la tercera opció entre les quatre comentades, degut a la seua major producció d'energia sense tindre en compte la quarta distribució perquè no es podria realitzar en aquest cas, pel comentat anteriorment. I, a més, perquè la quantitat absoluta d'energia generada és un factor clau per a satisfer les necessitats energètiques, i la orientació més àmplia dels panells solars poden contribuir a un rendiment més equilibrat al llarg del dia.

6. Anàlisi d'alternatives tecnològiques

En aquest apartat de la memòria, es realitzarà una avaluació detallada de les opcions disponibles en el mercat, en quan a panells solars i tipus d'inversors. Aquests components són la base d'una instal·lació fotovoltaica ja que determinen en gran manera el rendiment i l'eficiència del sistema. Finalment, es seleccionarà la configuració que s'utilitzarà per a aquest estudi d'instal·lació fotovoltaica.

6.1. Tipus de mòduls fotovoltaics

En aquest punt s'explicaran els diferents tipus de mòduls fotovoltaics que existeixen actualment en el mercat. Es parlarà de tecnologies com els mòduls de silici cristal·lí, aquests inclouen els panells monocristal·lins i policristal·lins, que són àmpliament els més utilitzats en la indústria fotovoltaica, degut a la seua alta eficiència i confiabilitat. S'explicaran les seues propietats específiques com la estructura cel·lular, la eficiència de conversió i la durabilitat.

A més, es consideraran els panells de capa fina, que ofereixen avantatges com flexibilitat, costos de producció reduïts i un ús més eficient de la llum solar

Finalment, també es nombraran altres nous desenvolupaments tecnològics en el camp dels panells solars, com els panells orgànics, els bifacials i els de perovskita. Aquestes innovacions demostren el potencial per a millorar la eficiència, la flexibilitat i la estètica dels sistemes fotovoltaics.

6.1.1. Mòduls solars monocristal·lins i policristal·lins de silici

Pel que fa al color del panell fotovoltaic, es diferent quan es parla de mòdul monocristal·lí i mòdul policristal·lí. Els panells solars monocristal·lins es fabriquen a partir de blocs de silici cilíndrics, i estan compostos d'una única cèl·lula i un sol cristall de silici, per aquest motiu tenen un color molt més homogeni i obscur que els panells solars policristal·lins.

En canvi, la fabricació dels panells policristal·lins és diferent, ja que es fon en brut el silici i es crea un motle quadrat, el que provoca que tinguen un color blavós. Aquesta diferència entre el color, es pot observar en la Figura 55.

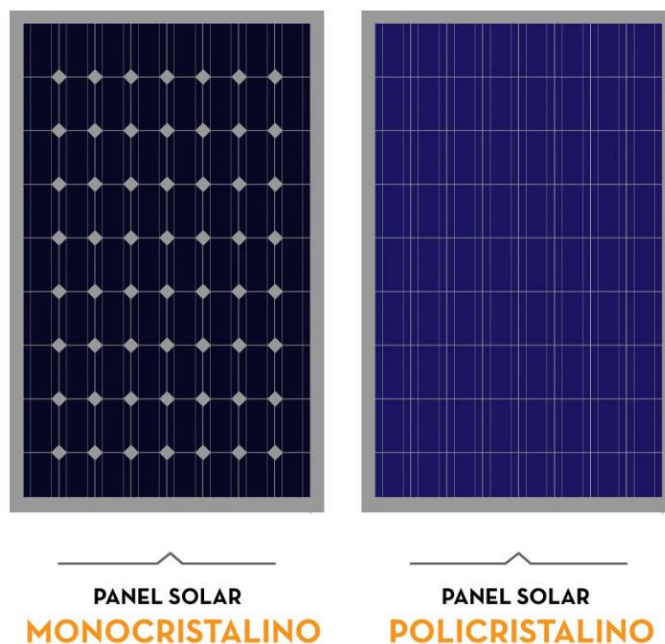


Figura 55. Panells solars monocristal·lins i policristal·lins. Font: [23]

A més, un altre paràmetre a considerar en la elecció d'aquests panells, és la eficiència. En mòdul monocristal·lí, al estar compost per una única peça de silici, té una major eficiència, ja que permet que la electricitat es moga per tot el panell solar. Aquesta pot oscil·lar al voltant a un 2% o 3% més que el panell fotovoltaic policristal·lí. D'aquesta forma, la eficiència dels panells monocristal·lins poden aconseguir xifres superior al 23%, mentre que la majoria dels models policristal·lins superen el 20%.

Tanmateix, pel que fa a la vida útil d'aquests mòduls, tant els panells monocristal·lins com els policristal·lins tenen habitualment una garantia de producció de 25 anys.

Un factor que s'ha de tindre en compte per a l'elecció d'un o l'altre tipus de panell de silici, és l'espai disponible que es tinga per a la instal·lació fotovoltaica. Si es disposa de poc espai, lo ideal és recórrer a un panell monocristal·lí, ja que solen ser més eficients.

No obstant, la dada més important a considerar és el cost. Per a produir els panells policristal·lins, els fabricants aboquen silici fos en motles quadrats i després tallen les oblies resultant en cel·les individuals. I per a produir els panells monocristal·lins, la solidificació del silici deu controlar-se amb molt de compte, sent un procés més complex, que encareix les cèl·lules solars monocristal·lines. Per aquesta raó, aquests panells tenen un cos més alt.

6.1.2. Mòduls solars de capa fina

El fonament d'aquests panells és disposar diverses capes de material fotovoltaic en una base. Depenent de quin siga el material emprat, es poden trobar panells de capa fina de silici amorf, de tel·lurur de cadmi, de coure, gal·li i seleni o cèl·lules fotovoltaïques orgàniques.

A més, degut al procés de fabricació, els panells solars de capa fina destaquen per oferir una gran flexibilitat, aportant lleugeresa, el que fa que resulten més fàcils d'instal·lar; però com a punt en contra està que la seua eficiència és més baixa, entre un 7 i 13%, açò fa que siga necessari una major quantitat de panells solars i més espai per a complementar el nombre de mòduls necessaris d'acord a les necessitats energètiques.

L'aspecte d'aquests mòduls varia de manera considerable respecte als panells solars tradicionals. Aquests són de color negre sòlid, a més manquen dels contorns habituals de les cèl·lules de silici

Pel que fa al cost d'aquest mòduls, és de les més econòmiques que es poden trobar. Els panells de capa fina estan fabricats amb un material més assequible i fàcils d'obtenir, lo que abarateix de manera considerable el preu.

6.1.3. Mòduls solars orgànics, bifacials i de perovskita

Pel que fa als mòduls solars orgànics, aquests es caracteritzen per estar compostos de cèl·lules de carboni, com a material semiconductor, i plàstic, lo que redueix considerablement els costos de fabricació respecte als panells tradicionals de silici.

Actualment existeixen tres tipus de panells solars orgànics segons les seues cel·les, que poden ser:

- Moleculars
- De polímers orgànics. Aquests tipus és el més emprat en la fabricació d'aquests tipus de panells, ja que permet una major rapidesa en la seua producció i una reducció dels seus costos.
- Híbrids

Quant a la eficiència, aquesta pot ser superior al 17%, i s'estima que tindran una vida útil d'uns 20 anys o superiors.

El segon tipus a comentar són els mòduls orgànics bifacials, aquests es caracteritzen per ser sensibles a la llum per les dos cares, al contrari que ocorre amb les plaques solars mono facials, la part posterior dels quals està coberta amb materials opacs i, per tant, no capten la radiació solar.

En el cas dels panells bifacials, la part de darrere està formada per una làmina transparent o fabricada amb vidre templet doble, de manera que els dos costats reben els rajos del sol per a la generació d'energia. En quan a les seues cèl·lules, normalment i al igual que en els panells mono facials, estes són monocristal·lines o, en alguns casos policristal·lines.

Per a un òptim funcionament d'aquests panells, és precís tindre en compte tres factors:

1. El albedo. Aquest és el percentatge de radiació reflectida per una superfície particular. Per a la Terra, el percentatge d'albedo és al voltant del 35%, però si el panell es col·loca sobre una superfície brillant de color clar, l'albedo pot superar el 60%, augmentant la capacitat de producció d'energia del panell.

2. Distància entre els panells. A l'utilitzar aquests panells, és molt important mesurar acuradament la distància entre un panell i l'altre. Perquè, com es pot observar en la Figura 56, com més separats estiguen els panells, més radiació solar s'aprofitarà.

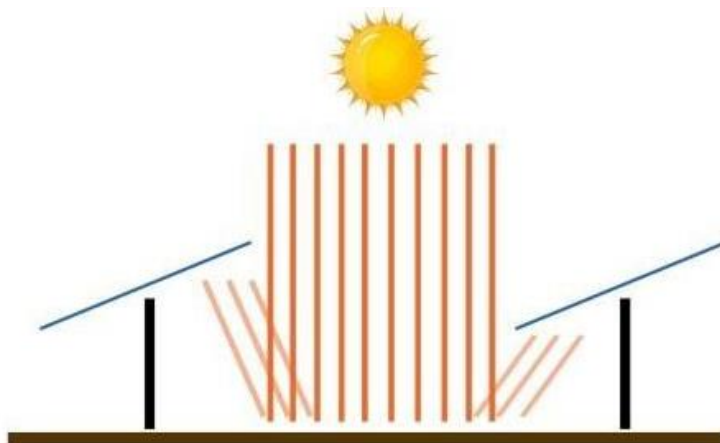


Figura 56. Distanciament entre els panells per a que s'aprofite més la radiació solar en els panells bifacials. Font: [24].

3. Les pròpies estructures dels panells. Pot haver-ho factors com el cablejat i les connexions que afecten negativament la producció d'energia, la qual cosa resulta en una pèrdua d'energia del 20%.

Gràcies a la seua doble cara, poden tindre un rendiment més d'un 30% si es col·loquen en superfícies reflectants, gràcies a la potència addicional que s'aconsegueix amb la part inferior del panell bifàsic.

L'últim tipus de panell que falta per comentar, són les cèl·lules solars de perovskita, aquestes són un tipus de panell solar de pel·lícula prima feta d'una classe de materials artificials anomenats perovskites. Aquest material consta de carboni de calci, titani, oxigen i estronci.

La principal diferència entre les oblies de silici convencionals i les de perovskita, es base en la seua estructura. Aquestes tenen una estructura cristal·lina única que és altament eficient en la conversió de fotons de la llum solar en energia elèctrica utilitzable.

Un dels avantatges més interessants de les perovskites és la seua alta eficiència, aquestes ja estan aconseguint eficiències en laboratoris superiors al 25%. Altre avantatge, és que es basen en un material sintètic que es poden produir a baix preu. Les cèl·lules fotovoltaïques solars estàndard estan fabricades amb silici cristal·lí, que deu d'extraure's de la terra i processar-se antes de que puga utilitzar-se per fabricar cèl·lules solars d'alta qualitat. Les cèl·lules de perovskita es fabriquen mitjançant un procés dit "processament en solució", que és la mateixa pràctica que s'utilitza per a imprimir periòdics.

6.2. Tipus d'inversors de potència

La tasca principal de l'inversor d'un sistema fotovoltaic és subministrar un corrent sinusoidal amb baix contingut harmònic i alt factor de potència a l'eixida, a més de convertir el corrent continu en corrent altern. A més, es sincronitzarà amb la freqüència establida per la xarxa.

La majoria dels inversors disponibles comercialment estan dissenyats per a tindre entrades connectades directament al conjunt de panells fotovoltaics, així com de funcionar en el punt de màxima potència del conjunts d'aquests panells.

Tots els inversors realitzen la mateixa funció bàsica, però es poden distingir diferents tipus d'inversors segons com estiguen connectats al panell fotovoltaic i com funcionen:

- Inversors centralitzats
- Inversors de cadena (String)
- Inversors multi cadena (Multistring)
- Microinversors
- Inversors centrals amb optimitzadors de potència

6.2.1. Inversor centralitzat

Un únic inversor controla tota la instal·lació. L'inversor centralitzat, Figura 57, serveix per a connectar molts grups fotovoltaics paral·lels en sèrie al mateix terminal d'entrada de CC de l'inversor centralitzat per a un seguiment màxim dels pics de potència, i després invertir i fusionar-se en la xarxa. La capacitat única de l'inversor centralitzat generalment és major a 500 kW, i presenta característiques d'alta potència individual, baix cost i una regulació de la xarxa sòlida, però requereix d'una bona cooperació entre les cadenes fotovoltaïques.

Si apareixen núvols, ombrejat parcial o falles individuals en les cadenes, la eficiència global i la capacitat de potència del sistema fotovoltaic es veuran afectats. El rang de voltatge de seguiment màxim de potència de l'inversor centralitzat és estret, la flexibilitat de configuració de components és limitada, i el temps de generació d'energia és curt, per lo que es requereix una sala especial amb funcions de ventilació i dissipació de calor. Aquests tipus d'inversors s'utilitzen principalment en plantes d'energia fotovoltaica a gran escala en terra i altres lloc on el llum es concentra de manera uniforme.

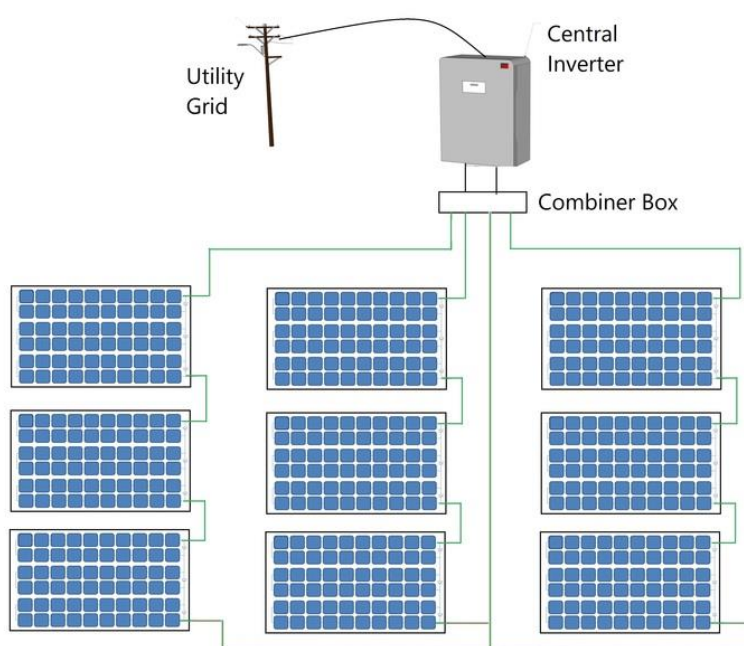


Figura 57. Connexió d'un inversor centralitzat en una instal·lació fotovoltaica. Font: [25].

Avantatges:

- ✚ El nombre d'inversors centralitzats és menut, lo que facilita la seua gestió.
- ✚ L'inversor centralitzat té un menor nombre de components i alta confiabilitat.
- ✚ El inversor té una alta integració, alta densitat de potència i baix cost.
- ✚ Té funcions de protecció completes i alta seguretat de la estació d'energia.

Desavantatges:

- ✚ L'inversor requereix de manteniment per par d'enginyers professionals. La falla d'un sol inversor té un gran impacte en la generació d'energia i també planteja grans desafiaments per a la seguretat del personal de manteniment. Al mateix temps, existeixen molts tipus de peces de recanvi i es requereixen més de 3 dies per a localitzar i reparar la falla, la qual cosa afecta seriosament els ingressos per generació d'energia dels clients.

6.2.2. Inversor de cadena (String)

Un inversor de cadena (string) és un inversor central simplista que agafa energia combinada de CC d'una cadena de panells en sèrie i la converteix en electricitat de CA, tal i com s'observa en la Figura 58. Amb un inversor de cadena, tots els panells estan connectats entre sí (per això en cada string el corrent a través de tots els panells serà el mateix, i l'aportació dels voltatges de cada panel es sumen directament) i la electricitat total que es produeix s'envia a un inversor de cadena central que normalment s'instal·la en una paret exterior o interior d'una casa o d'un edifici.

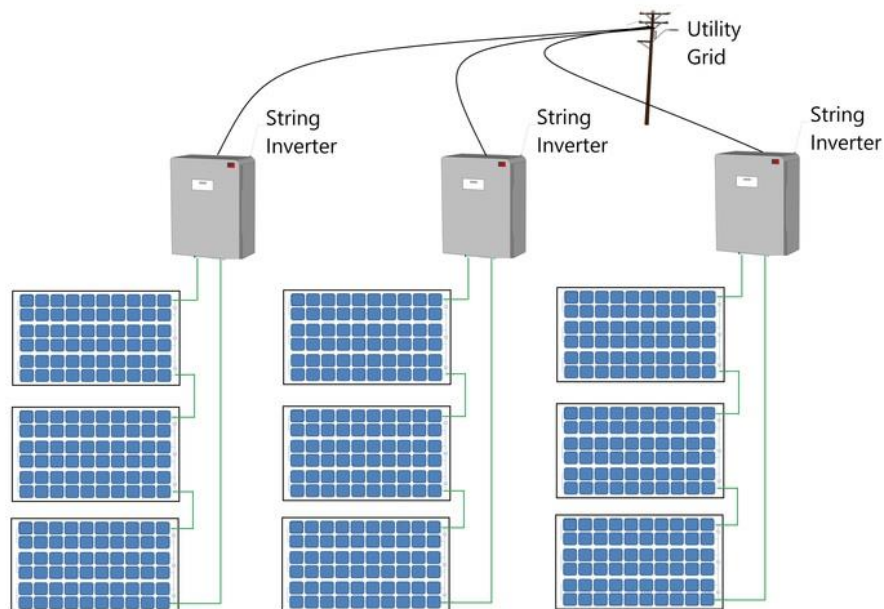


Figura 58. Connexió d'un inversor de cadena en una instal·lació fotovoltaica. Font: [25].

Avantatges:

- ✚ Els inversors de cadena són la solució òptima de menor cost i són prou fàcils de mantindre, ja que es poden accedir a aquests fàcilment.
- ✚ Millor capacitat de seguiment del punt de màxima potència (MPPT) per cadena.
- ✚ Flexibilitat per a futures expansions mitjançant l'addició de cadenes en paral·lel.
- ✚ Cables de CC més curts.

Desavantatges:

- ✚ Una reducció en el rendiment d'un panell solar a causa d'ombreig o un altre impediment pot afectar l'eixida de tots els panells connectats en cadena.
- ✚ La instal·lació requereix un suport especial per a l'inversor per a cada cadena.

6.2.3. Inversor multicadena (Multistring)

La configuració de la generació fotovoltaica mitjançant un inversor fotovoltaic multicadena (Figura 59), es desenvolupa per a adoptar els avantatges tècnics i de cost de les dues configuracions anteriors. Del costat del generador CC els strings estan connectats a entrades específiques controlades per MPPT independents, passant posteriorment a unir-se en l'etapa de conversió CC-CA funcionant com un inversor centralitzat però amb rendiment més optimitzat.

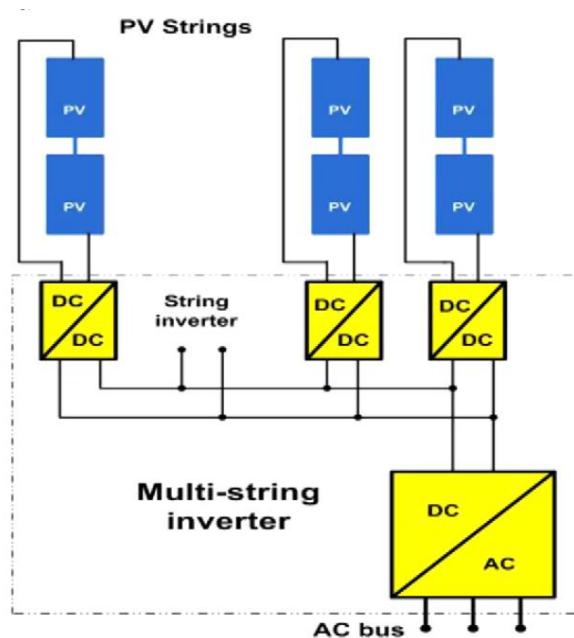


Figura 59. Connexió d'un inversor multicadena en una instal·lació fotovoltaica. Font: [26].

Es pot aconseguir una extracció d'energia òptima de cada cadena de mòduls i, d'altra banda, es pot reduir el cost del convertidor de CC-CA. Aquesta configuració permet utilitzar diversos tipus d'inversors i diversos mòduls amb diferents característiques elèctriques i configuracions.

6.2.4. Microinversors

A diferència del disseny centralitzat d'un inverter de cadena, els microinversors són inversors distribuïts. Els sistemes de panells solars amb microinversors tenen un xicotet microinversor muntat darrere de cada panell solar individual en el sistema, tal i com es mostra en la Figura 60. Això permet que l'electricitat de CC produïda pels panells es convertisca en electricitat de CA directament en el panell. En lloc d'una connexió en sèrie en CC, s'utilitza connexió paral·lela en CA. Aquesta configuració busca que tots els panells individualment funcionen al PMP, ja que cada microinversor disposa del seguiment MPPT.

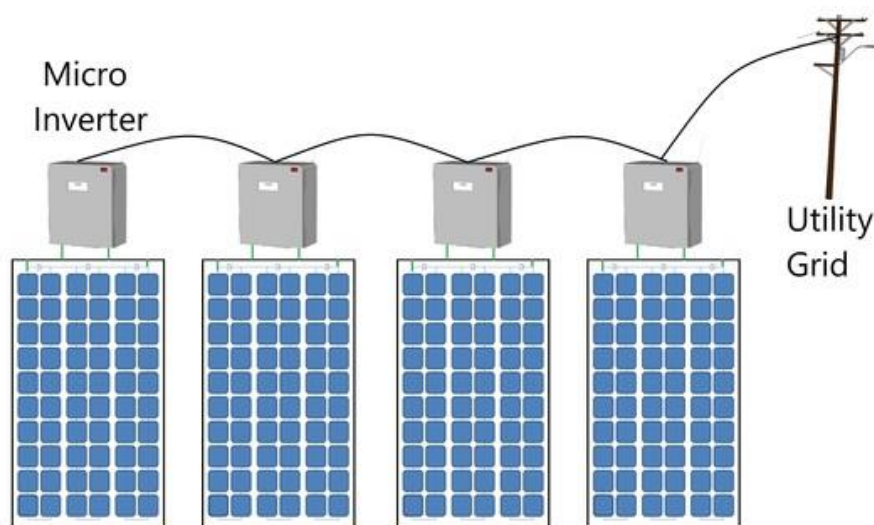


Figura 60. Connexió dels microinversors en una instal·lació fotovoltaica. Font: [25].

Avantatges:

- ✚ En invertir l'electricitat de cada panell de manera independent s'augmenta el rendiment del sistema.
- ✚ Una disminució en el rendiment d'un panell no afecta al rendiment d'un altre panell. Això també permet el monitoratge a nivell de panell, per la qual cosa és fàcil identificar problemes amb el rendiment d'un panell individual.
- ✚ S'elimina un punt central de falla en el sistema, ja que, si diversos microinversors fallen, la resta del sistema continuarà produint energia.

- ✚ Major resistència a l'efecte d'ombreig parcial en comparació amb els inversors centrals i de cadena.

Desavantatges:

- ✚ Els microinversors són més costosos que els inversors de cadena, i l'accés al servei és més difícil a causa de la seua ubicació darrere dels panells, generalment en un sostre.
- ✚ Elevat cost d'inversió.

6.2.4. Inversors centrals amb optimitzadors de potència

Els optimitzadors de potència, que s'observen en la Figura 61, són utilitzats juntament amb un inverter central i tenen un preu lleugerament més alt que els inversors centrals. Es col·loquen optimitzadors de potència en cada panell del conjunt. Aquests optimitzadors condicionen l'energia de CC a nivell de panell abans de passar als inversors, i l'eixida de potència é s'individual per a cada panell, per la qual cosa l'ombreig o altres problemes amb un panell no afecten tot el sistema. Els panells solars no necessiten estar alineats de la mateixa manera cap al sol per a produir corrent similar, i els optimitzadors de potència permeten el monitoratge individual de cada panell.

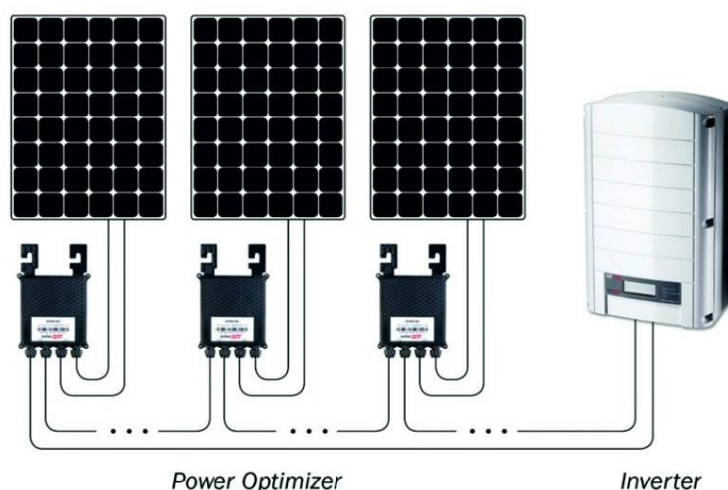


Figura 61. Connexió d'un inverter central amb optimitzadors de potència. Font: [27].

Avantatges:

- ✚ Major eficiència en condicions d'ombreig parcial.
- ✚ Monitoratge a nivell de panell individual.
- ✚ Opcions de connexió de bateria en corrent continu.
- ✚ Grandària més reduïda de l'inversor.
- ✚ Possibilitat de sobre dimensionament del sistema.

Desavantatges:

- ✚ Cost addicional en comparació amb els sistemes d'inversor de cadena tradicionals.

6.3. Selecció final de la configuració i justificació de la tecnologia a utilitzar

Amb tot plegat, explicada ja tota la informació sobre les possibles alternatives, és el moment de prendre la decisió final sobre quina tecnologia utilitzar per a la instal·lació fotovoltaica d'estudi.

Respecte al panell solar, s'escollirà la tecnologia de silici cristal·lí ja que aquest ofereix una combinació d'eficiència alta, disponibilitat (en quan a la quantitat del material principal per a la fabricació d'aquests panells), durabilitat, flexibilitat, avanç tecnològic continu i bona relació en qualitat-preu. En concret, es triaran panells de tecnologia monocristal·lina, perquè les seues propietats els converteixen en una opció sòlida per a les instal·lacions fotovoltaïques, que maximitzen la producció d'energia, mantenen un rendiment fiable a llarg termini (major que en els de tipus policristal·lins) i s'integren estèticament amb el seu entorn. Per tot això, s'elegirà un panell de potència 540 Wp del fabricant JA Solar, concretament el model JAM72S30-540/MR; aquest panell té les mateixes dimensions (2.279 x 1.134 x 35 mm) que s'han utilitzat per a les diferents distribucions proposades anteriorment. Per tant, la instal·lació tindrà una potència pic de $1.272 \text{ panells} \times 540 \text{ Wp} = 686,88 \text{ kWp}$.

Pel que fa a l'inversor, s'escollirà dels tipus explicats anteriorment, l'inversor multicadena (multistring), açò permetrà la connexió de diversos strings en distintes condicions d'operació. A més, esta tipologia és la adequada perquè la distribució elegida per fer l'estudi, conta de diversos conjunts de panells amb diferents orientacions i, per tant, amb distintes condicions d'operació. És per això, que un inversor central no seria viable perquè es tindrien uns rendiments molt baixos. Així mateix, al agrupar múltiples cadenes de panells solars en una sola connexió a un inversor central, es poden optimitzar els costos d'equips i mà d'obra. Això pot

resultar en una inversió inicial més econòmica en comparació amb altres opcions, com a microinversors o optimitzadors.

Després de comparar els models i tipus d'inversors que hi ha en el mercat, s'ha optat per escollir 6 inversors de 100 kW. Aquests són de la marca Huawei, el model SUN2000-100KTL-M1. Conformant així una potència nominal de la instal·lació global de 600 kW.

Tant els panells com els inversors triats per a fer la instal·lació fotovoltaica, s'explicaran en més detall en l'apartat següent.

7. Disseny i descripció de la proposta triada

7.1. Descripció general

Recollint tot el que s'ha dit, la selecció proposada per fer l'estudi de la instal·lació fotovoltaica, inclou panells fotovoltaics de tecnologia monocristal·lina i inversors multistring. I en quan a la configuració de la instal·lació, s'ha seleccionat la tercera distribució proposada, amb 1.272 panells en total.

Com es pot veure, en l'Annex I s'han dimensionat el número mínim/màxim de panells en sèrie que pot haver per string i el número de strings en paral·lel que poden haver connectats a cada inversor de la instal·lació. Dels 1.272 panells, 1.170 (zona 1, 2 i 3) estaran instal·lats sobre estructures de formigó, i els 102 (zona 4) restants s'instal·laran sobre un pàrquing fotovoltaic coplanars al sostre d'aquest.

Els components que formen la instal·lació fotovoltaica proposada, es mostren en la Taula 7, els quals es detallaran en apartats posteriors:

Taula 7. Resum dels components. Font: Creació pròpia.

| | |
|---|-------------------|
| Número de panells | 1.272 |
| Model dels panells | JAM72S30-540/MR |
| Potència unitària (Wp) | 540 |
| Potència pic total (kWp) | 686,880 |
| Número d'inversors | 6 |
| Model dels inversors | SUN2000-100KTL-M1 |
| Potència nominal dels inversors (kW) | 600 kW (6x100 kW) |

7.2. Mòduls fotovoltaics

Els panells fotovoltaics seran del fabricant Ja Solar i el model d'aquests serà: JAM72S30-540/MR, de potència pic per panell de 540 Wp. Amb 144(6x4) cèl·lules solars de silici monocristal·lí d'alta eficiència, per damunt del 20,9%, i una tolerància de potència de 0~+5 W.

El fabricant garanteix la potència i productivitat durant 25 anys i la garantia del producte durant 12 anys.

Hi ha tres díodes de derivació integrats en la caixa de connexió per a evitar la possibilitat de falta o disminució de la productivitat de les cèl·lules fotovoltaïques que componen el panell

i el seu circuit com a resultat de l'ombregi parcial d'un o més mòduls dins d'un conjunt. A més, cada panell té la seua caixa de connexions IP68.

El diagrama mecànic d'aquests panells amb les seues mesures es mostra en la Figura 13.

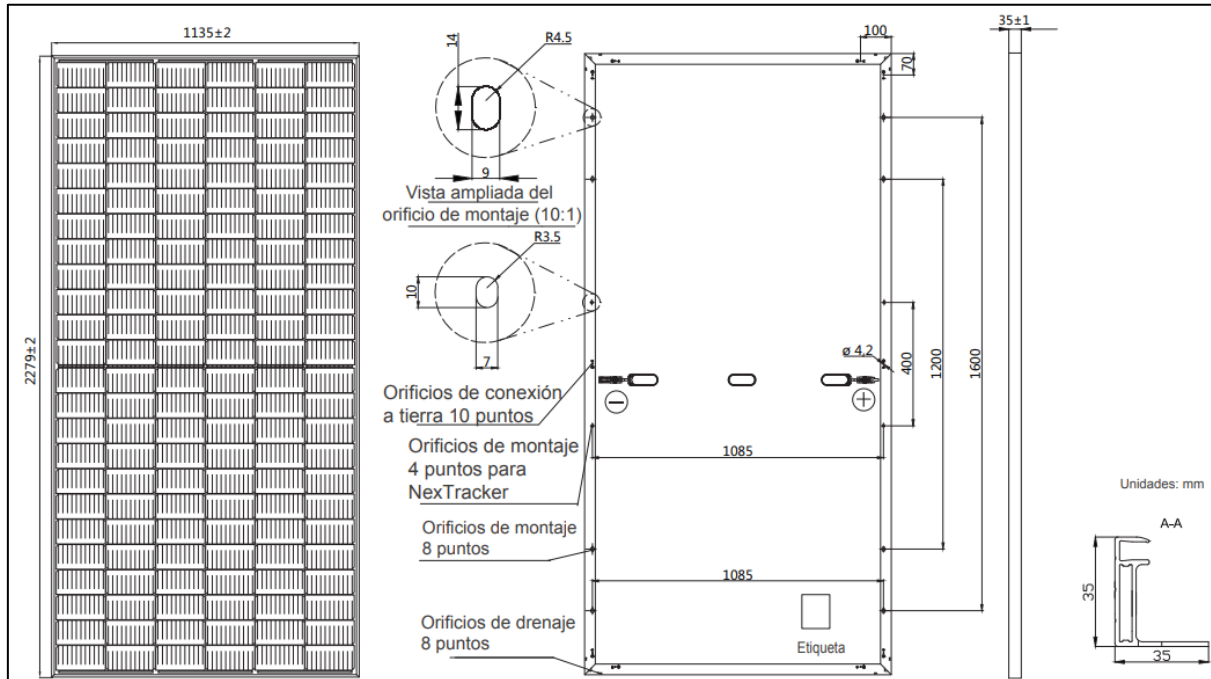


Figura 62. Diagrama mecànic del panell seleccionat: JAM72S30-540/MR (JA Solar) Font: Fitxa tècnica d'aquest panell.

A continuació, en la Taula 8, es resumeixen les característiques generals dels mòduls seleccionats de 540 Wp. A més, a l'Annex IV s'afeg la fitxa tècnica completa d'aquest panell. Cal destacar que les mesures elèctriques estan referenciades baix les condicions estàndard següents:

- Irradiància: 1.000 W/m².
- Temperatura de la cèl·lula: 25 °C.
- Espectre: AM 1,5G

Taula 8. Característiques elèctriques i físiques principals del panell seleccionat.
 Font: Creació pròpia a partir de les dades de la fitxa tècnica del panell.

| | |
|---|-------|
| Potència màxima nominal ($P_{m\grave{a}x}$) [W] | 540 |
| Voltatge de circuit obert (V_{oc}) [V] | 49,6 |
| Voltatge de potència màxima (V_{mp}) [V] | 41,64 |
| Corrent de curtcircuit (I_{sc}) [A] | 13,86 |
| Corrent de potència màxima (I_{mp}) [A] | 12,97 |
| Eficiència del panell [%] | 20,9 |
| Pes [kg] | 28,6 |
| Grossària [mm] | 35 |

7.3. Estructures de suport

En la aquesta instal·lació fotovoltaica d'estudi, es posaran dos tipus d'estructures per al suport dels panells fotovoltaics. A les zones 1, 2 i 3, els panells es posaran sobre unes estructures de formigó de 15°; i per a la zona 4, els panells es disposaran sobre un pàrquing fotovoltaic. A continuació, es parlarà més en detall sobre els dos tipus de suports seleccionats.

Suports de 15° per a les zones 1, 2 i 3

Es disposaran majoritàriament estructures est-oest (per al cas d'estudi NE-SO) del fabricant 'Pretensados Durán S.L.', de Solarbloc [28], ja que la gran majoria de panells en aquestes 3 zones estan posicionats de tal manera que utilitzant aquestes estructures, es permet un major número de panells instal·lats i s'evita el ombrejat entre files de plaques, com sol passar en la orientació sud.

A més, aquests suports milloren la aerodinàmica de les plaques fotovoltaïques instal·lades, per lo que seran menys vulnerables als possibles danys del vent, tal i com s'observa en la Figura 63.



Figura 63. Aerodinàmica dels panells solars en una estructura E-O (NE-SO). Font: Fitxa tècnica d'aquesta estructura de suport.

La distribució de la producció és més regular. Mentre que en una sèrie de panells solars orientats al sud el pic de potència de producció té fonamentalment lloc al migdia, en una configuració com aquesta, les plaques "eixamplen" la producció, operant de manera més distribuïda i regular, començant pel matí i fins el capvespre (mirar Figura 64).

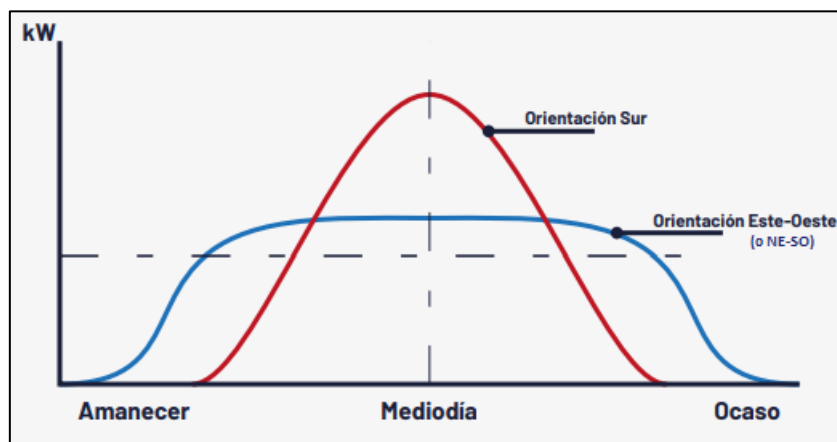


Figura 64. Distribució de la producció en una orientació sud i en una orientació NE-SO, durant el dia. Font: Fitxa tècnica de les estructures E-O.

La fixació del panell es farà mitjançant un carril incorporat en el suport. A més, no s'haurà de perforar el sol, perquè el pes de la estructura de suport serà suficient per a que no influísca el vent. A més, també compta a la possibilitat de posar un llastre en el sistema mitjançant el llastrat del conjunt per mitjà d'una peça auxiliar per a tal fi. Aquesta peça denominada "Llastre", es posiciona entre el Solarbloc 'Cima' i el Solarbloc 'Base', fixant-se amb adhesius per a materials petris tot el conjunt (mirar Figura 65).

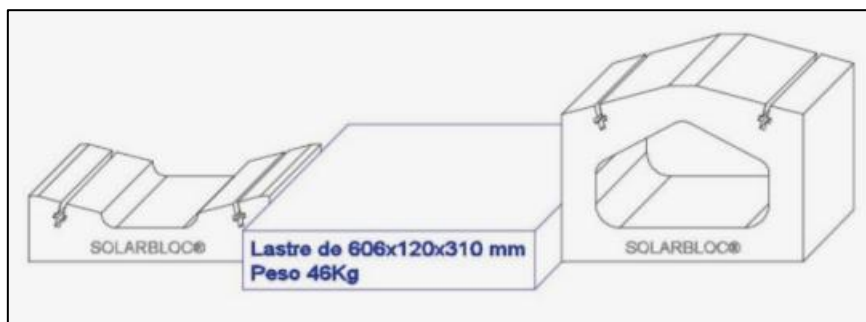


Figura 65. Posicionament del llastre per a l'estructura de formigó E-O. Font: Fitxa tècnica d'aquesta estructura de suport.

D'aquests tipus de suports de formigó s'instal·laran 576 en total, ja que per cada unitat de compra, inclou una peça 'cima' i dos peces 'base'.

I per als panells solars que estan solitaris (no hi ha un altre panell al costat d'aquest amb la orientació contrària al referit), s'utilitzarà una estructura de formigó de 15° de Solarbloc [29], com el que es mostra en la Figura 66. Que també disposa d'un possible llastre, en cas de ser necessari.



Figura 66. Estructures de formigó de 15° de Solarbloc. Font: Fitxa tècnica d'aquestes estructures.

D'aquests tipus de suports de formigó s'instal·laran 18 en total.

Pàrquing fotovoltaic per a la zona 4

S'instal·larà un pàrquing fotovoltaic de 24 places, sobre el qual s'instal·laran un total de 102 panells solars de 540 Wp. Les mesures d'aquest seran: de llarg 62,4 m i d'amplària 4,97 m.

Es tracta d'una marquesina metàl·lica realitzada mitjançant perfils de tipus biga calaix de secció i espessor variable, amb unions soldades entre braç i pilar. Aquest es pot veure en la Figura 67, que és la que s'ha instal·lat en el lloc on va a realitzar-se la instal·lació fotovoltaica.



Figura 67. Pàrquing fotovoltaic instal·lat al lloc on va a realitzar-se la instal·lació fotovoltaica. Font: [22].

- ✚ Aquesta marquesina compta amb corretges de subjecció en acer galvanitzat Sendzimir.
- ✚ La coberta és d'acer galvanitzar i lacat perfilat tipus trapezoidal.
- ✚ Els caragols poden ser en acer galvanitzat, zincatge o inoxidable.

Les característiques tècniques de les estructures utilitzades en aquesta instal·lació fotovoltaica d'estudi, es mostren a la corresponent fitxa tècnica de l'Annex 5.

7.4. Inversors

Els inversors a emprar són del fabricant Huawei. S'instal·laran 6 inversors de 100 kW de potència, aquests seran del model: SUN2000-100KTL-M1. Conformant així una potència nominal de la instal·lació global de 96 kW.

L'inversor actua com a font d'alimentació sincronitzada amb la xarxa i disposa d'un micro-processador de control i un PLC de comunicació. El seu costat de CC està connectat a un generador fotovoltaic, i l'altre costat de CA està connectat a la xarxa interna que subministra energia a l'empresa.

Els inversors compten amb etapes de conversió d'energia electrònica que es caracteritzen per l'aïllament elèctric entre els components de CC i CA. Posseeixen un microprocessador que garanteix una corba sinusoidal amb mínima distorsió. La lògica de control utilitzada garanteix un funcionament totalment automàtic, monitora el punt de màxima potència (MPP) i evita possibles pèrdues en repòs. És capaç de transformar en corrent altern i entregar a la seua eixida la potència que el generador fotovoltaic genera en cada instant, funcionant a partir d'un llindar mínim de radiació solar.

En la Taula 9, apareixen les característiques principals de l'inversor seleccionat. A més, les característiques tècniques i específiques, es poden veure en la fitxa tècnica de l'inversor que s'adjunta en l'Annex V, i en la Figura 68 hi ha una imatge d'aquest inversor.

Taula 9. Característiques principals de l'inversor de 100 kW. Font: Creació pròpia a partir de les dades de la fitxa tècnica.

| | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|--|
| Entrada | Tensió màxima d'entrada [V] | 1.100 |
| | Corrent màxima d'entrada per MPPT [A] | 26 |
| | Corrent de curtcircuit màxima [A] | 40 |
| | Tensió d'arrancada [V] | 200 |
| | Tensió de funcionament MPPT [V] | 200 - 1.000 |
| | Tensió nominal d'entrada [V] | 720 V @480 Vac 600 V @400 Vac 570 V @380 Vac |
| | Quantitat de MPPTs | 10 |
| | Quantitat màxima d'entrades per MPPT | 2 |
| | Eixida | Potència activa[W] |
| Màx. Potència aparent de CA [VA] | | 110.000 |
| Màx. Potència activa de CA [W] | | 110.000 |
| Tensió nominal d'eixida [V] | | 480/ 400/ 380 |
| Freqüència nominal de red de CA [Hz] | | 50/ 60 |
| Intensitat nominal d'eixida [A] | | 120,3 A @480 V 144,4 A @400 V 152,0 A @380 V |
| Màx. Intensitat d'eixida [A] | | 133,7 A @480 V 160,4 A @400 V 168,8 A @380 V |



Figura 68. Imatge de l'inversor seleccionat: Huawei SUN2000-100KTL de 100 kW. Font: Fitxa tècnica de l'inversor.

Aquest inversor compta amb monitorització intel·ligent de 10 entrades MPPT, i en cada una d'aquestes 10 entrades, es poden connectar dos strings en sèrie, sent possible tindre un total de 20 strings connectats a l'inversor.

En l'Annex 1 apartat 1.3., es proporcionen els detalls de la potència de l'equip inversor. També es detalla la configuració en sèrie, seleccionant el número de panells per string així com el número de strings connectats a cada entrada de l'inversor, per a que operen de manera equilibrada, i comprovant també la conformitat de valors de corrent i tensió acceptables pels inversors. A més, en el Pla 7 es pot vore la configuració dels strings i en el Pla 12 l'esquema unifilar on va connectat cada un d'aquests strings en les entrades de cada inversor.

Monitorització dels inversors

Cada inversor té un sistema de monitoratge Wi-Fi incorporat que actua com una interfície entra la instal·lació fotovoltaica i el món exterior. La informació general sobre els valors mesurats i l'estat de l'inversor es mostren en la pantalla LCD de l'inversor. Una interfície serial RS-485 permet la connexió a un ordinador a través del programari de comunicació. La presència d'una interfície amb accés a Internet a través d'una connexió Ethernet permet realitzar la consulta a distància.

Ubicació dels inversors

Els inversors s'ubicaran en un prefabricat de formigó, en l'apartat següent es donen més detalls d'aquest.

7.5. Edifici d'inversors i comptador

Característiques mecàniques

Disposarà d'un sòl amb capacitat portant suficient per a suportar el pes dels 6 inversors (90 kg per inversor) i un fals sòl (sòl tècnic) d'uns 10 cm. Serà necessari que baix de cada cos de l'inversor hi haja un buit de com a mínim 0,30 x 0,30 m que permeta el pas del cablejat i d'aire per a una millor refrigeració. Aquest buit podrà estar cobert amb tramex (tipo de reixeta metàl·lica sinònim d'engraellat o entramat).

Dimensions

Aquestes seran suficients per a ubicar els 6 inversors especificats + 1 m adicional (mínim). L'altura interior serà com a mínim de 2,20 m i l'amplària interior serà com a mínim de 2,4 m.

En l'Annex I de càlculs justificatius es calculen les dimensions d'aquest edifici.

Accessos

Els accessos hauran de permetre el pas de persones i del inversor en funció de com s'introduïsquen els inversors en el prefabricat. El material de la porta d'accés estarà fabricat en xapa d'acer galvanitzat recoberta amb pintura epoxy polièster.

Els prefabricats hauran de tindre uns buits per al pas de tubs en la part del fals sòl, tant en la paret davantera com en la posterior i en la del lateral esquerre per a facilitar la entrada del cablejat.

Refrigeració

Si l'inversor no porta extractor incorporat, s'instal·larà un extractor monofàsic SODECA o similar convenientment dimensionat per a fer circular un caudal suficient (lliure de pèrdua de cargues) per l'interior de l'equip.

Reixeta de ventilació

Les reixetes utilitzades en el prefabricat estaran formades per làmines en forma de "V" invertida (tipo Louver) que impedisquen la entrada de pluja en l'interior del prefabricat. Addicionalment les reixetes disposaran de malla anti insectes.

Protecció contra incendis

S'instal·larà un extintor de CO₂ d'eficàcia mínima 21B (B: líquids i gasos combustibles) ubicat junt a la porta de la entrada al prefabricat de formigó. S'elegeix un extintor de CO₂ perquè no condueix la electricitat i elimina l'oxigen sense fer malbé els elements, podent-se netejar sense ningun problema una vegada sufocat l'incendi.

Il·luminació

El prefabricat anirà equipat amb els punts de llum necessaris per aconseguir un nivell d'il·luminació mínim, així com un llum d'emergència d'autonomia no inferior a 1 hora, col·locada damunt de la porta. Els punts de llum es col·locaran de tal manera que tant la part frontal com la posterior dels inversors queden perfectament il·luminats

Acabat

L'acabat de les superfícies exterior s'efectuaran amb pintura de color blanc en les parets, i marró en el perímetre de les cobertes o sostre, portes i reixetes de ventilació.

Les peces metàl·liques exposades a l'exterior estaran tractades adequadament contra la corrosió.

Quadres elèctrics

Tots els equips elèctrics instal·lats en el prefabricat hauran d'estar protegits segons marca el REBT. Aquestes proteccions conformaran un quadre de baixa tensió d'interior situat junt a la porta del prefabricat.

Hi haurà un quadre elèctric de CA, en aquest s'unificaran totes les eixides dels inversors, i es portaran fins el quadre general en el interior de l'edifici. Les proteccions que hi haurà en aquest quadre, es detallen més avant en el apartat corresponents de proteccions.

A més aquest quadre comptarà amb un dispositiu logger (registrator) de dades de sistemes d'alimentació fotovoltaica. Aquest serà el model Smartlogger 1.000 del fabricant Huawei, i actuarà complementari a l'inversor, també s'encarregarà de la convergència de ports, la conversió de protocols, la obtenció i emmagatzematge de dades i de la monitorització i manteniment de l'aportació fotovoltaic.

No farà falta disposar d'un quadre elèctric de CC, ja que les proteccions necessàries de CC, venen incorporades en cada inversor, tal i com es veurà en el punt de proteccions de la Memòria.

Comptadors elèctrics

El comptador a utilitzar serà bidireccional, s'encarregarà de mesurar la energia produïda pel sistema fotovoltaic i de mesurar els consums que pogueren produir-se per part de la instal·lació fotovoltaica.

El comptador que s'utilitza estarà degudament homologat i complirà amb la normativa vigent per a aquest tipus de dispositius (instruccions MIE BT-015, ITC-BT-16 i RD 1663/2000).

Aquest anirà marcat per la distribució de la zona del lloc on es realitza la instal·lació fotovoltaica d'estudi.

Es pot veure una representació de com és aquesta caseta en el Pla 8.

7.6. Cablejat

El circuit elèctric estarà compost de tres parts diferents a considerar:

- Una part de contínua, des dels panells fotovoltaics fins als inversors.
- Una part d'alterna, des dels inversors fins al quadre de proteccions.
- Un últim tros també d'alterna, des del quadre de proteccions de la instal·lació fotovoltaica fins el quadre elèctric general de la nau industrial.

Segons el plec de condicions tècniques de l'IDAE, el cablejat ha de complir els punts següents:

- Els conductors tindran la secció adequada per a evitar caigudes de tensió i calfaments. Concretament, per a qualsevol condició de treball, els conductors de la part de CC tindran la secció suficient per a que la caiguda de tensió siga inferior del 1,5 % i els de la part de CA per a que la caiguda de tensió siga inferior del 1,5% també, tenint en ambdós casos com a referència les tensions corresponents a caixes de connexions.
- Deurà tindre la longitud necessària per a no generar esforços en els diversos elements ni possibilitat d'enganxament pel trànsit normal de les persones.
- Tot el cablejat de continua serà de doble aïllament i adequats per al seu ús en intempèrie, a l'aire o enterrat, d'acord amb la norma UNE 21123.

En quan a la elecció de les seccions dels cables, aquesta s'adjunta en L'Annex I de càlculs justificatius, i s'ha realitzat en base a dos criteris: el criteri tèrmic i el criteri de caiguda de tensió. Tots dos requisits depenen en gran manera de les propietats del cable seleccionat, com la resistència que ofereix aquest. Per una part, el criteri tèrmic es basa en l'efecte Joule, que descriu com un corrent elèctric calfarà un conductor, actuant com a resistència per a alliberar energia tèrmica. En funció de la intensitat de circulació, que ha de ser inferior al límit acceptable del cable, es tria un cable amb una secció dissenyada per a suportar el calfament al qual estarà exposat. Per l'altra part, es requerirà una secció més gran perquè la intensitat afecta el calfament més directament que la grandària de la secció. El tipus de secció i la seua longitud afectaran el criteri de caiguda de tensió. En general, aquest criteri és més estricte que l'anterior.

7.6.1. Cablejat de corrent continu

Els mòduls fotovoltaics produeixen energia en corrent continua. Els cables preinstal·lats en els panells solars de sèrie tenen una secció de 4 mm² (segons la fitxa tècnica del panell solar seleccionat), que serà a través dels quals es connecten els diferents mòduls que constitueixen cada un dels strings. Aquestes línies discorreran baix la superfície dels mòduls, per la part de darrere de les estructures fixats amb brides.

Dels extrems de cada string partiran 2 cables (positiu i negatiu) fins a l'inversor. La seua designació completa serà 'Cable de goma Top Solar H1Z2Z2-K, 1,5/1,5 kV' amb aïllament de goma reticulada de baixa emissió de fums i lliure de halògens (LSHF).

Aquests són cables molt flexibles especialment indicats per a la connexió entre panells fotovoltaics, i des dels panells fins a l'inversor. A més, són compatibles amb la majoria dels connectors, i gràcies a les prestacions dels seus materials poden ser instal·lats a la intempèrie o directament enterrats en plenes garanties.

S'instal·laran aquests cables enterrats baix tub de 110 mm de diàmetre seguint les preinscripcions de la ITC-BT-30. El dimensionat d'aquesta part de la instal·lació es podrà veure en l'Annex I, en l'apartat 1.5.

7.6.2. Cablejat de corrent altern

Pel que fa al cablejat en corrent altern, hi hauran dos parts distingides. En la primera part s'evacuarà la energia dels inversors fins el quadre de corrent altern instal·lat en l'edifici dels inversors, el seu aïllament serà de polietilè reticulat (XLPE) i la seua coberta exterior de poliolefina termoplàstica lliure d'halògens.

La seua designació completa serà ECOVERI RZ1-K 0,6/1 kV (AS) amb aïllament XLPE i coberta de poliolefina. Aquests són adequats per al transport i distribució d'energia elèctrica en instal·lacions fixes protegides o no, i també per a instal·lacions interiors i exteriors, sobre suports, a l'aire, en tubs o enterrats.

En la segona part del cablejat en alterna (des del quadre de CA fins el QGBT) s'utilitzarà cablejat de diferent proveïdor, perquè seran necessàries unes seccions més grans per poder transportar l'elevat corrent que eixirà dels 6 inversors.

El dimensionat d'aquestes dos parts de la instal·lació de CA es podrà veure en l'Annex I, en l'apartat 1.5. I les característiques tècniques dels cables utilitzats es poden comprovar en l'Annex V.

7.7. Canalitzacions

Els conductors aniran estubats baix rases per a conduir la potència total del generador fotovoltaic fins el inversor.

Abans de començar els treballs, es marcaran en la terra les zones on s'obriran les rases, marcant tant la seua amplària com la seua longitud i les zones on es deixen claus per a la contenció del terreny.

Abans de procedir amb l'obertura de les rases, s'obriran cales de reconeixement per a confirmar o rectificar el traçat previst. Al marcar el traçat de les rases, es tindrà en compte el radi mínim que cal deixar en la corba conformement a la secció del conductor o conductors que es vagen a canalitzar.

Sempre que es realitzen qualsevol tipus de rasa s'hauran de realitzar arquetes in situ o prefabricades per a facilitar la tirada de cable pels tubs en tots els cantons o canvis de direcció, i per a trams rectes es realitzarà una arqueta cada 40 m, o si estiguera justificar a una distància menor, de manera que facilite la instal·lació del cablejat, segons marca la ET/5012 "Canalitzacions subterrànies de Baixa i Mitja Tensió".

Els tubs per a la canalització elèctrica en aquest tipus de rases, seran de PE flexible corugat exterior i llis interior, i de doble paret amb guia de polièster segons UNE EN 50.086.2.4. Es procedirà a instal·lar varis tubs per rasa, tenint en compte que cada tub recollirà el cablejat d'un sol inversor. La agrupació dels tubs podrà ser en un o dos plans deixant sempre en el nivell superior els tubs de menor secció.

En aquest tipus d'aplicacions es segellaran les entrades dels tubs amb espuma "epoxi" o algeps, quedant els tubs per la part superior per a evitar la entrada d'aigua i rosegadors. Tant a la eixida com a la entrada del cable a la rasa des de la estructura es faran mitjançant un pasatubs flexible de PVC grapat al terreny. La situació dels tubs en la arqueta serà la que permeti el màxim radi de curvatura.

El Contractista serà responsable dels enfonsaments que es produïsquen per la deficient realització d'aquesta operació i, per tant, serà del seu compte les posteriors reparacions que tinguem que executar-se.

7.7.1. Canalitzacions per a línies de corrent continua

A la part de corrent continu es faran rases per on passarà el cablejat de CC. Per dur a terme el dimensionament d'aquestes, s'ha fet en primer lloc una opció amb una única rasa per on discorren tots els cables de tota la instal·lació fins l'edifici d'inversors, en aquesta opció s'ha vist que s'havien de posar cables de 50 mm² de secció des de l'eixida de cada string de panells solars, fins a cada una de les entrades dels inversors que s'utilitzen. Aquesta secció ix tant elevada perquè per a calcular el criteri tèrmic s'han de tindre en compte factors de reducció d'intensitat molt menuts, degut a l'agrupament de 9 tubs dins d'una mateixa rasa, i degut també a l'agrupació de 6 circuits dins d'un mateix tub.

Per aquesta raó, per disminuir la secció del cablejat de 50 mm² de la primer opció, s'ha proposat una segona opció de canalitzacions per a transportar l'energia generada pels panells. Aquesta consisteix en fer tres diferents rases, la primera rasa transportarà sols els strings dels inversors 4, 5 i 6; per la segona rasa aniran els strings dels inversors 1, 2 i 3; i per la tercera rasa aniran els strings que li corresponen a l'inversor 1 i que ixen de la marquesina fotovoltaica.

Es poden veure els càlculs de les dos propostes en l'apartat 1.5. de l'Annex I. Per veure els detalls de la primera opció plantejada, està el Pla 9; i per observar els detalls de la segona opció plantejada, està el Pla 10.

7.7.2. Canalitzacions per a línies de corrent altern

Com s'ha comentat anteriorment, en aquesta part de la instal·lació, hi ha dos trams diferents.

En primer lloc, està el tram que va des dels inversors fins el quadre de CA, aquest tram discorrerà pel buit de construcció que hi ha per baix del pis de la caseta dels inversors. Aquest anirà amb tubs de PE i està dimensionat en l'apartat 1.5. de l'Annex I.

En segon lloc, el cablejat que va des del quadre de CA fins el QGBT, anirà soterrat en rases. Per l'interior d'aquestes rases aniran 4 tubs de PE i per dintre d'aquests tubs estarà el

cablejat dispost que permeta transmetre la intensitat necessària que ix del quadre de CA. Aquest dimensionament també es pot comprovar en l'apartat 1.5. de l'Annex I. A més, en el Pla 11 hi ha detalls de com és la rasa i de la seua longitud.

7.8. Proteccions per a la instal·lació fotovoltaica

El sistema de protecció deu complir les exigències presentades en la reglamentació vigent, aquest apareix en l'Article 11 del Real Decret 1663/2000 de 28 de setembre, sobre connexió d'instal·lacions fotovoltaïques a la xarxa de baixa tensió. Aquesta instal·lació d'estudi inclourà els següents punts:

1. Interruptor general manual, que serà un interruptor magnetotèrmic amb intensitat de curtcircuit superior a la indicada per la empresa distribuïdora en el punt de connexió. Aquest interruptor serà accessible a la empresa distribuïdora en tot moment, amb objecte de poder realitzar la desconexió manual.
2. Interruptor automàtic diferencial, amb el fi de protegir a les persones en el cas de derivació de algun element de la part continua de la instal·lació.
3. Interruptor automàtic de la interconnexió, per a la desconexió-connexió automàtica de la instal·lació fotovoltaica en cas de pèrdua de tensió o freqüència de la xarxa, junt a un relé d'enclavament.
4. Protecció per a la interconnexió de màxima i mínima freqüència (51 i 49 Hz, respectivament) i de màxima i mínima tensió (1,1 i 0,85 Um, respectivament).

Les proteccions esmentades en 3 i 4 poden ser integrades per l'equip inversor gràcies a la citada normativa. L'equip inversor triat per a aquest projecte, integrarà funcions de protecció de màxima i mínima tensió i freqüència, a més de les maniobres automàtiques de desconexió-connexió evitant el funcionament en illa, aportant així seguretat als operadors de manteniment de l'empresa distribuïdora elèctrica. Les proteccions que integren els equips inversors seleccionats es mostren en la Taula 10.

Per tant, en aquest cas, sols l'interruptor principal, el magnetotèrmic i l'interruptor diferencial, aniran al quadre de CA del sistema fotovoltaic, com es descriurà en les seccions corresponents a continuació. La elecció d'aquestes proteccions es realitza en l'Annex I.

A més, s'inclouran els següents elements de protecció, segons les consideracions tècniques del REBT de 2002 proposades de seguretat esposades en el Plec de Condicions Tècniques (PCT) del IDAE:

1. Posada a terra del marc dels mòduls i de la estructura, mitjançant cable de coure i pica de terra, seguint la normativa vigent en aquest tipus d'instal·lacions.
2. Posada a terra de la carcassa de l'inversor.
3. Aïllament classe II en tots els components: mòduls, cablejat, caixes de connexió, etc.
4. Protecció contra sobreintensitats en la part de continua (en aquest cas aquesta ve integrada en els inversors, mirar Taula 10).
5. Protecció contra polaritat inversa en la part de continua (en aquest cas aquesta ve integrada en els inversors, mirar Taula 10).

7.8.1. Proteccions integrades en l'inversor

Els inversors triats tenen una sèrie de proteccions integrades en el propi equip, com es mostra en la Taula 10.

Taula 10. Proteccions integrades en els equips inversors Huawei 100KTL. Font: Fitxa tècnica del Huawei 100KTL.

| | Protecciones |
|--|--------------|
| Dispositivo de desconexión del lado de entrada | Sí |
| Protección anti-isla | Sí |
| Protección contra sobreintensidad de CA | Sí |
| Protección contra polaridad inversa CC | Sí |
| Monitorización a nivel de string | Sí |
| Descargador de sobretensiones de CC | Type II |
| Descargador de sobretensiones de CA | Type II |
| Detección de resistencia de aislamiento CC | Sí |
| Monitorización de corriente residual | Sí |

Amb les proteccions que integra l'equip inversor seleccionat, es compleix amb les directives mencionades en el PTC del IDAE per a la connexió a xarxa d'una instal·lació fotovoltaica.

7.8.4. Protecció contra contactes directes

La protecció contra contactes directes consisteix en protegir a les persones contra els perills que puguin derivar-se d'un contacte amb les parts actives dels materials elèctrics de la instal·lació. Això s'aconseguirà principalment mitjançant la aplicació de les següents mesures detallades en el ITC-BT-24 i segons la norma UNE20.460-4-41, que són:

- Protecció per aïllament de les parts actives.
- Protecció mitjançant barreres amb graus de protecció IP XXB.
- Protecció per posada fora d'abast per allunyament.
- Protecció complementària per dispositius de corrent diferencial residual.

La protecció contra contactes directes auxiliar que ofereix l'equip inversor escollit, consisteix en:

1. En la part de corrent continua, l'inversor disposa d'un controlador d'aïllament en la part de CC del conjunt de panells. Amb açò assegura que, si la resistència d'aïllament disminueix per baix dels valors establerts de seguretat, l'inversor es desconnectarà i accionarà una alarma indicant la fallada.
2. En la part de corrent altern, es disposarà d'un dispositiu de detecció de corrent diferencial residual de sensibilitat 100 mA ajustable i associats a l'interruptor general d'eixida de CA.

7.8.5. Protecció contra contactes indirectes

La protecció contra contactes indirectes consisteix en protegir a les persones contra els perills que poden derivar-se d'un contacte amb les parts que s'han posat en tensió com a resultat d'una fallada d'aïllament.

Les dos proteccions principals per a aquests tipus de contactes en aquesta instal·lació, segons indicacions de la ITC-BT-24, són les següents:

- Protecció per tall automàtic de la alimentació. Per a això ha d'haver-ho una adequada coordinació entre el sistema de connexió a terra de la instal·lació, descrit en l'apartat 7.8.6. de la Memòria d'aquest projecte, al costat del funcionament del dispositiu de detecció diferencial. Aquesta condició implica la instal·lació dels corresponents conductors de protecció que uneixen les masses de tots els equips elèctrics amb la connexió a terra general de la instal·lació. També implica que es seleccione el dispositiu de protecció apropiat perquè desconnecte el corrent de defecte en un temps adequats, segons l'esquema de connexió a terra.
- Protecció per l'ús de materials de classe II.

Part de corrent continua:

Tenint en compte que en aquesta part de la instal·lació no es compta amb un dispositiu de tall per corrent diferencial, la forma de limitar el valor de la corrent de defecte serà mitjançant la resistència d'aïllament (Riso), mantenint-la en un valor adequat. La norma estableix que en els sistemes fotovoltaics sense transformador, com és el cas d'aquesta instal·lació, la Riso deu ser almenys de 2.000 k per kW de tensió d'entrada de l'inversor. El compliment d'aquests valors es controla des de l'inversor.

Bàsicament constarà d'una configuració amb esquema flotant (instal·lació fotovoltaica en la que els conductors de la part de CC, positiu i negatiu, es troben aïllats de terra, encara que si es tinguen les masses dels marcs dels mòduls, estructures i altres parts metàl·liques a terra; aquesta disposició coincideix amb el sistema que el REBT denomina IT en la distribució elèctrica) i ús d'un controlador permanent d'aïllament, que avise d'un possible defecte, i execute la desconexió-conexió automàtica de la instal·lació fotovoltaica en cas de pèrdua de resistència d'aïllament. Aquest dispositiu va inclòs amb l'inversor, com s'ha comentat anteriorment.

El sistema IT de l'esquema flotant, assegura totalment la protecció contra contactes indirectes en la part de continu de les plantes fotovoltaïques.

Part de corrent altern:

Contra els contactes indirectes en la part de corrent altern, el tall automàtic de la instal·lació es realitzarà mitjançant un dispositiu de corrent diferencial residual de sensibilitat de 300 mA ajustable, associat a l'interruptor general automàtic (GIA) en la eixida de CA de l'inversor, estant tots dos situats en el quadre elèctric de proteccions de CA. Aquest interruptor diferencial protegirà contra contactes indirectes i directes, si està amb una connexió a terra de les masses, sinó només funcionarà en contactes directes. Per a evitar salts intempestius, aquest diferencial serà de reconexió automàtica o bé d'alta immunitat.

7.8.2. Protecció contra sobrecàrregues i curtcircuits

Les sobrecàrregues o sobrecorrents es donen quan la intensitat de corrent elèctrica que transcorre per un conductor es major a la prevista, generant calor per mitjà de l'efecte Joule i podent provocar danys en els equips i inclús produir un incendi.

La instal·lació deu de contar amb les següents proteccions contra sobrecàrregues i curtcircuits d'acord amb la legislació vigent mencionada.

Part de corrent continu

Amb l'objectiu de protegir contra sobreintensitats la entrada de CC de l'inversor, el propi circuit intern d'aquest incorpora un fusible per a cada pol d'entrada.

A més, segons indicacions de la norma UNE 60364-7-712, es deurà disposar d'un interruptor de tall en càrrega per tal de portar a cap treballs de reparació, manteniment, o per seguretat. De tal manera, en la entrada de CC de l'inversor, aquest disposa d'un interruptor seccionador baix càrrega: Switch CC. Aquestes dos proteccions es poden veure en la Figura

69. Per aquesta raó, no farà falta un quadre de CC que compte amb fusibles i seccionadors, perquè cada inversor ja ho té al seu interior.

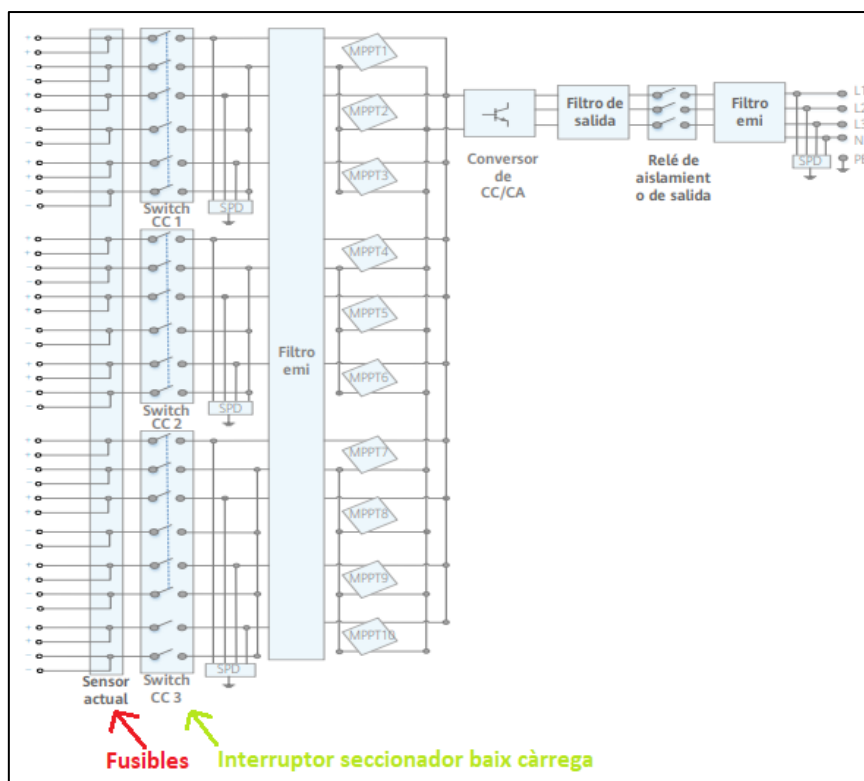


Figura 69. Indicacions del circuit de detecció d'intensitat d'entrada del costat de CC de l'inversor, junt amb el seccionador/switch de CC, en l'esquema elèctric de l'inversor de 100 kW. Font: Fitxa tècnica del Huawei 100KTL.

Part de corrent altern

Amb l'objecte de protegir contra sobreintensitats que poden danyar el circuit d'alterna de la instal·lació fotovoltaica, a la eixida de cada inversor s'instal·larà un interruptor automàtic magnetotèrmic (Figura 70) de calibres adequats segons cada línia de l'inversor, que en aquest cas tots seran iguals perquè tots els inversors tenen les mateixes característiques. Aquests seran de 200 A, de la marca DPX³ de Legrand, de 4 pols, corba de classe C (perquè no existeixen corrents d'arrancada de consum elevat), i un poder de tall de 50 kA.

Les 6 eixides dels inversors estaran connectades a una protecció magnetotèrmica de major calibre, que serà un Interruptor General Automàtic (IGA) de 1.250 A, que funcionarà en conjunt amb un relé diferencial de 300 mA ajustable i serà ajustable i amb toroidal associat.

Els càlculs d'aquests interruptors estan realitzats en l'apartat corresponent a l'Annex I.



Figura 70. Interruptor magnetotèrmic DPX³ de la marca Legrand. Font: Catàleg Legrand.

El IGA serà el model DPX3 1.600 MT, 4P, 1.250 A, 50 kA de caixa modelada, de la marca Legrand. Amb un tèrmic ajustable de 0,8 a 1 In, i un magnètic ajustable de 5 a 10 In (Figura X)



Figura 71. Interruptor General Automàtic, DPX3 1.600 MT, 4P, 1.250 A, 50 kA. Font: Fitxa tècnica del IGA.

El relé diferencial serà electrònic de 3 polos, 1.600 A/1.250 A, amb un poder de tall de 50 kA, de la sèrie NM8N-EN, preparat per a connectar-se a la bobina del transformador de corrent toroidal extern de la sèrie TRP140 1.250/5 A 5P10. De tipus A superinmunitzat, amb filtrat de corrents d'alta freqüència i alta immunitat, amb mesura en verdader del valor eficaç (TRMS), per a un precís monitoratge de corrents de fuga, baix norma IEC 62020. El toroidal serà una bobina tancada, de la sèrie TRP140, amb un diàmetre de 140 mm.

En la imatge de la esquerra de la Figura 72, es mostra el relé (bloc diferencial) i la imatge de la dreta és el toroidal extern. Aquests elements agreguen la funció de protecció diferencial a l'interruptor DPX³ de la Figura 71 que és el que s'utilitzarà d'Interruptor General Automàtic.



Figura 72. Relé diferencial electrònic (esquerra) i transformador de bobina toroidal (dreta).
Font: Fitxes tècniques dels components.

7.8.3. Protecció contra sobretensions

Una sobretensió es produeix quan hi ha un augment inesperat del voltatge, per damunt dels valors establerts o habituals, com pot ser una caiguda d'un raig, camps electromagnètics associats induïts o pics transmeses per les línies de connexió, per exemple. Per a evitar aquests casos, s'utilitza un sistema de protecció basat en les següents mesures:

- Connexió equipotencial. És la pràctica de connectar elèctricament, de forma intencionada, totes les superfícies metàl·liques exposades que no deuen transportar corrent. Això evita que hi hagen diferències de potencial entre els diferents elements del sistema.
- Instal·lació de descarregadors de sobretensions (SPD). Aquests es connecten en paral·lel i limiten el valor de la tensió per a evitar danys per sobretensions, absorbint els possibles pics. Aquests seran de tipus II com s'indica en la fitxa tècnica dels inversors seleccionats. Hi hauran en la part de corrent continua (Figura 73) i en la part de corrent altern (Figura 74).

Part de corrent continu

En aquesta part, es deuen protegir els components del generador fotovoltaic i el inversor. A més de la equipotencialitat de les terres, l'inversor incorpora un SPD per a dissipar les sobretensions en el costat de CC, situat segons es mostra en la Figura 73 de l'esquema elèctric de l'inversor Huawei SUN 2000 100KTL.

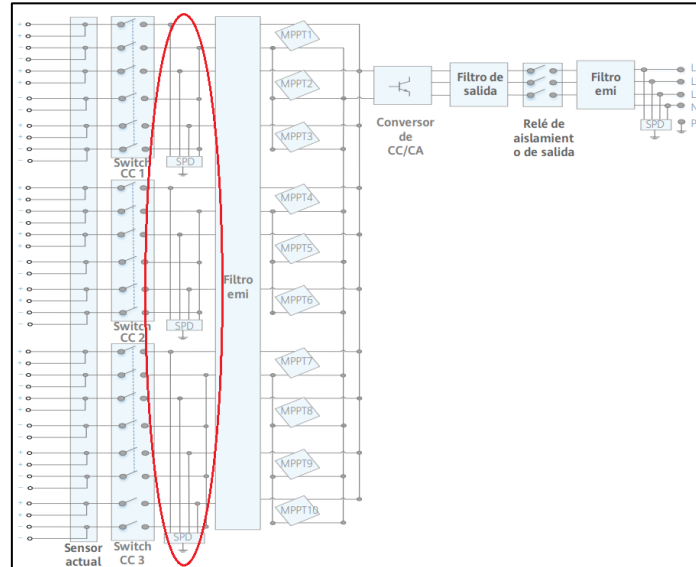


Figura 73. Protector de sobretensió del costat de CC indicat en l'esquema elèctric de l'inversor de 100 kW. Font: Fitxa tècnica d'aquest inversor.

Part de corrent altern

Per a protegir la instal·lació fotovoltaica front a sobretensions procedents de la xarxa elèctrica, el propi inversor disposa d'un descarregador de sobretensions en el costat de CA, situat segons s'indica en la Figura 74 de l'esquema elèctric de l'inversor Huawei SUN2000 100KTL.

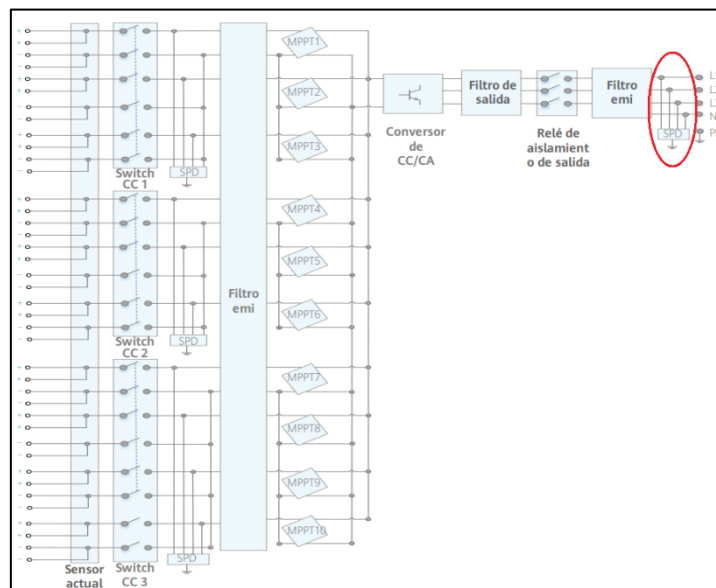


Figura 74. Protector de sobretensió del costat de CA indicat en l'esquema elèctric de l'inversor de 100 kW. Font: Fitxa tècnica d'aquest inversor.

7.8.6. Posada a terra

Segons la ITC-BT-18, la posada a terra (PaT) s'estableix principalment amb objecte de limitar la tensió que, amb respecte a terra, poden presentar en un moment donat les masses metàl·liques, assegurar la actuació de les proteccions i eliminar o disminuir el risc que suposa una averia en els materials elèctrics utilitzats.

La PaT de la instal·lació fotovoltaica d'estudi, es farà segons el que s'estableix en el ITC-BT-18 del REBT, i de manera que no s'alteren les condicions de PaT de la xarxa de l'empresa distribuïdora, assegurant que no es produïsquen transferències de defectes a la xarxa, sobre la base de l'Article 12 del Reial Decret 1663/2000.

La posada a terra es realitza de manera uniforme per a tots els elements que componen el sistema de generació d'energia solar per a autoconsum. Segons les recomanacions PCT 2011 del IDAE, totes les masses d'una instal·lació fotovoltaica, tant la part de CC com la de CA, ha d'estar connectada a una única terra. Llavors, en aquest cas, totes les terres estaran connectades a la terra de l'edifici existent, formant la mateixa PaT. Aquesta terra serà independent de la del neutre de l'empresa de distribució d'acord amb el REBT, així com de les masses del subministrament restant. També hi haurà una separació entre les parts de CC i CA en la instal·lació, açò farà que no es tracte d'una separació galvànica, però s'aconseguirà una separació equivalent en la etapa electrònica del convertidor CC-AC del propi inversor.

De tal manera, es disposarà d'una xarxa de connexió equipotencial a terra de totes les parts metàl·liques dels components de la instal·lació fotovoltaica esmentats.

En el circuit de connexió a terra, els conductors de protecció connecten les masses a terra. Aquests conductors de protecció hauran de passar pels mateixos conductes de corrent continu i altern de la instal·lació. La secció mínima d'aquests, ve donada en segons la ITC-BT-18. Els càlculs es realitzen en l'apartat corresponents de l'Annex I dels càlculs justificatius.

Segons la ITC-BT-18 els conductors de protecció seran de coure i tindran diferents seccions segons el tram del cablejat:

- Pel que fa a la part de CC:
 - o El tram que va des dels panells que estan en el pàrquing fotovoltaic fins l'inversor tindran un conductor de protecció de $S = 10 \text{ mm}^2$.
 - o Els altres trams de la instal·lació fotovoltaica que van des dels restants panells fotovoltaics fins els inversors, tindran un conductor de protecció de $S = 16 \text{ mm}^2$.

- Pel que fa a la part de CA:
 - o Els trams que van des dels inversors fins el quadre de CA tindran un conductor de protecció de $S = 50 \text{ mm}^2$.
 - o El tram que va des del quadre de CA fins el QGBT de la nau tindrà un conductor de protecció de $S = 240 \text{ mm}^2$.

Configuració mode flotant del generador fotovoltaic

En aquesta tipus de posada a terra els conductors, positiu i negatiu, es troben aïllats de terra, tal i com es mostra en la Figura 75.

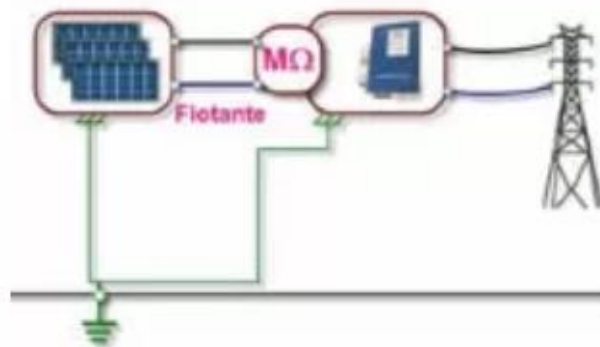


Figura 75. Esquema de generador flotant, en aquest cas, directament connectat a la xarxa elèctrica. Font: [30].

Amb aquesta disposició, si un qualsevol dels fils que parteixen de les plaques, positiu o negatiu, es posa en contacte elèctric amb una part metàl·lica, que està connectat a terra, l'únic efecte és que els potencials d'aquest fil, de la part metàl·lica i de terra són els mateixos, i no hi ha cap corrent de derivació a terra. Si ara una persona toca la part metàl·lica, no hi ha tampoc cap corrent de derivació pel seu cos, perquè la diferència de potencial al fet que està sotmesa és zero, que és la diferència de potencial entre la part metàl·lica i terra. Això és així, fins i tot, si la connexió a terra fora defectuosa i en aquest cas la connexió a terra es realitza pel cos de la persona. És a dir, si una persona toca una part metàl·lica que estiguera aïllada de terra i que s'ha posat en contacte amb un fil actiu, no circula cap corrent per la persona, excepte, com a màxim, la produïda inicialment per les càrregues estàtiques. Per tant, amb els dos fils actius aïllats entre si i de terra, un primer defecte a terra no és perillós per a les persones.

Si ara es produeix un nou contacte de l'altre conductor amb la part metàl·lica, tampoc hi ha un corrent de fugida a terra, sinó un curtcircuit, doncs, com s'ha dit, tota la part metàl·lica és una superfície equipotencial. Si ara una persona toca la part metàl·lica, tampoc es produeix cap corrent de fugida a terra per ella, perquè la diferència de potencial entre la part metàl·lica i terra continua sent zero. El curtcircuit tampoc produeix una avaria en les plaques, perquè la

intensitat de curtcircuit de les plaques fotovoltaïques és només escassament superior a la seua intensitat nominal. L'efecte del curtcircuit és anul·lar la tensió en l'entrada de la part de contínua del convertidor, per la qual cosa aquest es desconnectarà automàticament de la línia de contínua que li arriba, ja que els convertidors van dotats d'un interruptor automàtic que s'obri quan la tensió de contínua disminueix fins a un cert valor que no fa possible continuar amb el lliurament d'energia a la xarxa pública. Aquesta desconnexió és el millor avís d'avaría, perquè cessa el subministrament d'energia a la xarxa.

Només pot haver perill per a la persona si el segon defecte a terra es produeix a través d'ella. Però això només ocorre si ja s'ha produït un primer defecte a terra d'un dels fils d'una sèrie de plaques fotovoltaïques, si aquest defecte no ha sigut reparat, i si la persona toca directament l'altre fil actiu. Aquesta situació equival al contacte directe de la persona amb els dos fils actius, contacte les conseqüències del qual no pot evitar cap interruptor diferencial, tampoc en les instal·lacions d'alterna, si la persona està aïllada de terra.

8. Impacte i balanç mediambiental

Les instal·lacions fotovoltaïques es consideren una font d'energia renovable i inesgotable, sobre la base de l'efecte fotovoltaic. Aquesta tecnologia és molt utilitzada per petits i grans consumidors amb l'objectiu de ser més respectuosos amb el medi ambient i estalviar en la factura de la llum. L'estudi pretén analitzar les emissions que deixarien d'emetre's a l'atmosfera global en introduir aquesta tecnologia en les llars i la indústria.

Les cel·les solars que es fabriquen hui dia estan fetes de silici, un material que s'obté de l'arena, per la qual cosa és abundant i no necessita ser usat en excés. A més, molts dels materials que s'utilitzen en aquestes són reutilitzables o, almenys, s'incorporen a les rutes de reciclatge al final de la seua vida útil, la qual cosa redueix significativament les deixalles. Així mateix, els materials utilitzats en la construcció són generalment abundants, no tòxics, reciclables i/o reutilitzables. Es produeix una càrrega ambiental important durant l'extracció de matèries primeres i els processos de transport associats posteriors. No obstant això, són vulnerables a les innovacions que integren la seua pròpia tecnologia elèctrica a partir de fonts fotovoltaïques per a la extracció i el transport durant la transició dels combustibles fòssils a la tecnologia elèctrica.

L'energia solar pot ajudar a mitigar problemes mediambientals com:

- L'efecte d'hivernacle provocar per les emissions de CO₂.
- La pluja àcida, que provoca la contaminació de l'aigua a causa de les emissions de SO_x.
- El smog o la boira fotoquímica de les ciutats, provocada per les emissions de NO_x.

Les quantitats d'emissions provocades per aquests agents contaminants que es deixaran d'emetre per kWh produït per la instal·lació s'estimen en els següents valors segons estudis realitzats per el CIEMAT i la AIE:

- 550 g/kWh de CO₂.
- 0,40 g/kWh de SO_x.
- 0,75 g/kWh de NO_x.

Amb tot això, tenint una potència total instal·lada de 686,88 kWp que genera 883.445,1 kWh a l'any d'energia solar, els beneficis mediambientals seran els que estan recollits en la Taula 11.

Taula 11. Balanç mediambiental de la instal·lació. Font: Creació pròpia en base a les dades de CIEMAT i AIE.

| Balanç mediambiental de la instal·lació d'estudi 686,88 kWp - 883.445,1 kWh | |
|--|--------------------------------|
| Estalvi d'emissions de CO₂ | 485.895 kgCO ₂ /any |
| Estalvi d'emissions de SO_x | 353 kgSO _x /any |
| Estalvi d'emissions de NO_x | 663 kgNO _x /any |
| Habitatges equivalents | 270 |

Per al càlcul d'habitatges equivalents, s'ha tingut en compte que el consum mig d'un habitatge espanyol és aproximadament de 3.272 kWh/any [31], per lo que la producció elèctrica generada mitjançant aquesta instal·lació fotovoltaica, suposa de manera equivalent alimentar al voltant de 270 habitatges.

9. Planificació i programa d'execució (Gantt)

A continuació, en la Figura 76 es mostra el diagrama de Gantt amb la planificació per dur a terme la instal·lació fotovoltaica d'estudi. Donant com a resultat una duració total aproximada de 14 setmanes. Es consideren dies laborables com una jornada completa de 8 hores.

| | SETMANA 1 | SETMANA 2 | SETMANA 3 | SETMANA 4 | SETMANA 5 | SETMANA 6 | SETMANA 7 | SETMANA 8 | SETMANA 9 | SETMANA 10 | SETMANA 11 | SETMANA 12 | SETMANA 13 | SETMANA 14 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| OBRA CIVIL | | | | | | | | | | | | | | |
| Topografia | | | | | | | | | | | | | | |
| Desbrossament | | | | | | | | | | | | | | |
| Moviment de terres/ farciment | | | | | | | | | | | | | | |
| Compactació | | | | | | | | | | | | | | |
| Rases | | | | | | | | | | | | | | |
| Sabates/ clavat d'estructures | | | | | | | | | | | | | | |
| Cimentació de la base per a la ubicació de l'edifici d'inversors | | | | | | | | | | | | | | |
| Muntatge edifici d'inversors | | | | | | | | | | | | | | |
| CAMP FOTOVOLTAIC | | | | | | | | | | | | | | |
| Subministre d'estructures | | | | | | | | | | | | | | |
| Muntatge d'estructures | | | | | | | | | | | | | | |
| Subministre de mòduls fotovoltaics | | | | | | | | | | | | | | |
| Muntatge de mòduls fotovoltaics | | | | | | | | | | | | | | |
| Subministre d'inversors | | | | | | | | | | | | | | |
| Muntatge d'inversors | | | | | | | | | | | | | | |
| Subministre de cablejat | | | | | | | | | | | | | | |
| Muntatge de cablejat | | | | | | | | | | | | | | |
| Subministre de sistemes de gestió i control | | | | | | | | | | | | | | |
| Muntatge de sistemes de gestió i control | | | | | | | | | | | | | | |
| Subministre de quadres elèctrics | | | | | | | | | | | | | | |
| Muntatge de quadres elèctrics | | | | | | | | | | | | | | |
| LEGALITZACIONS | | | | | | | | | | | | | | |
| Projecte i CFDI elèctric | | | | | | | | | | | | | | |
| OCA | | | | | | | | | | | | | | |
| POSADA EN FUNCIONAMENT | | | | | | | | | | | | | | |
| Posada en funcionament | | | | | | | | | | | | | | |
| Proves | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 76. Diagrama de Gantt de la planificació de la instal·lació fotovoltaica d'estudi. Font: Creació pròpia.

10. Producció energètica esperada

Amb la finalitat d'aportar informació rellevant per a l'estudi de viabilitat econòmica de la instal·lació, es realitza un balanç energètic (mirar Taula 12) tenint en compte l'energia aportada pel sistema fotovoltaic (la producció) i la quantitat d'energia directament consumida per la empresa (consum). Això permet analitzar si existeix un excedent en el seu sistema de producció, augmentant encara més l'estalvi reflectit directament en la factura de la llum del propietari.

Les dades de generació fotovoltaica prevista s'han estimat a partir del programari PVGIS, com s'ha mostrat en l'apartat 5.2.1. de la memòria d'aquest projecte, per a la tercera configuració proposada.

Taula 12. Balanç energètic de la instal·lació. Font: Creació pròpia a partir de les dades proporcionades pel propietari.

| Mes | Consum [kWh] | Producció [kWh] | Autoconsum [kWh] |
|-----------------|------------------|-------------------|-------------------|
| GENER | 245.375 | 32.131,60 | 32.131,60 |
| FEBRER | 233.253 | 48.848,70 | 48.848,70 |
| MARÇ | 208.388 | 76.160,11 | 76.160,11 |
| ABRIL | 219.563 | 88.977,50 | 88.977,50 |
| MAIG | 213.153 | 108.165,50 | 108.165,50 |
| JUNY | 204.628 | 111.704,70 | 111.704,70 |
| JULIOL | 225.036 | 116.153,40 | 116.153,40 |
| AGOST | 221.615 | 101.840,60 | 101.840,60 |
| SETEMBRE | 236.433 | 78.590,40 | 78.590,40 |
| OCTUBRE | 250.610 | 57.607,50 | 57.607,50 |
| NOVEMBRE | 237.996 | 36.365,60 | 36.365,60 |
| DESEMBRE | 194.653 | 26.899,50 | 26.899,50 |
| TOTAL | 2.690.703 | 883.445,11 | 883.445,11 |

Com es pot observar, el sistema generador no produirà en ningun moment excedents que es puguin abocar a la xarxa, per la qual cosa no hi hauran estalvis derivats d'aquests en l'estudi de viabilitat econòmica.

A més, en la Figura 77 es poden veure les dades de producció de la planta, mostrant la comparativa entre el consum d'aquesta i la producció d'energia per part de la instal·lació fotovoltaica

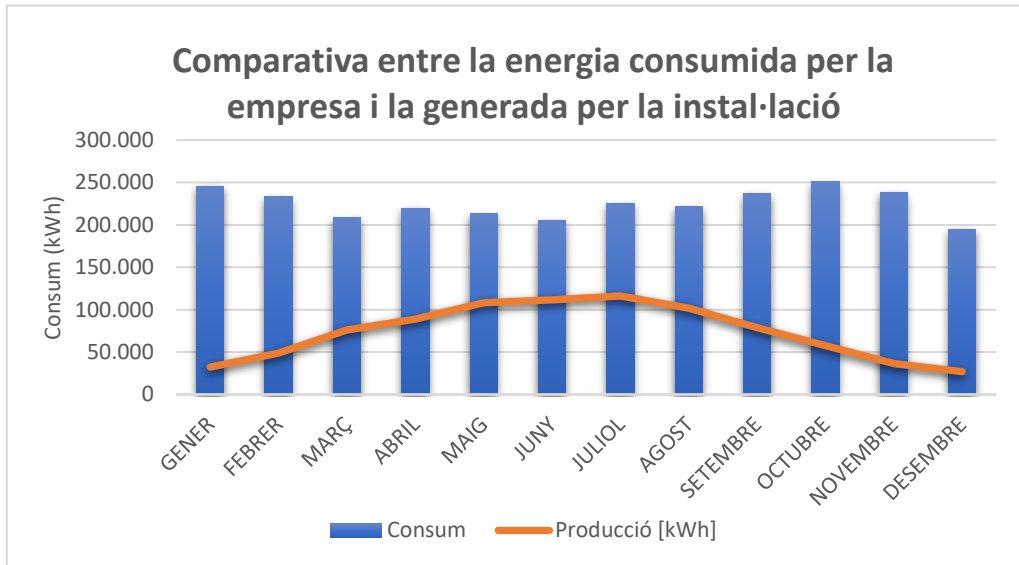


Figura 77. Comparativa entre la energia consumida per la empresa i la generada per la instal·lació fotovoltaica. Font: Creació pròpia.

Amb la posada en marxa de la instal·lació es tindrà el balanç d'energia anual que es mostra en la Taula 13.

Taula 13. Balanç d'energia actual. Font: Creació pròpia.

| Energia aportada al consum actual de la fàbrica | | |
|---|---------------|--------|
| Energia consumida | 2.690.703 kWh | 32,83% |
| Energia autoconsumida | 883.445 kWh | |

Tal i com s'observa en la taula anterior, la fàbrica té una consum de 2.690.703 kWh a l'any, i la instal·lació fotovoltaica genera aproximadament 883.445 kWh/any, açò implica que casi un 33% de l'energia consumida per la fàbrica, en el període d'un any, és la que està produint el generador solar.

11. Estudi de viabilitat econòmica

En aquest apartat es pretén obtenir informació del que serà el funcionament de la planta projectada a partir de l'apartat anterior de producció esperada, i realitzar un anàlisi econòmic sobre aquest per poder determinar la viabilitat. Per a extraure conclusions, es calcularan els indicatius més útils que afavoreixen la presa de decisions i que donen una visió global de la productivitat i eficàcia de la instal·lació d'estudi d'aquest projecte.

11.1. Inversió

La inversió inicial són els costos deguts a la implantació de la pròpia instal·lació fotovoltaica. Aquests es presenten en el document del pressupost d'aquest projecte.

El pressupost constarà del Pressupost d'Execució Material (PEM) i del Pressupost d'Execució per Contracta (PEC), que en el seu conjunt proporcionen el total de la inversió inicial requerida per a la posada en marxa de la instal·lació. Pel que fa al PEM, aquest s'ha calculat sumant cada un dels elements principals que conformen la instal·lació, per capítols; es pot observar quina és la quantitat de cada capítol que compon aquest import en la Figura 78.

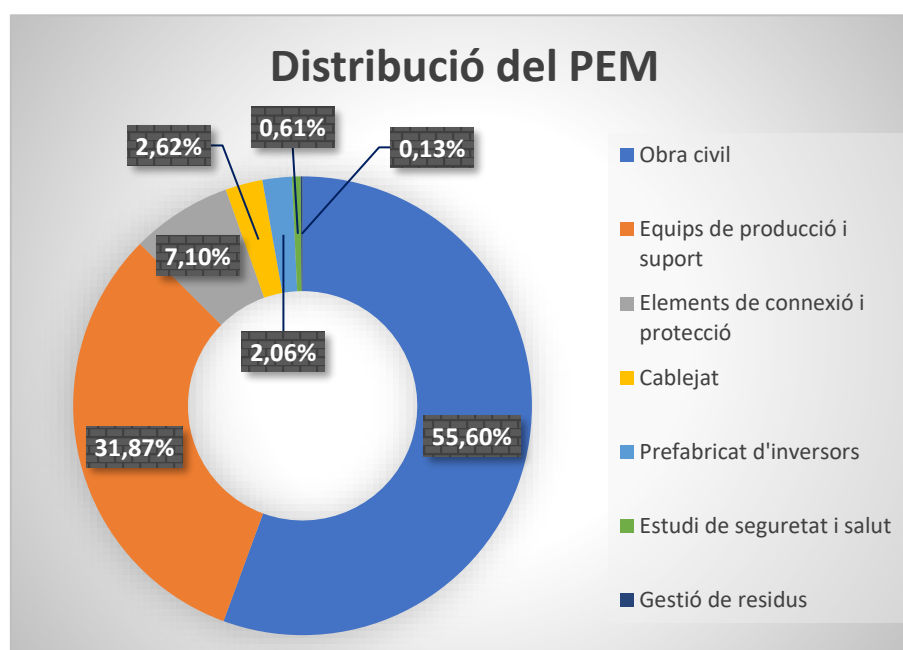


Figura 78. Distribució del PEM de la instal·lació fotovoltaica d'estudi. Font: Creació pròpia.

En resum, la inversió total que es requereix ascendeix a un total de 410.633,79 €. En la Taula 14 es pot observar com s'ha arribat a aquest número a partir del càlcul del PEM i el PEC.

Taula 14. Pressupost total de la instal·lació fotovoltaica d'estudi. Font: Creació pròpia.

| Pressupost d'Execució per Contracta (PEC) i Pressupost Total | |
|--|--------------|
| Subtotal PEM | 268.784,07 € |
| 12% de despeses generals, gestió administrativa i legalització | 32.254,09 € |
| 6% de Benfici Industrial | 16.127,04 € |
| Subtotal PEC | 317.165,21 € |
| 7% d'Honoraris Enginyeria | 22.201,56 € |
| Total | 339.366,77 € |
| 21% d'IVA | 71.267,02 € |
| Total amb IVA | 410.633,79 € |

11.2. Despeses

Les principals despeses de la planta són les següents:

- Manteniment dels panells. S'estima que aquesta despesa és de cinc vegades més els MWh que produeixen aquests panells a l'any.
- Impostos municipals. S'estima que són dos vegades la potència total instal·lada.

11.3. Ingressos

Els ingressos de la instal·lació són els corresponents als estalvis en la factura elèctrica. Per mitjà de la implantació del sistema fotovoltaic, s'aconsegueix reduir el terme d'energia, ja que es consumirà menys quantitat d'aquesta provinent de la xarxa.

Com s'ha comentat en l'apartat 4.3. d'anàlisi de consums en aquest projecte, el client està indexat a una tarifa de 6 períodes, la empresa està aollida a la tarifa 6.1 A. Per poder calcular els ingressos que tindrà el client pels estalvis en la factura elèctrica, mitjançant la instal·lació fotovoltaica, s'ha extret amb el programari PVGIS la producció que tindria la instal·lació fotovoltaica a cada període del mes, durant tots els mesos d'un any. Aquesta quantitat d'energia generada per la instal·lació fotovoltaica, deixarà de ser provinent de la xarxa, i per tant, deixarà de ser un gasto per al client, i es comptarà com un ingrés.

A continuació, en la Taula 15 es mostra el càlcul desglossat de la estimació de producció d'energia en cada període tarifari durant tots els mesos d'un any, amb el seu corresponent estalvi (ingressos) per al client. El preu en cada període tarifari s'ha obtingut a partir del cost de cada període en la factura del client, aquests són els mateixos que s'han exposat en l'apartat 4.3. en la memòria d'aquest projecte.

Taula 15. Càlcul desglossat de l'energia fotovoltaica generada i dels estalvis. Font: Creació pròpia.

| | Períodes | Consum nau [kWh] | Energia fotov. generada [kWh] | Cost energètic [€/kWh] | Ingressos energia generada [€] |
|-----------------|----------|---------------------|----------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| Gener | P1 | 55.427,0 | 13.002,45 | 0,2673 | 3.476,14 € |
| | P2 | 85.131,0 | 12.837,41 | 0,1338 | 1.717,49 € |
| | P6 | 104.817,0 | 706,88 | 0,0447 | 31,58 € |
| Febrer | P1 | 53.436,0 | 24.968,52 | 0,2673 | 6.675,21 € |
| | P2 | 87.207,0 | 26.452,95 | 0,1338 | 3.539,07 € |
| | P6 | 92.610,0 | 2.326,28 | 0,0447 | 103,92 € |
| Març | P3 | 48.135,0 | 1.436,02 | 0,0979 | 140,60 € |
| | P4 | 78.114,0 | 62.290,07 | 0,0979 | 6.098,82 € |
| | P6 | 82.139,0 | 6.119,55 | 0,0447 | 273,38 € |
| Abril | P5 | 141.274,0 | 71.812,84 | 0,0979 | 7.031,20 € |
| | P6 | 78.289,0 | 9.737,15 | 0,0447 | 434,98 € |
| Maig | P5 | 133.190,0 | 91.786,81 | 0,0979 | 8.986,85 € |
| | P6 | 79.963,0 | 17.007,48 | 0,0447 | 759,77 € |
| Juny | P1 | 29.994,0 | 29.000,08 | 0,2673 | 7.753,03 € |
| | P2 | 30.200,0 | 17.628,59 | 0,1338 | 2.358,49 € |
| | P3 | 24.139,0 | 21.882,95 | 0,0979 | 2.142,56 € |
| | P4 | 41.533,0 | 30.601,72 | 0,0979 | 2.996,21 € |
| | P6 | 78.762,0 | 17.146,40 | 0,0447 | 765,97 € |
| Juliol | P1 | 63.140,0 | 58.372,28 | 0,2673 | 15.605,54 € |
| | P2 | 73.191,0 | 41.360,95 | 0,1338 | 5.533,58 € |
| | P6 | 88.705,0 | 17.836,47 | 0,0447 | 796,80 € |
| Agost | P6 | 221.615,0 | 111.358,67 | 0,0979 | 10.903,13 € |
| Setembre | P3 | 51.514,0 | 46.394,66 | 0,0979 | 4.542,50 € |
| | P4 | 94.701,0 | 23.354,69 | 0,0979 | 2.286,66 € |
| | P6 | 90.218,0 | 9.519,31 | 0,0447 | 425,25 € |
| Octubre | P5 | 149.123,0 | 52.847,40 | 0,0979 | 5.174,29 € |
| | P6 | 101.487,0 | 5.666,40 | 0,0447 | 253,13 € |
| Novembre | P3 | 57.940,0 | 0,00 | 0,0979 | 0,00 € |
| | P4 | 92.121,0 | 29.736,89 | 0,0979 | 2.911,54 € |
| | P6 | 87.935,0 | 1.859,76 | 0,0447 | 83,08 € |
| Desembre | P1 | 5.615,0 | 5.116,16 | 0,2673 | 1.367,78 € |
| | P2 | 89.476,0 | 22.466,62 | 0,1338 | 3.005,75 € |
| | P6 | 99.562,0 | 810,69 | 0,0447 | 36,22 € |
| TOTAL | | | 883,45 MWh | | 108.210,50 € |

Per tant, s'estima que l'estalvi (ingressos totals) anual previst seran aproximadament de **108.210,50 €/any**.

11.4. Evolució econòmica de la inversió

En aquest anàlisi es mostra la evolució econòmica de la inversió al llarg dels anys, en concret, es realitzarà aquest estudi per a un termini de 25 anys, ja que els components d'una instal·lació fotovoltaica tenen una garantia d'ús de fins a 25 anys. En la Taula 16 es mostra la evolució anual del Flux de caixa junt al Balanç acumulat, i en la Figura 79 es pot observar el mateix, però de forma visual, en un gràfic on es representa a més, el temps que ha de passar per a que la instal·lació s'amortitzi (període de retorn).

Observacions que s'han tingut en compte:

- ✚ No s'ha tingut en compte l'increment anual dels preus de l'electricitat, ja que en un futur és molt probable que continuen en augment, cosa que provocaria un major ingrés per al client (major estalvi). Per aquesta raó, com no es sap en certa, s'ha optat per no tindre-ho en compte en els càlculs.
- ✚ S'ha considerat un IPC aproximat d'un 2%.
- ✚ El Benefici net s'ha calculat descomptant-li l'Impost de societats (actualment d'un 25%) al Benefici brut.
- ✚ Per al càlcul de l'energia generada, s'ha tingut en compte un envelliment dels panells d'aproximadament un 40%, a partir del segon any i durant els anys restants fins arribar a l'últim.
- ✚ Per al càlcul de les amortitzacions, el capital sol·licitat ha sigut d'un 50% del presupost total de la instal·lació, amb un tipus d'interès del 4%, i durant 25 anys.

Amb totes aquestes consideracions tingudes en compte, s'obtenen els següents resultats:

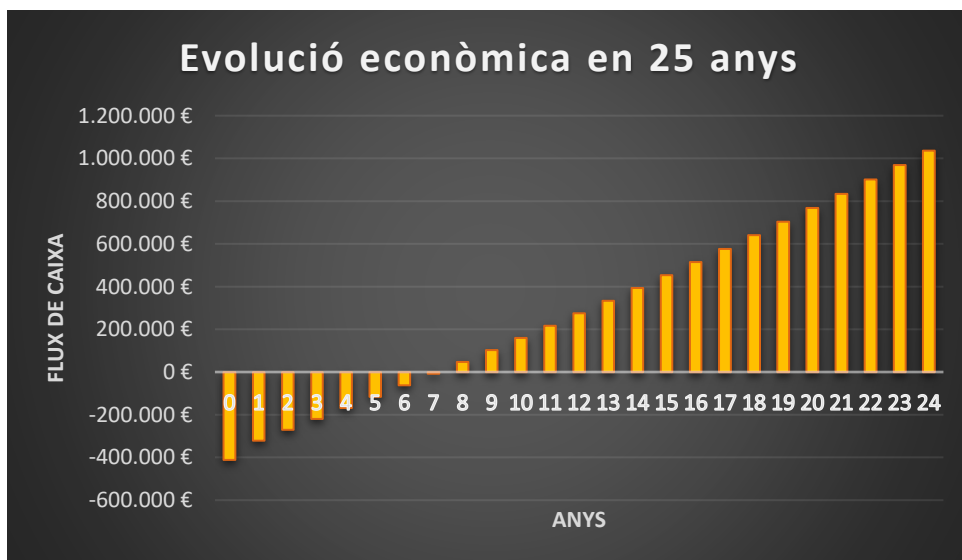


Figura 79. Gràfica de la evolució econòmica durant 25 anys de la inversió. Font: Creació pròpia.

Taula 16. Evolució econòmica durant 35 anys de la inversió. Font: Creació pròpia.

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Inversió | | | | | | | | | | | | | |
| Instal·lació fotovoltaica | 410.633,79 € | - € | - € | - € | - € | - € | - € | - € | - € | - € | - € | - € | - € |
| Despeses | | | | | | | | | | | | | |
| Manteniment panells | - € | 4.417,23 € | 4.505,57 € | 4.595,68 € | 4.687,60 € | 4.781,35 € | 4.876,97 € | 4.974,51 € | 5.074,00 € | 5.175,48 € | 5.278,99 € | 5.384,57 € | 5.492,26 € |
| Impostos municipals | 1.373,76 € | 1.401,24 € | 1.429,26 € | 1.457,85 € | 1.487,00 € | 1.516,74 € | 1.547,08 € | 1.578,02 € | 1.609,58 € | 1.641,77 € | 1.674,61 € | 1.708,10 € | 1.742,26 € |
| <i>Prèstec</i> | 13.142,74 € | 13.142,74 € | 13.142,74 € | 13.142,74 € | 13.142,74 € | 13.142,74 € | 13.142,74 € | 13.142,74 € | 13.142,74 € | 13.142,74 € | 13.142,74 € | 13.142,74 € | 13.142,74 € |
| Amortització del préstec | 4.930,06 € | 5.127,26 € | 5.332,35 € | 5.545,65 € | 5.767,47 € | 5.998,17 € | 6.238,10 € | 6.487,62 € | 6.747,13 € | 7.017,02 € | 7.297,70 € | 7.589,60 € | 7.893,19 € |
| Interessos del préstec | 8.212,68 € | 8.015,47 € | 7.810,38 € | 7.597,09 € | 7.375,26 € | 7.144,56 € | 6.904,64 € | 6.655,11 € | 6.395,61 € | 6.125,72 € | 5.845,04 € | 5.553,13 € | 5.249,55 € |
| Pagaments | 425.150,29 € | 18.961,20 € | 19.077,57 € | 19.196,26 € | 19.317,33 € | 19.440,83 € | 19.566,79 € | 19.695,27 € | 19.826,32 € | 19.959,99 € | 20.096,34 € | 20.235,41 € | 20.377,26 € |
| Ingressos | | | | | | | | | | | | | |
| Cobrament del préstec | 205.316,90 € | - € | - € | - € | - € | - € | - € | - € | - € | - € | - € | - € | - € |
| Cobrament energia generada | - € | 108.210 € | 109.933,21 € | 111.683,34 € | 113.461,34 € | 115.267,65 € | 117.102,71 € | 118.966,98 € | 120.860,94 € | 122.785,04 € | 124.739,78 € | 126.725,64 € | 128.743,11 € |
| Cobrament | 205.316,90 € | 108.210,50 € | 109.933,21 € | 111.683,34 € | 113.461,34 € | 115.267,65 € | 117.102,71 € | 118.966,98 € | 120.860,94 € | 122.785,04 € | 124.739,78 € | 126.725,64 € | 128.743,11 € |
| Amortització de la inversió | 13.439,20 € | 13.439,20 € | 13.439,20 € | 13.439,20 € | 13.439,20 € | 13.439,20 € | 13.439,20 € | 13.439,20 € | 13.439,20 € | 13.439,20 € | 13.439,20 € | 13.439,20 € | 13.439,20 € |
| BENEFICI BRUT | -228.342,54 € | 80.937,36 € | 82.748,79 € | 84.593,53 € | 86.472,28 € | 88.385,79 € | 90.334,82 € | 92.320,14 € | 94.342,54 € | 96.402,86 € | 98.501,94 € | 100.640,63 € | 102.819,83 € |
| Impost de societats (25%) | - € | - € | 20.234,34 € | 20.687,20 € | 21.148,38 € | 21.618,07 € | 22.096,45 € | 22.583,70 € | 23.080,03 € | 23.585,64 € | 24.100,72 € | 24.625,48 € | 25.160,16 € |
| BENEFICI NET | -228.342,54 € | 80.937,36 € | 62.514,45 € | 63.906,33 € | 65.323,90 € | 66.767,72 € | 68.238,37 € | 69.736,43 € | 71.262,51 € | 72.817,23 € | 74.401,22 € | 76.015,15 € | 77.659,68 € |
| Flux de caixa | -219.833,39 € | 89.249,30 € | 50.386,96 € | 51.112,68 € | 51.847,25 € | 52.590,68 € | 53.343,02 € | 54.104,31 € | 54.874,55 € | 55.653,78 € | 56.442,01 € | 57.239,26 € | 58.045,53 € |
| BALANÇ | -410.633,79 € | -321.384,50 € | -270.997,53 € | -219.884,85 € | -168.037,60 € | -115.446,92 € | -62.103,90 € | -7.999,59 € | 46.874,96 € | 102.528,74 € | 158.970,75 € | 216.210,01 € | 274.255,55 € |

| | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| Inversió | | | | | | | | | | | | |
| Instal·lació fotovoltaica | - € | - € | - € | - € | - € | - € | - € | - € | - € | - € | - € | - € |
| Despeses | | | | | | | | | | | | |
| Manteniment panells | 5.602,11 € | 5.714,15 € | 5.828,44 € | 5.945,00 € | 6.063,90 € | 6.185,18 € | 6.308,89 € | 6.435,06 € | 6.563,76 € | 6.695,04 € | 6.828,94 € | 6.965,52 € |
| Impostos municipals | 1.777,11 € | 1.812,65 € | 1.848,90 € | 1.885,88 € | 1.923,60 € | 1.962,07 € | 2.001,31 € | | | | | |
| <i>Prèstec</i> | 13.142,74 € | 13.142,74 € | 13.142,74 € | 13.142,74 € | 13.142,74 € | 13.142,74 € | 13.142,74 € | 2.041,34 € | 2.082,16 € | 2.123,81 € | 2.166,28 € | 2.209,61 € |
| Amortització del préstec | 8.208,92 € | 8.537,27 € | 8.878,76 € | 9.233,91 € | 9.603,27 € | 9.987,40 € | 10.386,90 € | 10.802,37 € | 11.234,47 € | 11.683,85 € | 12.151,20 € | 12.637,25 € |
| Interessos del préstec | 4.933,82 € | 4.605,47 € | 4.263,97 € | 3.908,82 € | 3.539,47 € | 3.155,34 € | 2.755,84 € | 2.340,37 € | 1.908,27 € | 1.458,89 € | 991,54 € | 505,49 € |
| Pagaments | 20.521,95 € | 20.669,54 € | 20.820,07 € | 20.973,62 € | 21.130,24 € | 21.289,99 € | 21.452,93 € | 21.619,14 € | 21.788,66 € | 21.961,58 € | 22.137,96 € | 22.317,86 € |
| Ingressos | | | | | | | | | | | | |
| Cobrament del préstec | - € | - € | - € | - € | - € | - € | - € | - € | - € | - € | - € | - € |
| Cobrament energia generada | 130.792,70 € | 132.874,92 € | 134.990,29 € | 137.139,34 € | 139.322,59 € | 141.540,61 € | 143.793,94 € | 146.083,14 € | 148.408,78 € | 150.771,45 € | 153.171,73 € | 155.610,22 € |
| Cobrament | 130.792,70 € | 132.874,92 € | 134.990,29 € | 137.139,34 € | 139.322,59 € | 141.540,61 € | 143.793,94 € | 146.083,14 € | 148.408,78 € | 150.771,45 € | 153.171,73 € | 155.610,22 € |
| Amortització de la inversió | 13.439,20 € | 13.439,20 € | 13.439,20 € | 13.439,20 € | 13.439,20 € | 13.439,20 € | 13.439,20 € | 13.439,20 € | 13.439,20 € | 13.439,20 € | 13.439,20 € | 13.439,20 € |
| BENEFICI BRUT | 105.040,46 € | 107.303,45 € | 109.609,78 € | 111.960,43 € | 114.356,42 € | 116.798,82 € | 119.288,70 € | 121.827,17 € | 124.415,38 € | 127.054,51 € | 129.745,77 € | 132.490,40 € |
| Impost de societats (25%) | 25.704,96 € | 26.260,12 € | 26.825,86 € | 27.402,44 € | 27.990,11 € | 28.589,11 € | 29.199,70 € | 29.822,17 € | 30.456,79 € | 31.103,84 € | 31.763,63 € | 32.436,44 € |
| BENEFICI NET | 79.335,50 € | 81.043,34 € | 82.783,91 € | 84.557,98 € | 86.366,32 € | 88.209,71 € | 90.088,99 € | 92.004,99 € | 93.958,59 € | 95.950,66 € | 97.982,14 € | 100.053,96 € |
| Flux de caixa | 58.860,83 € | 59.685,15 € | 60.518,49 € | 61.360,83 € | 62.212,14 € | 63.072,41 € | 63.941,59 € | 64.819,65 € | 65.706,53 € | 66.602,18 € | 67.506,52 € | 68.419,48 € |
| BALANÇ | 333.116,38 € | 392.801,54 € | 453.320,03 € | 514.680,85 € | 576.893,00 € | 639.965,41 € | 703.907,00 € | 768.726,66 € | 834.433,19 € | 901.035,36 € | 968.541,88 € | 1.036.961,35 € |

11.5. Rendibilitat econòmica

Per a analitzar la rendibilitat econòmica de la instal·lació s'empraran els següents indicadors:

VAN

El Valor Actual Net (VAN) és un indicador financer que serveix per a determinar la viabilitat d'un projecte front a un producte financer de rendibilitat. Si després de mesurar els fluxos futurs ingressos i gastaments, i descomptar la inversió inicial, s'obtenen guanys, el projecte és rendible.

El càlcul del VAN es realitza amb la Expressió 1.

$$VAN = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{FC_n}{(1+r)^i}$$

Expressió 1. Càlcul del VAN.

TIR

La Taxa Interna de Retorn (TIR), és la taxa d'interès o rendibilitat que ofereix la inversió, és a dir, el percentatge de benefici o pèrdua que tindrà la inversió per les quantitats que no s'han retirat del projecte i, per tant, la seua funció és marcar la rendibilitat de la inversió.

Aquesta taxa es calcula mitjançant la Expressió 2, s'utilitza la mateixa expressió que s'ha emprat per al càlcul del VAN però igualada a 0.

$$TIR = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{FC_n}{(1+r)^i} = 0$$

Expressió 2. Càlcul del TIR.

On cadascun dels termes que hi ha en les dos expressions anteriors corresponen a:

- I_0 : Inversió inicial.
- n : Duració del projecte d'inversió.
- r : Taxa de rendibilitat alternativa.
- FC_n : Diners generats en l'any i pel projecte.

Període de Retorn (PR)

El Període de Retorn o Pay-Back, fa referència al temps que es tardarà en recuperar la inversió inicial efectuada. Per a plantes fotovoltaïques sol variar prou depenent del tipus d'instal·lació feta, però normalment està entre 8 i 15 anys.

Aquest valor es calcula amb la Expressió 3.

$$PR = \frac{I_0}{FC_{mitjà\ anual}}$$

Expressió 3. Càlcul del període de retorn de la inversió.

Finalment, en la Taula 17 es recull el valors d'aquests indicatius econòmics per al cas d'estudi del present projecte.

Taula 17. Rendibilitat econòmica de la inversió. Font: Creació pròpia.

| Indicadors econòmics | |
|----------------------|--------------|
| VAN | 458.665,57 € |
| TIR | 28% |
| PR | 7,15 anys |

S'obté un VAN > 0 i un TIR > 0, açò és un clar indicador de que la inversió en aquesta instal·lació fotovoltaica, és viable i rentable econòmicament. Els valors obtinguts no són per a res menyspreables, assegurant-se així una aportació avantatjosa per al valor de la empresa i dels seus beneficis, oferint també una gran rendibilitat.

Pel que fa al Període de Retorn, aquest és d'aproximadament 7 anys i 2 mesos, període de temps acceptable pel que fa a aquest tipus de projectes.

11.6. LCOE

Les sigles de LCOE corresponen amb la frase "Levelized Cost Of Energy" (en anglès) o en valencià "Cost energètic anivellat", és un mètode que permet determinar el cost de produir un kWh en una determinada instal·lació fotovoltaica tenint en compte la seua producció al llarg de la vida útil de la mateixa. Aquesta metodologia és aplicable a qualsevol tipus de sistema, fotovoltaic, eòlic, tèrmic, geotèrmic, etc. Gràcies a aquest paràmetre, és possible determinar quin tipus d'instal·lació de producció energètica és més competitiva. Per poder calcular aquesta dada es fa ús de la Expressió 4.

$$LCOE = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{I_i + M_i + F_i}{(1+r)^i}}{\sum_{i=1}^n \frac{E_i}{(1+r)^i}}$$

Expressió 4. Càlcul del paràmetre LCOE.

On cadascun dels termes que hi ha en la expressió anterior corresponen a:

- I_i : Despesa d'Inversió en l'any i [€].

- M_t : Despesa d'Operació i Manteniment en l'any i [€].
- F_t : Despesa de Combustible (Fuel) en l'any i [€].
- E_t : Electricitat Generada en l'any i [€].
- r : Taxa de descompte.
- i : Vida útil o esperada del sistema [anys].

Aquest valor, després d'aplicar la expressió anterior, per a aquest projecte d'estudi, serà de 0,048 €/kWh o 47,72 €/MWh.

El valor mig ponderat mundial del LCOE generat pels projectes solars fotovoltaics a escala de distribució, que van entrar en funcionament en 2021, han baixat un 13% interanual des de 2020, de 0,0509 a 0,0444 €/kWh, segons l'IRENA. El valor del LCOE calculat en aquesta instal·lació és superior al valor mig mundial en projectes solars fotovoltaics, però així i tot, comparant aquesta energia (solar fotovoltaica) amb les altres energies renovables que hi ha al mercat, està ben situada dins del rànquing del cost total mitjà d'instal·lació ponderat mundialment per a cada una d'aquestes; dades que es poden veure en la Taula 18.

Taula 18. Cost anivellat de l'electricitat (LCOE) de les energies renovables en 2021. Font: Creació pròpia a partir de les dades d'IRENA [32].

| LCOE | |
|------------------|--|
| Energia | Cost anivellat de l'electricitat en 2021 [€/kWh] |
| Bioenergia | 0,062 |
| Geotèrmica | 0,063 |
| Hidroelèctrica | 0,044 |
| Solar FV | 0,044 |
| CSP | 0,106 |
| Eòlica terrestre | 0,031 |
| Eòlica marina | 0,069 |

12. Conclusions

Amb aquest document de memòria del projecte d'estudi, s'entén que s'ha descrit de forma adequada i en profunditat les possibles propostes d'instal·lació plantejades, així com la justificació de la proposta més favorable i com executar-la de forma correcta.

A partir dels resultats obtinguts en l'estudi econòmic s'extrauen conclusions favorables d'aquesta instal·lació fotovoltaica, tenint en compte la seua viabilitat i l'alta rendibilitat. En termes d'impacte ambiental, l'anàlisi que s'ha realitzat, ha mostrat reduccions significatives en les emissions i en la contaminació, la qual cosa resulta en una petjada més ecològica per a l'empresa. Per tot això, els objectius marcats pel promotor d'aquesta instal·lació poden considerar-se clarament i en gran manera aconseguits.

És veritat que la instal·lació projectada no aconsegueix cobrir la totalitat dels consums que té la empresa, però com s'ha comentat en les diferents distribucions plantejades en els apartats anterior, s'ha seleccionat la distribució on més panells podien cabre en l'espai disponible de les parcel·les del client. En aquest sentit, s'ha aprofitat d'una manera eficaç les possibilitats que oferia el terreny disponible del promotor, per traure el major benefici possible.

13. Bibliografia i webgrafia

[1] *TECH España - Blog TECH Universidad Tecnológica*. (n.d.). Retrieved April 24, 2023, from <https://www.techtute.com/informatica/blog/materiales-semiconductores>

[2] Landín, P. (2016). *Electrónica: semiconductores y aislantes*.

[3] Thomason, A. (n.d.). *Fig11. A traditional solar cell | Download Scientific Diagram*. Retrieved March 8, 2023, from https://www.researchgate.net/figure/Fig11-A-traditional-solar-cell-source-C-AARON-THOMASON-SRPNETCOM_fig5_320179480

[4] *Improving Panel Efficiency: Solar Cell Busbars and Fingers - Novergy*. (2017, October 11). <https://www.novergysolar.com/solar-busbar-fingers-explained/>

[5] *Módulo fotovoltaico: Encintado y conexión de células*. (n.d.). Retrieved March 8, 2023, from <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/modulo-fotovoltaico-encintado-y-conexion-de-celulas/>

[6] Phillips, Dr. T. (2010, February 5). *Observatorio de Dinámica Solar: La misión del “Sol variable” | Ciencia de la NASA*. https://ciencia.nasa.gov/science-at-nasa/2010/05feb_sdo

[7] Admin. (2015, August 13). *Radiación solar en España - EfiMarket*. <https://www.efimarket.com/blog/radiacion-solar-en-espana/>

[8] Martínez, M. P., Rodríguez, I. C. M., & Castro, E. (2017). *La hora solar pico equivalente, definición e interpretación /The hour equivalent solar pick, definition and interpretation*. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012017000200007

[9] Arkialbura. (2022, December 22). *¿CUÁL ES LA MEJOR ORIENTACIÓN SOLAR EN ARQUITECTURA?* <https://www.arkialbura.com/cual-es-la-mejor-orientacion-solar-en-arquitectura/>

[10] *Inclinación, Orientación y Sombras en Fotovoltaica. Cálculo de Pérdidas*. (n.d.). Retrieved April 15, 2023, from <https://areatecnologia.com/electricidad/perdidas-fotovoltaica.html>

[11] IDAE. (2011). *IDAE Instituto para la Diversificación*. www.idae.es

[12] *Tipos de instalaciones solares fotovoltaicas: ¿Cómo encontrar mi instalación ideal? - Endef*. (n.d.). Retrieved April 5, 2023, from <https://endef.com/tipos-de-instalaciones-solares-fotovoltaicas-como-encontrar-la-ideal-para-mi/>

[13] *Solar Cell I-V Characteristic and Solar Cell I-V Curve*. (n.d.). Retrieved April 7, 2023, from <https://www.alternative-energy-tutorials.com/photovoltaics/solar-cell-i-v-characteristic.html>

[14] *seguimiento del punto maximo de potencia fotovoltaica - Cerca de Google*. (n.d.). Retrieved April 25, 2023, from https://www.google.com/search?q=seguimiento+del+punto+maximo+de+potencia+fotovoltaica&rlz=1C1CHZN_esES935ES935&source=lnms&tbm=vid&sa=X&ved=2ahUKEwiq3KDAkLj-AhU_U6QEHZnaChYQ_AUoAnoECAE-QBA&biw=1536&bih=746&dpr=1.25#fpstate=ive&vld=cid:8e6d32bc,vid:AsBbEBtLj_w

[15] *Blocking Diode and Bypass Diodes in a Solar Panel Junction Box*. (n.d.). Retrieved April 7, 2023, from <https://www.electricaltechnology.org/2019/10/blocking-bypass-diode-solar-panel-junction-box.html>

[16] idsamaster. (2019, May 20). *Novedades sobre Placas Solares y Autoconsumo Fotovoltaico RD 244/2019 - IdSA*. <https://www.idsa.es/placas-solares-autoconsumo-fotovoltaico-rd-224-2019-novedades/>

[17] *PLA GENERAL DE LLEIDA*. (n.d.). Retrieved April 25, 2023, from https://urbanisme.paeria.cat/fitxers/documents/planejament/pla-general-de-lleida-1995-2015.-text-refos-2013/exp.-101-2013/01-normativa/01-planejament_general/00-normes_urbanistiques

[18] *BOE-A-2015-10439 Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras*. (n.d.). Retrieved April 25, 2023, from <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2015-10439>

[19] <https://comparadorluz.com/pymes/tarifas/6-periodos>

[20] *Inicio ☀ Herramientas para los consumidores y los diseñadores de la energía solar*. (n.d.). Retrieved April 25, 2023, from <https://www.sunearthtools.com/es/index.php>

[21] *Inicio - Sunpark*. (n.d.). Retrieved June 14, 2023, from <https://sunpark.es/>

[22] *EnnovaBloc Vela 5° - Ennova Renovables*. (n.d.). Retrieved June 15, 2023, from <https://ennovarenovables.com/soportes-de-hormigon/ennovabloc-5o-2/>

[23] *Paneles Solares Bifaciales: Qué son, Ventajas y Precios | Inarquia*. (n.d.). Retrieved June 15, 2023, from <https://inarquia.es/panel-solar-bifacial-que-es-ventajas-precios/>

[24] *¿Panel solar monocristalino o policristalino? - Smart Spain*. (n.d.). Retrieved June 15, 2023, from <https://smartspain.es/panel-solar-monocristalino-policristalino/>

[25] *Inverter types and classification | AE 868: Commercial Solar Electric Systems*. (n.d.). Retrieved June 16, 2023, from <https://www.e-education.psu.edu/ae868/node/904>

[26] *Solar Products & Equipment - Green Sun Energy Services | 732-410-7818*. (n.d.). Retrieved June 16, 2023, from <https://greensunnj.com/services/solar/solar-equipment/>

[27] *Figure 4 from Single phase transformerless inverter topologies for grid-tied photovoltaic system: A review | Semantic Scholar*. (n.d.). Retrieved June 16, 2023, from

<https://www.semanticscholar.org/paper/Single-phase-transformerless-inverter-topologies-A-Islam-Mekhilef/4172261fe9f8648af4aaa525060e0d0323ab6fc4/figure/26>

[28] *Estructura Este-Oeste Cima 15° Solarbloc | ElAlmacenFotovoltaico.com.* (n.d.). Retrieved July 12, 2023, from <https://elalmacenfotovoltaico.com/solarbloc/539-estructura-este-oeste-cima-15-solarbloc.html>

[29] *Estructura 15° Solarbloc | ElAlmacenFotovoltaico.com.* (n.d.). Retrieved July 12, 2023, from https://elalmacenfotovoltaico.com/solarbloc/270-1000-estructura-15-solarbloc.html#/199-inclinacion_solarbloc_15-inclinacion_solarbloc_15

[30] *2.4.1.- Protección de las personas frente al contacto indirecto. | ISF06.- Diseño, dimensionado y selección de componentes de instalaciones fotovoltaica...* (n.d.). Retrieved August 9, 2023, from https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/IEA/ISF/ISF06/es_IEA_ISF06_Contentidos/website_241_proteccion_de_las_personas_frente_al_contacto_indirecto.html

[31] *¿Cuántos kWh consume una casa al mes? | factorenergia.* (n.d.). Retrieved August 10, 2023, from <https://www.factorenergia.com/es/blog/factura-luz/cuantos-kwh-consume-una-casa-al-mes/>

[32] Ejecutivo, R. (n.d.). *Costos de generación de energías renovables en 2021 - Resumen ejecutivo.*

[33] https://residus.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/tipus_de_residu/runes_i_altres_residus_de_la_construccio/estudi_de_gestio/pla_gestio.pdf

14. Terminologia

A

AC - Corrent altern (de l'anglès: Alternating Current).

AT - Alta tensió.

B

BT - Baixa tensió.

BOE – Boletín Oficial del Estado.

C

CA - Corrent altern (també denominat AC, originari de l'anglès).

CC - Corrent continua (també denominat DC, originari de l'anglès).

CCAA - Comunitats autònomes.

CFDI - Comprovant Fiscal Digital per Internet (factura elèctrica).

CTE - Codi Tècnic de l'Edificació.

D

DC - Corrent continua (de l'anglès: Direct Current).

F

FUS - Fitxa d'Urbanisme i Sol.

I

IGA - Interruptor General Automàtic.

IRENA - Agència internacional d'energies Renovables (en anglès: International Renewable Energy Agency).

ITC - Instruccions Tècniques Complementàries.

M

MPP - Punt de màxima potència (de l'anglès: Maximum Power Point).

MPPT - Seguidor del punt de màxima potència (de l'anglès: Maximum Power Point Tracker).

O

OCA - Organismes de Control Autoritzat. Realitzen inspeccions de les instal·lacions elèctriques noves o existents.

P

PaT - Posada a Terra.

PCT - Plec de Condicions Tècniques.

PLC - Comunicacions a través de la línia elèctrica (en anglès, Power Line Communications).

PMP - Punt de màxima potència.

Q

QGBT - Quadre General de Baixa Tensió.

R

RCD - Reducció, reutilització, reciclat i altres formes de valorització, per a efectes d'augmentar la qualitat de vida de la població i velar per un ambient sa.

RD - Reial decret.

RDL - Reial decret llei.

REBT - Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió

S

STC - Standard Test Conditions (on en valencià, condicions estàndard de mesura).

T

TONC - Temperatura d'operació nominal de la cèl·lula.

U

UTM - Sistema de coordenades utilitzat per a les representacions cartogràfiques i la ubicació precisa de punts en la superfície terrestre (en anglès, Universal Transverse Mercator).

DOCUMENT II - ANNEXES

ÍNDEX ANNEXOS

| | |
|--|------------|
| ANNEX I - CÀLCULS JUSTIFICATIUS | 143 |
| 1.1. Potència total instal·lada..... | 143 |
| 1.2. Càlcul de l'equip inversor | 143 |
| 1.3. Càlcul de les dimensions de l'edifici d'inversors i comptador elèctric..... | 144 |
| 1.4. Disseny i configuració del generador fotovoltaic..... | 144 |
| 1.4.1. Número de panells solars en sèrie per rama..... | 144 |
| 1.4.2. Número de rames en paral·lel per inversor..... | 151 |
| 1.5. Dimensionament del cablejat | 152 |
| 1.5.1. Cablejat de corrent continua | 153 |
| 1.5.2. Cablejat de corrent altern | 162 |
| 1.6. Càlcul de les proteccions..... | 169 |
| 1.6.1. Proteccions per a corrent continua | 169 |
| 1.6.2. Proteccions per a corrent altern..... | 170 |
| 1.7. Càlcul de la posada a terra..... | 173 |
| 1.8. Disseny del cablejat de protecció | 173 |
| 1.8.1. Conductor de protecció de corrent continua | 174 |
| 1.8.2. Conductor de protecció de corrent altern..... | 174 |
| ANNEX II - ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT..... | 175 |
| 2.1. Objecte de l'Estudi de Seguretat i Salut..... | 175 |
| 2.2. Justificació de l'Estudi de Seguretat i Salut..... | 175 |
| 2.3. Dades de la instal·lació..... | 176 |
| 2.4. Dades d'interès per a la prevenció de riscos laborals durant les obres..... | 176 |
| 2.5. Termini d'execució i nombre màxim de treballadors..... | 177 |
| 2.6. Instal·lacions provisionals per als operaris | 177 |
| 2.7. Normes o mesures preventives tipus | 179 |
| 2.8. Protecció col·lectiva a emprar en l'obra..... | 182 |

| | |
|--|------------|
| 2.9. Protecció individual a emprar en l'obra | 183 |
| 2.10. Riscos de danys a tercers | 183 |
| 2.11. Senyalització..... | 184 |
| 2.12. Mesures d'assistència en cas d'accident laboral..... | 185 |
| 2.13. Formació i informació en seguretat i salut | 186 |
| 2.14. Treballs posteriors a l'obra | 187 |
| 2.15. Altres consideracions | 187 |
| 2.16. Procediment de comunicació de noves actuacions..... | 187 |
| 2.17. Sancions | 187 |
| 2.18. Conclusió..... | 188 |
| ANNEX III - PROCÉS DE TRAMITACIÓ I LEGALITZACIÓ..... | 189 |
| 3.1. Introducció | 189 |
| 3.2. Objecte..... | 189 |
| 3.3. Procediment administratiu per a legalitzar la instal·lació..... | 189 |
| ANNEX IV – ESTUDI DE GESTIÓ DE RESIDUS | 193 |
| 4.1. Agents intervinents | 193 |
| 4.1.1. Productor de residus (promotor) | 193 |
| 4.1.2. Posseïdor de residus (contractista) | 193 |
| 4.1.3. Gestor de residus..... | 193 |
| 4.2. Agents intervinents | 194 |
| 4.2.1. Gestor de residus..... | 194 |
| 4.2.2. Posseïdor de residus (contractista) | 195 |
| 4.2.3. Gestor de residus..... | 196 |
| 4.3. Identificació dels residus de construcció i demolició generats en l'obra | 197 |
| 4.4. Mesures per a la prevenció de residus de construcció i demolició | 198 |
| 4.5. Operacions de reutilització, valorització o eliminació a que es destinaran els residus de construcció i demolició que es generen en l'obra..... | 199 |
| 4.6. Valoració del cost previst de la gestió dels residus de construcció i demolició | 200 |
| 4.7. Conclusió..... | 201 |

| | |
|--|------------|
| ANNEX V - DOCUMENTACIÓ TÈCNICA | 203 |
| 5.1. Mòduls fotovoltaics JAM72S30 525-550/MR | 203 |
| 5.2. Inversor Huawei SUN2000-100KTL-M1..... | 205 |
| 5.3. Estructura de formigó Est-Oest de 15º | 207 |
| 5.4. Estructura de formigó de 15º..... | 213 |
| 5.5. Pàrquing fotovoltaic SUNPARK-M2 | 220 |
| 5.5. Cablejat | 221 |
| 5.5.1. Cablejat de CC..... | 221 |
| 5.5.2. Cablejat de CA..... | 225 |
| 5.6. Smartlogger..... | 228 |
| 5.7. Canalitzacions | 229 |
| 5.8. Proteccions..... | 230 |
| 5.8.1. Interruptors magnetotèrmics 200 A..... | 230 |
| 5.8.2. Interruptor General Automàtic 1.250 A | 234 |
| 5.8.3. Relé electrònic IGA | 235 |
| 5.8.4. Toroidal 140 mm IGA..... | 236 |
| 5.9. Informes PVGIS | 240 |
| 5.9.1. Informe de la primera distribució..... | 240 |
| 5.9.2. Informe de la segona distribució..... | 241 |
| 5.9.3. Informe de la tercera distribució..... | 243 |
| 5.9.4. Informe de la quarta distribució..... | 245 |
| 5.9.5. Informe en zona de la marquesina fotovoltaica | 247 |

ANNEX I - CÀLCULS JUSTIFICATIUS

1.1. Potència total instal·lada

La potència total instal·lada en les dos parcel·les d'estudi, es resumeix en la Taula 19.

Taula 19. Resum de la potència instal·lada.
Font: Creació pròpia.

| | |
|--------------------------------------|--------|
| Quantitat de panells instal·lats | 1.272 |
| Potència pic per panell (Wp) | 540 |
| Potència pic total instal·lada (kWp) | 686,88 |

En la quarta opció proposada, hi ha un total de 1.272 panells fotovoltaics, cadascun amb una potència màxima de 540 Wp. La potència total màxima instal·lada es calcula mitjançant la Expressió 5.

$$1.272 \text{ panells} \cdot 540 \frac{\text{Wp}}{\text{panell}} = 686.880 \text{ Wp} = 686,88 \text{ kWp}$$

Expressió 5. Càlcul de la potència màxima instal·lada.

La totalitat dels panells fotovoltaics han de funcionar simultàniament llevat que un o més panells fotovoltaics fallen. Llavors tots funcionen al mateix temps, per la qual cosa, el factor de simultaneïtat és 1. Al mateix temps, els inversors de Huawei, 4 del model SUN2000-100KTL-M1, i 2 del model SUN2000-110KTL-M0, estaran també en funcionament simultani.

1.2. Càlcul de l'equip inversor

Per al càlcul dels inversors necessaris en la instal·lació fotovoltaica d'estudi, es considera un funcionament normal per davall de la potència pic instal·lada en panells, donades les diverses pèrdues comuns (com per exemple, la inclinació i la orientació distintes a les de la màxima generació possible). Com s'ha dit en l'apartat anterior, es trien els següent inversors:

- 6 inversors d'una potència de 100 kW de la marca Huawei, model SUN2000-100KTL-M1.

Per tant, la potència nominal de la instal·lació serà de 600 kW; i la instal·lació fotovoltaica d'estudi per a autoconsum sense excedents té una potència pic de 686,88 kWp.

1.3. Càlcul de les dimensions de l'edifici d'inversors i comptador elèctric

Pel que fa a les dimensions de l'edifici d'inversors, es tindran en compte, en primer lloc, les dimensions d'aquests inversors que van a instal·lar-se, que són les següents: 1,035 m de llarg, 0,7 m d'altura i 0,365 m d'amplària. En segon lloc, també s'ha de considerar la separació mínima que ha d'haver entre aquests, que s'ha decidit que siga de 0,75 m, espai suficient per poder fer qualsevol reparació en l'inversor que ho necessite. Per tant, l'edifici dels inversors mesurarà de llarg 11 m, tindrà una altura de 3 m i una amplària de 3 m.

El comptador elèctric es situarà al costat de la porta de l'edifici, i a la paret d'enfront dels inversors.

1.4. Disseny i configuració del generador fotovoltaic

Els rangs de tensió i intensitat que permeten els inversors triats s'han de tindre en compte a l'hora de dimensionar i assignar la configuració del generador fotovoltaic, ja que les tensions màximes i mínimes d'entrada d'un inversor condicionen el nombre màxim i mínim de panells que se li poden connectar en sèrie, respectivament. Els corrents d'entrada màxima i mínima d'un inversors també estableixen límits en el nombre màxim i mínim de rames en paral·lel en les que pot treballar, respectivament.

1.4.1. Número de panells solars en sèrie per rama

- Número màxim de panells solars en sèrie:

S'ha de determinar la major quantitat de panells que es poden connectar en sèrie per a garantir que no s'excedisca la tolerància màxima de voltatge d'entrada de l'inversor. Ha de recordar-se que cada panell genera més voltatge com més fred és l'ambient. Per aquesta raó, en primer lloc, es calcularà la temperatura mínima a la que treballarà el panell amb la Expressió 6, en segon lloc s'obtindrà la tensió de circuit obert amb la Expressió 7, així com la intensitat de curtcircuit (Expressió 8) i, finalment, es

determinaran el número màxim de panells en sèrie que suportarà cada inversor amb la Expressió 9.

$$T_{panell,min} = T_{amb,min} + \frac{NOCT + \varepsilon - T_{panell,STC}}{I_{r,STC}} \cdot E$$

Expressió 6. Càlcul de la temperatura mínima a la que treballarà el panell.

On cadascun dels termes que hi ha en l'expressió corresponen a:

- $T_{amb,min}$: Temperatura ambient mínima durant tot l'any a Vilanova de la Barca. $T_{amb,min} = 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$.
- NOCT: Nominal Operating Cell Temperature (o TONC: temperatura d'operació nominal de la cèl·lula). $NOCT = 45 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$.
- ε : Error de la temperatura d'operació nominal de la cèl·lula. $\varepsilon = 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$.
- $T_{panell,STC}$: Temperatura del panell en condicions estàndards. $T_{panell,STC} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$.
- $I_{r,STC}$: Irradiància del panell en condicions estàndards. $I_{r,STC} = 800 \text{ W/m}^2$.
- E: Irradiància mitja. $E = 100 \text{ W/m}^2$.

Amb tots aquests valors explicats i amb la expressió anterior plantejada, ix un valor de: $T_{panell,min} = 5,375 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

$$V_{oc}(T_{panell,min}) = V_{oc}(20^{\circ}\text{C}) \cdot [1 + \Delta T \cdot \Delta V_{oc}(\%)]$$

Expressió 7. Càlcul de la tensió de circuit obert.

On cadascun dels termes que hi ha en l'expressió corresponen a:

- V_{oc} : Voltatge en els panells a circuit obert. $V_{oc} = 49,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$.
- ΔT : Diferència de temperatures entre la temperatura del panell en condicions estàndard i la temperatura mínima a la que treballa el panell (calculada antes). $\Delta T = T_{panell,STC} - T_{panell,min} = 20 - 5,375 = 14,625 \text{ }^{\circ}\text{C}$.
- ΔV_{oc} : Coeficient de temperatura per a les pèrdues en quan al voltatge en els panells a circuit obert. $\Delta V_{oc} = -0,275 \text{ } \%/^{\circ}\text{C}$.

Amb tots aquests valors explicats i amb la expressió anterior plantejada, ix un valor de: $V_{oc}(T_{panell,min}) = 47,61 \text{ V}$.

$$I_{sc}(T_{panell,min}) = I_{sc}(25^{\circ}\text{C}) \cdot [1 + \Delta T \cdot \Delta I_{sc}(\%)]$$

Expressió 8. Càlcul de la intensitat de curtcircuit.

On cadascun dels termes que hi ha en l'expressió corresponen a:

- I_{sc} : Corrent de curtcircuit. $I_{sc} = 13,86 \text{ °C}$.
- ΔT : Diferència de temperatures entre la temperatura del panell en condicions estàndard i la temperatura mínima a la que treballa el panell (calculada antes).
 $\Delta T = T_{\text{panell,STC}} - T_{\text{panell,mín}} = 20 - 5,375 = 14,625 \text{ °C}$.
- ΔI_{sc} : Coeficient de temperatura per a l'augment de la intensitat degut a l'augment de temperatura. $\Delta I_{sc} = 0,045 \text{ \%/°C}$.

Amb tots aquests valors explicats i amb la expressió anterior plantejada, ix un valor de: $I_{sc}(T_{\text{panell,mín}}) = 13,95 \text{ V}$.

Finalment, es pot calcular el número màxim de panells que es poden posar en sèrie de la següent manera:

$$N_{\text{màx}} = \frac{V_{cc,\text{màx}}}{V_{oc}(T_{\text{panell,mín}})}$$

Expressió 9. Càlcul del número màxim de panells que es poden posar en sèrie.

On cadascun dels termes que hi ha en l'expressió corresponen a:

- V_{cc} : Voltatge màxim d'entrada a l'inversor per la part de continua. $V_{cc} = 1.100 \text{ V}$.
- V_{oc} : Tensió a circuit obert, calculada antes. $V_{oc} = 47,61 \text{ V}$.

Finalment, **el número màxim de panells que es poden connectar en sèrie serà de 22 panells**. Com els dos tipus d'inversor triats tenen el mateix voltatge màxim d'entrada, per a tots dos serà aquest número el màxim de panells per a connectar en sèrie.

- Número mínim de panells solars en sèrie:

És necessari que l'inversor tinga una tensió mínima en la seua entrada perquè siga possible la connexió i operació del dispositiu, així com l'operació de cerca del punt MPP. Això s'aconsegueix encadenant diversos panells solars en sèrie. Tanmateix, s'ha de tindre en compte que el voltatge produït per cada panell disminueix a mesura que augmenta la temperatura. Per aquesta raó, en primer lloc, es calcularà la temperatura màxima a la que treballarà el panell amb la Expressió 10, en segon lloc s'obtindrà la tensió de circuit obert amb la Expressió 11, així com la intensitat de curtcircuit (Expressió 12) i, finalment, es determinaran el número mínim de panells en sèrie que suportarà cada inversor amb la Expressió 13.

$$T_{panell,m\grave{a}x} = T_{amb,m\grave{a}x} + \frac{NOCT + \varepsilon - T_{panell,STC}}{I_{r,STC}} \cdot E$$

Expressió 10. Càlcul de la temperatura màxima a la que treballarà el panell.

On cadascun dels termes que hi ha en l'expressió corresponen a:

- $T_{amb,m\grave{a}x}$: Temperatura ambient màxima durant tot l'any a Vilanova de la Barca.
 $T_{amb,m\grave{a}x} = 33 \text{ }^\circ\text{C}$.
- NOCT: Nominal Operating Cell Temperature (o TONC: temperatura d'operació nominal de la cèl·lula). $NOCT = 45 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.
- ε : Error de la temperatura d'operació nominal de la cèl·lula. $\varepsilon = 2 \text{ }^\circ\text{C}$.
- $T_{panell,STC}$: Temperatura del panell en condicions estàndards. $T_{panell,STC} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$.
- $I_{r,STC}$: Irradiància del panell en condicions estàndards. $I_{r,STC} = 800 \text{ W/m}^2$.
- E: Irradiància mitja. $E = 1000 \text{ W/m}^2$.

Amb tots aquests valors explicats i amb la expressió anterior plantejada, ix un valor de: $T_{panell,m\grave{a}x} = 66,75 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$V_{oc}(T_{panell,m\grave{a}x}) = V_{oc}(20^\circ\text{C}) \cdot [1 + \Delta T \cdot \Delta V_{oc}(\%)]$$

Expressió 11. Càlcul de la tensió de circuit obert.

On cadascun dels termes que hi ha en l'expressió corresponen a:

- V_{oc} : Voltatge en els panells a circuit obert. $V_{oc} = 49,6 \text{ }^\circ\text{C}$.
- ΔT : Diferència de temperatures entre la temperatura màxima a la que treballa el panell (calculada antes) i la temperatura del panell en condicions estàndard.
 $\Delta T = T_{panell,m\grave{a}x} - T_{panell,STC} = 66,75 - 20 = 46,75 \text{ }^\circ\text{C}$.
- ΔV_{oc} : Coeficient de temperatura per a les pèrdues en quan al voltatge en els panells a circuit obert. $\Delta V_{oc} = -0,275 \text{ } \%/^\circ\text{C}$.

Amb tots aquests valors explicats i amb la expressió anterior plantejada, ix un valor de: $V_{oc}(T_{panell,m\grave{a}x}) = 43,22 \text{ V}$.

$$I_{sc}(T_{panell,m\grave{a}x}) = I_{sc}(25^\circ\text{C}) \cdot [1 + \Delta T \cdot \Delta I_{sc}(\%)]$$

Expressió 12. Càlcul de la intensitat de curtcircuit.

On cadascun dels termes que hi ha en l'expressió corresponen a:

- I_{sc} : Corrent de curtcircuit. $I_{sc} = 13,86 \text{ }^\circ\text{C}$.

- ΔT : Diferència de temperatures entre la temperatura màxima a la que treballa el panell (calculada antes) i la temperatura del panell en condicions estàndard.
 $\Delta T = T_{\text{panell,màx}} - T_{\text{panell,STC}} = 66,75 - 20 = 46,75 \text{ }^\circ\text{C}$.
- ΔI_{sc} : Coeficient de temperatura per a l'augment de la intensitat degut a l'augment de temperatura. $\Delta I_{\text{sc}} = 0,045 \text{ } \%/^\circ\text{C}$.

Amb tots aquests valors explicats i amb la expressió anterior plantejada, ix un valor de: $I_{\text{sc}}(T_{\text{panell,màx}}) = 14,15 \text{ V}$.

Finalment, es pot calcular el número màxim de panells que es poden posar en sèrie de la següent manera:

$$N_{\text{mín}} = \frac{V_{\text{cc,mín}}}{V_{\text{oc}}(T_{\text{panell,màx}})}$$

Expressió 13. Càlcul del número mínim de panells que es poden posar en sèrie.

On cadascun dels termes que hi ha en l'expressió corresponen a:

- V_{cc} : Voltatge mínim d'entrada a l'inversor per la part de continua. $V_{\text{cc}} = 200 \text{ V}$.
- V_{oc} : Tensió a circuit obert, calculada antes. $V_{\text{oc}} = 43,22 \text{ V}$.

Finalment, el **número mínim de panells que es poden connectar en sèrie serà de 4 panells**. Com els dos tipus d'inversor triats tenen el mateix voltatge mínim d'entrada, per a tots dos serà aquest número el mínim de panells per a connectar en sèrie.

Tot seguit, s'ha d'elegir el número de panells en sèrie que es connectaran a cada entrada de l'inversor, per a això, en primer lloc, es recorrerà a la corba d'eficiència de l'inversor segons la càrrega connectada per a distintes tensions de funcionament d'entrada (Figura 80).

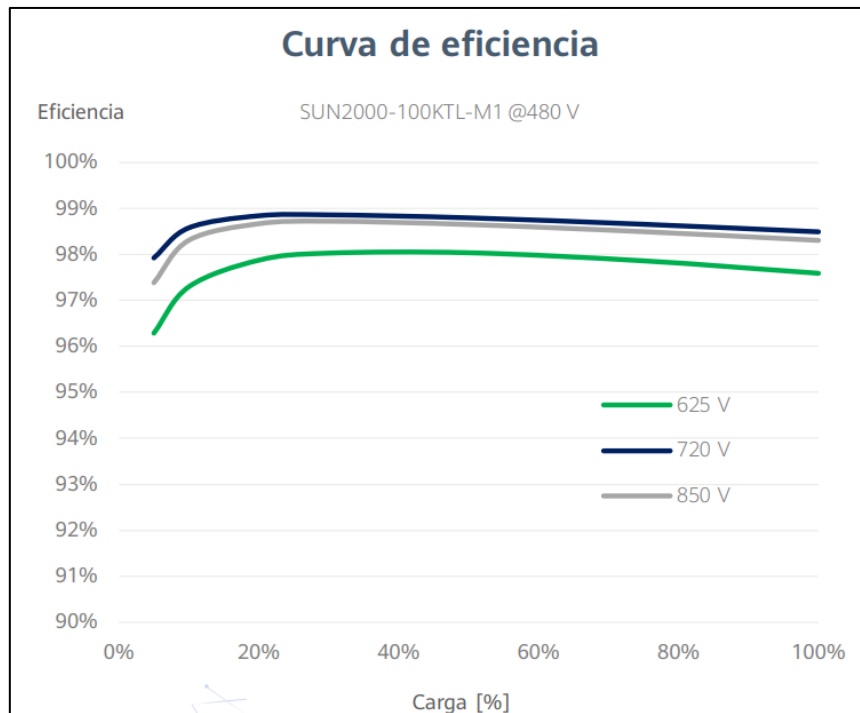


Figura 80. Corba d'eficiència segons la càrrega, per a distintes tensions de funcionament d'entrada a l'inversor de 100kW. Font: Fitxa tècnica del inversor SUN2000-100KTL-M1 de la marca Huawei.

Observant la figura anterior, és evident que l'inversor funciona de manera més efectiva amb un voltatge d'entrada aproximadament de 720 V. Si bé opera amb una eficiència una mica menor a voltatges molt més alts (al voltant de 850 V), i l'inversor funciona de manera encara menys eficient als 625 V.

Amb strings de 20 panells i un voltatge nominal per panell de $V_{mp} = 41,64$ V, el resultat seria un voltatge nominal per strings de $20 \cdot 41,64 = 832,8$ V, està entre els dos valors de voltatge d'entrada a l'inversor on aquest estaria treballant a alt rendiment.

A més, per a que els 6 inversors estiguen més o menys igual de carregats i treballen de igual manera, en cada un dels inversors es connectaran 11 strings, menys en el primer inversor, on es connectaran 12 strings. La majoria d'aquests strings són de 20 panells en sèrie, però per a que aproximadament tots els inversors tinguen 11 strings d'entrada i estiguen treballant de manera idèntica o molt pareguda, s'han tingut que fer strings de diferent número de panells en sèrie.

La repartició de strings entre els 6 inversors serà, en primer lloc, que s'ocupen totes les entrades disponibles en 1 MPPT (2 entrades), i si queda algun string de punta, connectar-lo en una altra entrada MPPT de l'inversor però quedant una de les dos entrades MPPT lliure. I en segon lloc, si dos strings es connecten en paral·lel en una mateixa

entrada MPPT, aquests strings tindran la mateixa orientació i inclinació per a que tinguin una producció similar i no un que limite a l'altre segons el seguiment del PMP.

Es poden veure tots els strings de manera organitzada en el Pla 7, i en la Figura 81 hi ha un resum de tots els strings que es connectaran en cada inversor i de quants panells solars en sèrie es compon cada un. A més, en la Taula 20 es recull una recopilació de com es connecten cadascun dels strings en les entrades a l'inversor (si es connecten dos strings en paral·lel en una entrada MPPT, o si sols hi ha un string en la entrada MPPT), i quina orientació tenen aquests (NE o SO).

| INVERSOR 1 (100 kW) | | | |
|----------------------|----------------|----------------------|-------------|
| Nº. total de strings | Panells/string | Potència/string (Wp) | TOTAL |
| 6 | 17 | 9.180 | 206 panells |
| 4 | 20 | 10.800 | |
| | 16 | 8.640 | |
| 1 | 8 | 4.320 | |
| TOTAL | | | 111,24 kWp |

| INVERSOR 2 (100 kW) | | | |
|----------------------|----------------|----------------------|-------------|
| Nº. total de strings | Panells/string | Potència/string (Wp) | TOTAL |
| 11 | 20 | 10.800 | 220 panells |
| TOTAL | | | 118,80 kWp |

| INVERSOR 3 (100 kW) | | | |
|----------------------|----------------|---------------------|-------------|
| Nº. total de strings | Panells/string | Potència/string (W) | TOTAL |
| 10 | 20 | 10.800 | 207 panells |
| 1 | 7 | 3.780 | |
| TOTAL | | | 111,78 kWp |

| INVERSOR 4 (100 kW) | | | |
|----------------------|----------------|----------------------|-------------|
| Nº. total de strings | Panells/string | Potència/string (Wp) | TOTAL |
| 10 | 20 | 10.800 | 216 panells |
| 1 | 16 | 8.640 | |
| TOTAL | | | 116,64 kWp |

| INVERSOR 5 (100 kW) | | | |
|----------------------|----------------|----------------------|-------------|
| Nº. total de strings | Panells/string | Potència/string (Wp) | TOTAL |
| 10 | 20 | 10.800 | 212 panells |
| 1 | 12 | 6.480 | |
| TOTAL | | | 114,48 kWp |

| INVERSOR 6 (100 kW) | | | |
|----------------------|----------------|----------------------|-------------|
| Nº. total de strings | Panells/string | Potència/string (Wp) | TOTAL |
| 10 | 20 | 10.800 | 211 panells |
| 1 | 11 | 5.940 | |
| TOTAL | | | 113,94 kWp |

Figura 81. Resum dels strings que es connectaran a cada un dels 6 inversors, i potència fotovoltaica pic en cada un d'aquests. Font: Creació pròpia.

Taula 20. Entrades que té cada inversor, amb els corresponents strings connectats a cada una d'aquestes entrades, i la orientació de cada un. Font: Creació pròpia.

| Inversor 1 (9 strings NE, 2 strings SO) → 7 MPPTs | | |
|--|---|------------|
| 3 entrades | 2 strings de 17 mòduls en paral·lel | NE |
| 2 entrades | 2 strings de 20 mòduls en paral·lel | 1 NE, 1 SO |
| 1 entrada | 1 string de 15 mòduls | NE |
| 1 entrada | 1 string de 8 mòduls | SO |
| Inversor 2 (5 strings NE, 6 strings SO) → 6 MPPTs | | |
| 5 entrades | 2 strings de 20 mòduls en paral·lel | 2 NE, 6 SO |
| 1 entrada | 1 string de 20 mòduls | NE |
| Inversor 3 (5 strings NE, 6 strings SO) → 6 MPPTs | | |
| 2 entrades | 2 strings de 20 mòduls en paral·lel | NE |
| 3 entrades | 2 strings de 20 mòduls en paral·lel, 1 entrada en paral·lel amb 1 string de 7 mòduls | SO |
| 1 entrada | 1 string de 20 mòduls | NE |
| Inversor 4 (6 strings NE, 5 strings SO) → 6 MPPTs | | |
| 3 entrades | 2 strings de 20 mòduls en paral·lel | NE |
| 2 entrades | 2 strings de 20 mòduls en paral·lel | SO |
| 1 entrada | 1 string de 16 mòduls | SO |
| Inversor 5 (6 strings NE, 5 strings SO) → 6 MPPTs | | |
| 3 entrades | 2 strings de 20 mòduls en paral·lel | NE |
| 2 entrades | 2 strings de 20 mòduls en paral·lel | SO |
| 1 entrada | 1 string de 12 mòduls | SO |
| Inversor 6 (5 strings NE, 6 strings SO) → 6 MPPTs | | |
| 2 entrades | 2 strings de 20 mòduls en paral·lel | NE |
| 3 entrades | 2 strings de 20 mòduls en paral·lel, 1 entrada en paral·lel amb 1 string de 11 mòduls | SO |
| 1 entrada | 1 string de 20 mòduls | NE |

Una vegada es sap la quantitat d'entrades que hi haurà en cada un dels 6 inversors, i feta una primera distribució dels strings per entrada MPPT, en l'apartat següent es comprovarà si la distribució plantejada en la taula anterior, compleix amb els corrents que pot suportar l'inversor.

1.4.2. Número de rames en paral·lel per inversor

La instal·lació fotovoltaica consta de 1.272 panells solars i 6 inversors (6 de 100 kW), per aquesta raó s'ha intentat distribuir els panells de la forma en que tots els inversors treballen amb la mateixa càrrega, per tindrà d'aquesta manera un mateix patró aproximat de producció, com s'ha explicat en l'apartat anterior.

S'ha d'assegurar que el corrent d'entrada màxima admissible dels inversors no siga superada pel corrent generat per l'associació en paral·lel (que com s'ha vist en el punt

anterior, s'ha de comprovar un màxim de dos strings en paral·lel), abans de concloure que els strings i els inversors són adequats.

Com el major corrent ve donat per 2 strings solars en paral·lel en una mateixa entrada MPPT, es comprovarà la intensitat per a aquesta combinació, i si esta compleix el corrent d'entrada màxima admissible a un MPPT (Expressió 14) i, a més compleix el corrent màxim de curtcircuit per a un MPPT (Expressió 15), complirà per a la disposició on sols hi haja una entrada en funcionament de les dos que admet un MPPT.

$$2 \cdot I_{mp} \leq I_{m\grave{a}x_MPPT} \rightarrow 2 \cdot 12,97 = 25,94 \text{ A} \leq 26 \text{ A} \quad \checkmark$$

Expressió 14. Comprovació del màxim corrent admissible d'entrada a un MPPT de l'inversor.

$$2 \cdot I_{sc} \leq I_{m\grave{a}x,sc_MPPT} \rightarrow 2 \cdot 13,86 = 27,72 \text{ A} \leq 40 \text{ A} \quad \checkmark$$

Expressió 15. Comprovació del màxim corrent de curtcircuit d'entrada a un MPPT de l'inversor.

On cadascun dels termes que hi ha en les expressions corresponen a:

- I_{mp} : Corrent de potència màxima del panell seleccionat. $I_{mp} = 12,97 \text{ A}$.
- I_{sc} : Corrent de curtcircuit del panell seleccionat. $I_{sc} = 13,86 \text{ A}$.
- $I_{m\grave{a}x_MPPT}$: Corrent d'entrada màxima per MPPT de l'inversor seleccionat. $I_{m\grave{a}x_MPPT} = 26 \text{ V}$.
- $I_{m\grave{a}x,sc_MPPT}$: Corrent de curtcircuit màxima de l'inversor seleccionat. $I_{m\grave{a}x,sc_MPPT} = 40 \text{ V}$.

Com es compleixen les dos condicions d'intensitat, els inversors seleccionats s'adapten adequadament a la distribució del generador fotovoltaic, i a la disposició dels strings plantejada en el punt anterior, és la que es durà a terme.

1.5. Dimensionament del cablejat

El càlcul del cablejat elèctric va a realitzar-se en base a 2 criteris: el criteri tèrmic i el criteri de caiguda de tensió.

El factor tèrmic, s'utilitza per a seleccionar un cable (en funció del tipus de conductor, aïllament, model d'instal·lació, etc.) de secció tal que la seua intensitat màxima admissible siga superior a la que circularà per aquest cable (I_L), sempre que l'energia tèrmica produïda per l'efecte Joule es dissipe i no supere el límit tèrmic del cablejat per a evitar danys. Per a això, s'utilitza una taula proporcionada pel REBT en la qual es detallen les

intensitats admissibles (I_L) dels conductors en funció de la seua secció i aïllament en diverses condicions o utilitzant tècniques d'instal·lació normalitzades.

Adicionalment, s'utilitzen factors de correcció, també d'acord amb les taules facilitades pel REBT, en el cas que en la instal·lació s'empren mètodes diferents a aquests normalitzats:

- Influència de l'agrupació de cables o proximitat d'altres circuits.
- Influència de la temperatura ambient o del terreny.
- Influència de la resistivitat tèrmica del terreny.

A més segons l'apartat 5 de la ITC-BT-40, "Els cables de connexió hauran d'estar dimensionats per a una intensitat no inferior al 125% de la tensió entre el generador i la caiguda de tensió entre el generador i el punt d'interconnexió a la Xarxa de Distribució Pública o a la instal·lació interior, no serà superior al 1,5%, per a la intensitat nominal."

1.5.1. Cablejat de corrent continua

Com s'ha comentat en la part corresponent al dimensionament del cables de part de corrent continua en el Document Memòria, en aquest apartat s'estudiaran les dos opcions de rases explicades i s'elegirà finalment la que menor secció del cablejat permeta. Per arribar a les dos propostes plantejades, en primer lloc es va començar dimensionant una única rasa per a tot el cablejat de la instal·lació fotovoltaica d'estudi, i una vegada calculat tot els dimensionament, es va veure que les seccions que complien eren massa elevades (50 mm^2). Per això es va decidir fer una segona proposta on hi hagueren 3 rases, cosa que permet separar la quantitat de tubs per rasa, i disminuint d'aquesta manera la secció del cablejat a 25 mm^2 . A continuació, s'exposaran els valors que van a utilitzar-se per comprovar el criteri tèrmic i el criteri de caiguda de tensió, ja que són els mateixos per a les dos opcions, i més avall, en dos taules diferents es disposaran els càlculs per a cada una de les propostes explicades.

Criteri tèrmic

En la part de contínua, per al dimensionament de la secció del cablejat s'emprarà el corrent de curtcircuit, I_{sc} , ja que és el màxim que podrà circular pel cable. A més, per cada línia de strings de continua es suposa que circularà un corrent màxim de (Expressió 16):

$$I_L = 1,25 \cdot I_{sc} \cdot 2 = 1,25 \cdot 13,86 \cdot 2 = 34,65 \text{ A}$$

Expressió 16. Càlcul de la màxima intensitat que pot circular per la part de CC per un string.

En la expressió anterior s'ha multiplicat per 2 perquè com s'ha comentat anteriorment, hi ha dos strings en paral·lel.

Com es tracta de cables unipolars soterrats amb tubs de PE, s'emprarà el mètode d'instal·lació tipus D1 (Figura 82).

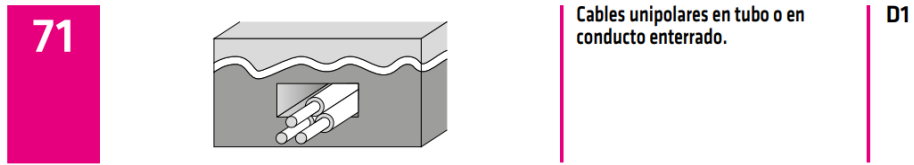


Figura 82. Referència 71 de modes d'instal·lació. Font: Taula A.52.3 de la Guia Tècnica de Prysmian.

Sabent el mètode d'instal·lació, es pot accedir a la Taula C.52.2 bis de la Guia Tècnica de Prysmian per a seleccionar la I_z inicial, tal i com es mostra en la Taula 21. En quan al aïllament dels cables, seran de XLPE segons s'ha definit anteriorment en el corresponent apartat de cablejat en el Document Memòria. Com en la instal·lació de contínua hi ha dos conductors actius, s'utilitzarà la fila 'XLPE2'.

Taula 21. Intensitats admissibles en amperes, per a cables de Cu enterrats. Font: Tabla C.52.2 bis de la Guia Tècnica de Prysmian.

| *Métodos D1/D2 | Sección mm ² | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 | 10 | 16 | 25 | 35 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 | 185 | 240 | 300 |
|-----------------|-------------------------|-----|-----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Cobre | PVC2 | 20 | 27 | 36 | 44 | 59 | 76 | 98 | 118 | 140 | 173 | 205 | 233 | 264 | 296 | 342 | 387 |
| | PVC3 | 17 | 22 | 29 | 37 | 49 | 63 | 81 | 97 | 115 | 143 | 170 | 192 | 218 | 245 | 282 | 319 |
| | XLPE2 | 24 | 32 | 42 | 53 | 70 | 91 | 116 | 140 | 166 | 204 | 241 | 275 | 311 | 348 | 402 | 455 |
| Aluminio | XLPE3 | 21 | 27 | 35 | 44 | 58 | 75 | 96 | 117 | 138 | 170 | 202 | 230 | 260 | 291 | 336 | 380 |
| | XLPE2 | - | - | - | - | - | 70 | 89 | 107 | 126 | 156 | 185 | 211 | 239 | 267 | 309 | 349 |
| | XLPE3 | - | - | - | - | - | 58 | 74 | 90 | 107 | 132 | 157 | 178 | 201 | 226 | 261 | 295 |

Pel que fa als factors correctors de la intensitat, s'han utilitzat quatre:

1. Factor de correcció de resistivitat tèrmica. Com la rasa va a ser tancada amb pedra arenosa, aquesta tindrà una resistivitat tèrmica de 2 K·m/W, al ser la resistivitat tèrmica d'aquest terreny diferent a 2,5 K·m/W, s'ha d'aplicar el factor de correcció de la Taula 22.

Taula 22. Factor de correcció de la intensitat admissible per a cables enterrats en terrenys de resistivitat tèrmica diferent a 2,5 K·m/W. Font: Taula B.52.16 de la Guia Tècnica de Prysmian.

| RESISTIVIDAD TÉRMICA K·m/W | 0,5 | 0,7 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|-----|------|
| Cables en conductos enterrados (D1) | 1,28 | 1,20 | 1,18 | 1,1 | 1,05 | 1 | 0,96 |
| Cables enterrados directamente (D2) | 1,88 | 1,62 | 1,5 | 1,28 | 1,12 | 1 | 0,90 |

2. Factor per agrupació de tubs en horitzontal i vertical. Aquest factor serà diferent per a cada tram de la rasa, depenent del nombre de tubs que hi hagen i en la disposició en la que es troben. Per aquesta raó en la Taula 23 es poden veure tots els valors que

pot comprendre aquest factor, però s'indica cada factor emprat en les taules on es fan els càlculs corresponents per a cada proposta plantejada, més avall.

Taula 23. Factor de correcció de la intensitat admissible per a tubs posicionats en vèries capes. Font: Taula 52-E3 de la Guia Tècnica de Prysmian.

| NÚMERO DE CONDUCTOS COLOCADOS VERTICALMENTE | NÚMERO DE CONDUCTOS COLOCADOS HORIZONTALMENTE | | | | | |
|--|---|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Conductos al aire | | | | | | |
| 1 | -- | - | - | - | - | - |
| 2 | 0,92 | 0,87 | 0,84 | 0,81 | 0,80 | 0,79 |
| 3 | 0,85 | 0,81 | 0,78 | 0,76 | 0,75 | 0,74 |
| 4 | 0,82 | 0,78 | 0,74 | 0,73 | 0,72 | 0,72 |
| 5 | 0,80 | 0,76 | 0,72 | 0,71 | 0,70 | 0,70 |
| 6 | 0,79 | 0,75 | 0,71 | 0,70 | 0,69 | 0,68 |
| Conductos enterrados o embebidos en hormigón | | | | | | |
| 1 | - | - | - | - | - | - |
| 2 | 0,87 | 0,71 | 0,62 | 0,57 | 0,53 | 0,50 |
| 3 | 0,77 | 0,62 | 0,53 | 0,48 | 0,45 | 0,42 |
| 4 | 0,72 | 0,57 | 0,48 | 0,44 | 0,40 | 0,38 |
| 5 | 0,68 | 0,53 | 0,45 | 0,40 | 0,37 | 0,35 |
| 6 | 0,65 | 0,50 | 0,42 | 0,38 | 0,35 | 0,32 |

3. Agrupacions de varis circuits dins d'un mateix tub. Depenent dels circuits (fase i neutre correspon a un circuit) que van per l'interior dels tubs s'emprarà un factor o altre, en els càlculs de les dos distribucions estan indicats els factors que s'han utilitzat en cada tram de la rasa. Aquests factors són els que es mostren en la Taula 24.

Taula 24. Factor de correcció de la intensitat admissible per al nombre de circuits que recorren per l'interior d'un tub. Font: Taula en la pàgina 142 de la Guia Tècnica de Prysmian.

| NÚMERO DE CIRCUITOS O DE CABLES MULTICONDUCTORES | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 12 | 16 | 20 |
| 1 | 0,71 | 0,58 | 0,5 | 0,45 | 0,41 | 0,38 | 0,35 | 0,33 | 0,29 | 0,25 | 0,22 |

4. Profunditat de soterrament del cable. Totes les rases tindran la capa superior de tubs a una distància de la superfície de 0,7 m, per aquesta raó el factor corrector que s'utilitzarà en tots els casos i en les dos propostes serà d'1, tal i com es mostra en la Taula 25.

Taula 25. Factor de correcció de la intensitat admissible per a diferents profunditats d'estesa, en cables soterrats. Font: Taula 9 de ITC-BT-07 de la Guia Tècnica de Prysmian.

| PROFUNDIDAD m | 0,40 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1,00 | 1,20 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Factor de correcció | 1,03 | 1,02 | 1,01 | 1,00 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,95 |

Criteri caiguda de tensió

Com s'ha comentat anteriorment, la caiguda de tensió màxima en aquest tram no deu de ser superior a 1,5 %. Per a calcular-la s'emprarà la Expressió 17, de la caiguda de tensió per a una línia monofàsica de dos conductors actius.

$$\Delta V_{tram}(\%) = \frac{\rho \cdot 2 \cdot L \cdot P}{S \cdot U_N^2} \cdot 100$$

Expressió 17. Càlcul de la caiguda de tensió en un tram de corrent continu.

On cadascun dels termes que hi ha en la expressió anterior corresponen a:

- ρ : Resistivitat del Coure a 25 °C. $\rho = 1/56$.
- L: Distància de cada tram de la rasa.
- P: Potència per string.
- S: Secció seleccionada en el criteri tèrmic.
- U_N^2 : Tensió nominal per string.

S'ha fet el càlcul de la caiguda de tensió per a cada tram de la rasa, i seguidament s'han sumat totes les caigudes de tensió per a cada rasa independent, així es pot observar si es compleix el criteri de tensió en cada una de les rases proposades. A continuació, en la Taula 26 i en la Taula 27 es mostraran els càlculs, amb totes les consideracions que s'han explicat en aquest punt, per a les dos propostes.

A més en el Pla 9 i en el Pla 10, es poden veure quin tipus de rases s'executaran en cada tram de la rasa en les dos propostes, i també els detalls de la quantitat de tubs que hi ha en cada tram de la rasa.

Es pot observar que en la primera proposta (Taula 26), on sols hi ha una rasa per a tot el cablejat, com pel tram 11 de la rasa ha de passar tot el cablejat de la instal·lació fotovoltaica, cosa que requereix posar una secció de 50 mm² per a que el criteri tèrmic complisca, ja que els factors reductors de la intensitat admissible són molt menuts, fent que es tinga que augmentar la secció per a que es complisca aquest.

Pel que fa a la segona proposta, aquesta s'ha dividit en tres rases, tal i com s'observa en els càlculs de la Taula 27, així tot el cablejat no ha de passar per una única rasa. En la primera i en la segona rasa passaran cables amb una secció de 25 mm², i per la tercera els cables tindran una secció de 10 mm².

Aquestes rases portaran el cablejat (dins de tubs) fins l'edifici dels inversors, que tenen uns orificis per sota del pis, per on entraran els tubs amb els cables i es podran

connectar als inversors corresponents. Aquests forats de l'edifici dels inversors es poden veure en el Pla 8.

Taula 26. Proposta inicial de dimensionament de les canalitzacions (rases) i del cablejat a disposar per aquestes, dins de tubs. Font: Creació pròpia.

| | Criteri tèrmic | | | | | | | | | | Criteri caiguda de tensió | | | | | | | |
|----------------|--|--|---------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------------|------------|------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------|----------------|------------------------|---------------------------|---------------------------------|---|
| | I_L [A] | I_z [A] | Secció [mm ²] | Diàmetre cable [mm] | Factor prof. enterrament | Factor resistivitat | Factor agrup. tubs/capes | Factor agrup. circuits/ tub | I'_z [A] | $\epsilon I'_z > I_L?$ | Potència/string | Resistivitat Cu (25°C) | V nominal de string | ΔV (%) | ΔV (%) / rassa | Secció [mm ²] | $\epsilon \Delta V$ (%) < 1,5%? | |
| Única rassa | TRAM 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 50 m | 12 cables de l'inversor 6 per un tub | 34,65 | 91 | 16 | 9,00 | 1,00 | 1,05 | 1 | 0,41 | 39,18 | ✓ | 10.800 | 1/56 | 832,8 | 0,17% | 16 | ✓ |
| | TRAM 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 11,5 m | 12 cables de l'inversor 5 per un tub | 34,65 | 91 | 16 | 9,00 | 1,00 | 1,05 | 1 | 0,41 | 39,18 | ✓ | 10.800 | 1/56 | 832,8 | 0,04% | 16 | |
| | TRAM 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 39 m | 12 cables de l'inversor 6 per un tub 12 cables de l'inversor 5 per un tub | 34,65 | 91 | 16 | 9,00 | 1,00 | 1,05 | 1 | 0,41 | 39,18 | ✓ | 10.800 | 1/56 | 832,8 | 0,14% | 16 | |
| | TRAM 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 13 m | 12 cables de l'inversor 4 per un tub | 34,65 | 91 | 16 | 9,00 | 1,00 | 1,05 | 1 | 0,41 | 39,18 | ✓ | 10.800 | 1/56 | 832,8 | 0,05% | 16 | |
| | TRAM 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2,4 m | 12 cables de l'inversor 3 per un tub | 34,65 | 91 | 16 | 9,00 | 1,00 | 1,05 | 1 | 0,41 | 39,18 | ✓ | 10.800 | 1/56 | 832,8 | 0,01% | 16 | |
| | TRAM 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 m | 12 cables de l'inversor 6 per un tub 12 cables de l'inversor 5 per un tub 12 cables de l'inversor 4 per un tub 12 cables de l'inversor 3 per un tub | 34,65 | 116 | 25 | 10,30 | 1,00 | 1,05 | 0,87 | 0,41 | 43,45 | ✓ | 10.800 | 1/56 | 832,8 | 0,09% | 25 | | |
| TRAM 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,2 m | 12 cables de l'inversor 2 per un tub | 34,65 | 91 | 16 | 9,00 | 1,00 | 1,05 | 1 | 0,41 | 39,18 | ✓ | 10.800 | 1/56 | 832,8 | 0,01% | 16 | | |
| TRAM 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33,1 m | 12 cables de l'inversor 6 per un tub 12 cables de l'inversor 5 per un tub 12 cables de l'inversor 4 per un tub 12 cables de l'inversor 3 per un tub 12 cables de l'inversor 2 per un tub | 34,65 | 116 | 25 | 10,30 | 1,00 | 1,05 | 0,71 | 0,41 | 35,46 | ✓ | 10.800 | 1/56 | 832,8 | 0,07% | 25 | | |
| TRAM 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 m | 8 cables de l'inversor 1 per un tub | 34,65 | 70 | 10 | 7,00 | 1,00 | 1,05 | 1 | 0,5 | 36,75 | ✓ | 10.800 | 1/56 | 832,8 | 0,02% | 10 | | |
| TRAM 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26,9 m | 6 cables de l'inversor 1 per un tub | 34,65 | 70 | 10 | 7,00 | 1,00 | 1,05 | 1 | 0,58 | 42,63 | ✓ | 9.180 | 1/56 | 707,88 | 0,18% | 10 | | |
| TRAM 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 33,1 m | 12 cables de l'inversor 6 per un tub 12 cables de l'inversor 5 per un tub 12 cables de l'inversor 4 per un tub 12 cables de l'inversor 3 per un tub 12 cables de l'inversor 2 per un tub 8 cables de l'inversor 1 per un tub 6 cables de l'inversor 1 per un tub | 34,65 | 166 | 50 | 13,50 | 1,00 | 1,05 | 0,58 | 0,41 | 41,45 | ✓ | 10.800 | 1/56 | 832,8 | 0,04% | 50 | | |

Taula 27. Proposta final de dimensionament de les canalitzacions (rases) amb el cablejat a disposar per aquestes, dins de tubs. Font: Creació pròpia.

| | | Criteri tèrmic | | | | | | | | | | Criteri caiguda de tensió | | | | | | | | | |
|---------------|---|--|-----------|---------------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------------|------------|------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------|----------------|------------------------|---------------------------|---------------------------------|---|--|--|
| | | I_L [A] | I_z [A] | Secció [mm ²] | Diàmetre cable [mm] | Factor prof. enterrament | Factor agrup. tubs/capes | Factor resistivitat | Factor agrup. circuits/ tub | I'_z [A] | $\epsilon I'_z > I_L?$ | Potència /string | Resistivitat Cu (25°C) | V nominal de string | ΔV (%) | ΔV (%) / rassa | Secció [mm ²] | $\epsilon \Delta V$ (%) < 1,5%? | | | |
| Primera rassa | TRAM 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 84 m | 12 cables de l'inversor 6 per un tub | 34,65 | 91 | 16 | 9,00 | 1,00 | 1,00 | 1,05 | 0,41 | 39,18 | ✓ | 10.800 | 1/56 | 832,8 | 0,29% | 0,54% | 16 | ✓ | | |
| | TRAM 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 15,4 m | 12 cables de l'inversor 5 per un tub | 34,65 | 91 | 16 | 9,00 | 1,00 | 1,00 | 1,05 | 0,41 | 39,18 | ✓ | 10.800 | 1/56 | 832,8 | 0,05% | | 16 | | | |
| | TRAM 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10,3 m | 12 cables de l'inversor 4 per un tub | 34,65 | 91 | 16 | 9,00 | 1,00 | 1,00 | 1,05 | 0,41 | 39,18 | ✓ | 10.800 | 1/56 | 832,8 | 0,04% | 16 | | | | | |
| TRAM 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Segona rassa | 73,1 m | 12 cables de l'inversor 6 per un tub 12 cables de l'inversor 5 per un tub 12 cables de l'inversor 4 per un tub | 34,65 | 116 | 25 | 10,30 | 1,00 | 0,71 | 1,05 | 0,41 | 35,46 | ✓ | 10.800 | 1/56 | 832,8 | 0,16% | | 25 | | | |
| | TRAM 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 43 m | 12 cables de l'inversor 3 per un tub | 34,65 | 91 | 16 | 9,00 | 1,00 | 1,00 | 1,05 | 0,41 | 39,18 | ✓ | 10.800 | 1/56 | 832,8 | 0,15% | 0,41% | 16 | ✓ | | |
| | TRAM 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 6,6 m | 12 cables de l'inversor 2 per un tub | 34,65 | 91 | 16 | 9,00 | 1,00 | 1,00 | 1,05 | 0,41 | 39,18 | ✓ | 10.800 | 1/56 | 832,8 | 0,02% | | 16 | | | |
| | TRAM 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 33,7 m | 12 cables de l'inversor 3 per un tub 12 cables de l'inversor 2 per un tub | 34,65 | 91 | 16 | 9,00 | 1,00 | 1,00 | 1,05 | 0,41 | 39,18 | ✓ | 10.800 | 1/56 | 832,8 | 0,12% | | 16 | | | |
| | TRAM 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 12 m | 8 cables de l'inversor 1 per un tub | 34,65 | 70 | 10 | 7,00 | 1,00 | 1,00 | 1,05 | 0,5 | 36,75 | ✓ | 10.800 | 1/56 | 832,8 | 0,07% | | 10 | | | |
| TRAM 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25,8 m | 12 cables de l'inversor 3 per un tub 12 cables de l'inversor 2 per un tub 8 cables de l'inversor 1 per un tub | 34,65 | 116 | 25 | 10,30 | 1,00 | 0,71 | 1,05 | 0,41 | 35,46 | ✓ | 10.800 | 1/56 | 832,8 | 0,06% | | | 25 | | | |
| Tercera rassa | TRAM 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14,2 m | 6 cables de l'inversor 1 per un tub | 34,65 | 70 | 10 | 7,00 | 1,00 | 1,00 | 1,05 | 0,58 | 42,63 | ✓ | 9.180 | 1/56 | 707,88 | 0,09% | 0,09% | 10 | ✓ | | | |

Per tant, el cablejat de continua des dels panells solars fins l'inversor, és el que apareix en la Taula 28.

Taula 28. Cablejat de la part de corrent continu de la instal·lació solar. Font: Creació pròpia.

| Cablejat de corrent continu (strings-inversor) | | | |
|--|-------------|--|--|
| Inversor 1 | 1.A.1/1.A.2 | 1 string de 17 panells en paral·lel amb 1 string de 17 panells fins l'inversor | Fx10mm ² |
| | 1.B.1/1.B.2 | 1 string de 17 panells en paral·lel amb 1 string de 17 panells fins l'inversor | Fx10mm ² |
| | 1.C.1/1.C.2 | 1 string de 17 panells en paral·lel amb 1 string de 17 panells fins l'inversor | Fx10mm ² |
| | 1.D.1/1.D.2 | 1 string de 20 panells en paral·lel amb 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| | 1.E.1/1.E.2 | 1 string de 20 panells en paral·lel amb 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| | 1.F.1 | 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| | 1.G.1 | 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| Inversor 2 | 2.A.1/2.A.2 | 1 string de 20 panells en paral·lel amb 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| | 2.B.1/2.B.2 | 1 string de 20 panells en paral·lel amb 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| | 2.C.1/2.C.2 | 1 string de 20 panells en paral·lel amb 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| | 2.D.1/2.D.2 | 1 string de 20 panells en paral·lel amb 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| | 2.E.1/2.E.2 | 1 string de 20 panells en paral·lel amb 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| | 2.F.1 | 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| | Inversor 3 | 3.A.1/3.A.2 | 1 string de 20 panells en paral·lel amb 1 string de 20 panells fins l'inversor |
| 3.B.1/3.B.2 | | 1 string de 20 panells en paral·lel amb 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| 3.C.1/3.C.2 | | 1 string de 20 panells en paral·lel amb 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| 3.D.1/3.D.2 | | 1 string de 20 panells en paral·lel amb 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| 3.E.1/3.E.2 | | 1 string de 20 panells en paral·lel amb 1 string de 7 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| 3.F.1 | | 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| Inversor 4 | | 4.A.1/4.A.2 | 1 string de 20 panells en paral·lel amb 1 string de 20 panells fins l'inversor |
| | 4.B.1/4.B.2 | 1 string de 20 panells en paral·lel amb 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| | 4.C.1/4.C.2 | 1 string de 20 panells en paral·lel amb 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| | 4.D.1/4.D.2 | 1 string de 20 panells en paral·lel amb 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| | 4.E.1/4.E.2 | 1 string de 20 panells en paral·lel amb 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| | 4.F.1 | 1 string de 16 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| | Inversor 5 | 5.A.1/5.A.2 | 1 string de 20 panells en paral·lel amb 1 string de 20 panells fins l'inversor |
| 5.B.1/5.B.2 | | 1 string de 20 panells en paral·lel amb 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| 5.C.1/5.C.2 | | 1 string de 20 panells en paral·lel amb 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| 5.D.1/5.D.2 | | 1 string de 20 panells en paral·lel amb 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| 5.E.1/5.E.2 | | 1 string de 20 panells en paral·lel amb 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| 5.F.1 | | 1 string de 12 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| Inversor 6 | | 6.A.1/6.A.2 | 1 string de 20 panells en paral·lel amb 1 string de 20 panells fins l'inversor |
| | 6.B.1/6.B.2 | 1 string de 20 panells en paral·lel amb 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| | 6.C.1/6.C.2 | 1 string de 20 panells en paral·lel amb 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| | 6.D.1/6.D.2 | 1 string de 11 panells en paral·lel amb 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| | 6.E.1/6.E.2 | 1 string de 20 panells en paral·lel amb 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |
| | 6.F.1 | 1 string de 20 panells fins l'inversor | Fx25mm ² |

Tot aquest cablejat serà de TECSUN - H1Z2Z2-K.

Selecció dels tubs per a la segona proposta del cablejat

El cablejat que va per dins de les rases, ha d'anar cobert per un tub de PE. Per saber quin diàmetre tindrà aquest, es recorre a la ITC-BT-21, on s'indica què s'ha de fer quan hi ha més de 10 conductors dins d'un mateix tub (Figura 83).

| Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²) | Diámetro exterior de los tubos (mm) | | | | |
|--|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | Número de conductores | | | | |
| | < 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1,5 | 25 | 32 | 32 | 32 | 32 |
| 2,5 | 32 | 32 | 40 | 40 | 40 |
| 4 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 |
| 6 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 |
| 10 | 63 | 63 | 63 | 75 | 75 |
| 16 | 63 | 75 | 75 | 75 | 90 |
| 25 | 90 | 90 | 90 | 110 | 110 |
| 35 | 90 | 110 | 110 | 110 | 125 |
| 50 | 110 | 110 | 125 | 125 | 140 |
| 70 | 125 | 125 | 140 | 160 | 160 |
| 95 | 140 | 140 | 160 | 160 | 180 |
| 120 | 160 | 160 | 180 | 180 | 200 |
| 150 | 180 | 180 | 200 | 200 | 225 |
| 185 | 180 | 200 | 225 | 225 | 250 |
| 240 | 225 | 225 | 250 | 250 | -- |

Para más de 10 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 4 veces la sección ocupada por los conductores.

Figura 83. Diàmetres exteriors mínims dels tubs en funció del nombre i la secció dels conductors o cables a conduir.

En el cas d'estudi de la proposta 2, per casi tots els trams hi hauran tubs amb 6 circuits al seu interior, és a dir, 12 conductors per cada tub. Per aquesta raó el diàmetre dels tubs d'aquests trams es calcularà de la següent manera:

La secció del cablejat de 25 mm², segons la fitxa tècnica correspon amb un diàmetre exterior de 10,3 mm, açò aplicant la Expressió 18, dona una secció física real de 83,32 mm² del cablejat.

$$S_{real,cable} = \Pi \cdot \left(\frac{\phi_{ext}}{2}\right)^2$$

Expressió 18. Càlcul de la secció real d'un cable.

Com es tenen 12 conductors per dins del tub, i s'ha de multiplicar per 4 segons la Figura 83 per a més de 10 conductors per un mateix tub, es calcula la següent secció interior mínima que ha de tindre el tub seleccionat:

$$12 \cdot 4 \cdot 83,32 \text{ mm}^2 = 3.999,5 \text{ mm}^2 \approx 4.000 \text{ mm}^2$$

Les fitxes tècniques dels tubs elèctrics no solen disposar de la dada de la secció d'aquests, per aquesta raó per poder seleccionar el tub correctament, es calcula a continuació amb la Expressió 18. Càlcul de la secció real d'un cable. el diàmetre interior mínim que ha de tindre el tub (amb la secció calculada anteriorment), que continga els 12 conductors al seu interior. Aplicant aquesta expressió ix que $d_{i,tub} \geq 71,36$ mm. Mirant la fitxa tècnica del tub (Annex V) es pot observar que el primer tub que té un diàmetre interior superior o igual al calculat és el de 73 mm, aquest es correspon amb el tub que té un diàmetre exterior de 90 mm.

Cal destacar que no tots els tubs porten per dins 12 conductors, és el cas del tram 8, del tram 9 i un tub que hi ha en el tram 9. Que com es pot observar en la Taula 27 per aquests tubs sols hi hauran 8 i 6 conductors. Però tal i com es pot veure en la Figura 83, aquest seran de 90 mm també.

1.5.2. Cablejat de corrent altern

El sistema consta de 6 inversors, tenint una potència nominal de 600 kW. En un quadre denominat quadre de CA (situat dins de l'edifici dels inversors) s'instal·laran les proteccions necessàries, les quals es calcularan en el seu apartat corresponent, més avant. El cablejat de CA es divideix en 7 parts: 6 parts són des de cada inversor fins l'interruptor general automàtic (IGA) situat en el quadre de CA, i l'altra part que queda serà des del IGA del quadre de CA fins el quadre general de distribució en BT de la nau, situat a l'interior de l'edifici (el QGBT).

De cada un dels inversors per ser trifàsics, eixiran 4 cables: 3 fases actives i el neutre. En aquest cas, les primeres 6 parts dels circuits d'alterna (inversors - quadre AC), es tracten de circuits interiors, per tant, la secció del neutre serà igual que les seccions de la fase, segons la normativa del REBT. Però el circuit que va des del quadre de CA fins el QGBT és d'exterior, per tant, s'ha de recórrer a la Taula 1 del ITC-BT-07, per seleccionar el neutre en funció de la secció de la fase.

1.5.2.1. Cablejat des dels inversors fins al quadre de CA

Pel que fa al cablejat que va des dels inversors fins al quadre de CA que hi ha en l'edifici d'inversors, aquest anirà per conductors aïllats en conductes circulars (tubs de PE) per forat de construcció (per baix del pis de l'edifici dels inversors, aquest espai es

pot observar en el Pla 8. Per això, es tracta de la referència 41, i més avant al calcular el diàmetre del tub de PE que cobreix el cablejat, es veurà que el mètode seleccionat d'instal·lació és el B2 (Figura 84).

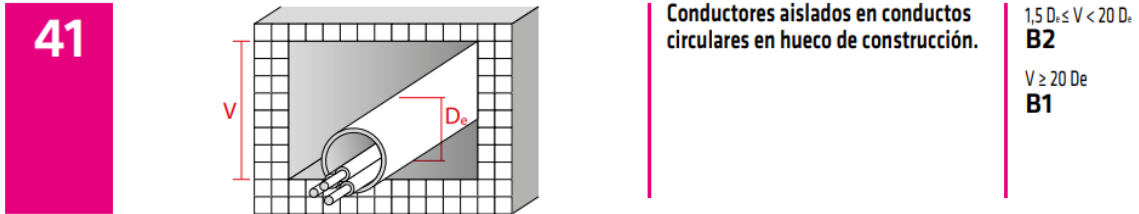


Figura 84. Referència 41 de modes d'instal·lació. Font: Taula A.52.3 de la Guia Tècnica de Prysmian

Sabent el mètode d'instal·lació, es pot accedir a la Taula C.52.1 bis de la Guia Tècnica de Prysmian per a seleccionar la I_z inicial, tal i com es mostra en la Taula 29. En quan al aïllament dels cables, seran de XLPE segons s'ha definit anteriorment en el corresponent apartat de cablejat en el Document Memòria. En aquesta ocasió els cables seran XLP3 (per ser aquest tram un circuit triàsic).

Taula 29. Intensitats admissibles en amperes, per a cables de Cu no enterrats. Font: Tabla C.52.1 bis de la Guia Tècnica de Prysmian.

| MÉTODO DE INSTALACION TIPO SEGUN TABLA 52-B2 | | TIPO DE AISLAMIENTO TÉRMICO (XLPE o PVC) + NÚMERO DE CONDUCTORES GARGADOS (2 o 3) (TEMPERATURA MÁXIMA DE LOS CONDUCTORES EN RÉGIMEN PERMANENTE → 70°C TIPO PVC Y 90°C TIPO XLPE) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|---|--------------|--------------|--------------|--------------|------|------|---------------|---------------|---------------|------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|-----|-----|----|--|
| A1 | | PVC3 (70 °C) | PVC2 (70 °C) | | | | | | XLPE3 (90 °C) | XLPE2 (90 °C) | | | | | | | | | | | |
| A2 | | PVC3 (70 °C) | PVC2 (70 °C) | | | | | | XLPE3 (90 °C) | XLPE2 (90 °C) | | | | | | | | | | | |
| B1 | | | | PVC3 (70 °C) | PVC2 (70 °C) | | | | | | XLPE3 (90 °C) | | | | XLPE2 (90 °C) | | | | | | |
| B2 | | | | PVC3 (70 °C) | PVC2 (70 °C) | | | | XLPE3 (90 °C) | XLPE2 (90 °C) | | | | | | | | | | | |
| C | | | | | | PVC3 (70 °C) | | | | | PVC2 (70 °C) | | XLPE3 (90 °C) | | | PVC2 (90 °C) | | | | | |
| D1/D2* | | VER SIGUIENTE TABLA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E | | | | | | | | | PVC3 (70 °C) | | | | PVC2 (70 °C) | | XLPE3 (90 °C) | XLPE2 (90 °C) | | | | | |
| F | | | | | | | | | | PVC3 (70 °C) | | | | PVC2 (70 °C) | | XLPE3 (90 °C) | XLPE2 (90 °C) | | | | |
| | | mm ² | 2 | 3 | 4 | 5a | 5b | 6a | 6b | 7a | 7b | 8a | 8b | 9a | 9b | 10a | 10b | 11 | 12 | 13 | |
| Cobre | 1,5 | 11 | 11,5 | 12,5 | 13,5 | 14 | 14,5 | 15,5 | 16 | 16,5 | 17 | 17,5 | 19 | 20 | 20 | 20 | 21 | 23 | 25 | | |
| | 2,5 | 15 | 15,5 | 17 | 18 | 19 | 20 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 26 | 27 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | | |
| | 4 | 20 | 20 | 22 | 24 | 25 | 26 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 34 | 36 | 36 | 38 | 40 | 44 | 46 | | |
| | 6 | 25 | 26 | 29 | 31 | 32 | 34 | 36 | 37 | 39 | 40 | 41 | 44 | 46 | 46 | 49 | 52 | 57 | 59 | | |
| | 10 | 33 | 36 | 40 | 43 | 45 | 46 | 49 | 52 | 54 | 54 | 57 | 60 | 63 | 65 | 68 | 72 | 78 | 82 | | |
| | 16 | 45 | 48 | 53 | 59 | 61 | 63 | 66 | 69 | 72 | 73 | 77 | 81 | 85 | 87 | 91 | 97 | 104 | 110 | | |
| | 25 | 59 | 63 | 69 | 77 | 80 | 82 | 86 | 87 | 91 | 95 | 100 | 103 | 108 | 110 | 115 | 122 | 135 | 146 | | |
| | 35 | 72 | 77 | 86 | 95 | 100 | 101 | 106 | 109 | 114 | 119 | 124 | 127 | 133 | 137 | 143 | 153 | 168 | 182 | | |
| | 50 | 86 | 94 | 103 | 116 | 121 | 122 | 128 | 133 | 139 | 145 | 151 | 155 | 162 | 167 | 174 | 188 | 204 | 220 | | |
| | 70 | 109 | 118 | 130 | 148 | 155 | 155 | 162 | 170 | 178 | 185 | 193 | 199 | 208 | 214 | 223 | 243 | 262 | 282 | | |
| | 95 | 131 | 143 | 156 | 180 | 188 | 187 | 196 | 207 | 216 | 224 | 234 | 241 | 252 | 259 | 271 | 298 | 320 | 343 | | |
| | 120 | 150 | 164 | 179 | 207 | 217 | 216 | 226 | 240 | 251 | 260 | 272 | 280 | 293 | 301 | 314 | 350 | 373 | 397 | | |
| 150 | 171 | 188 | 196 | 224 | 236 | 247 | 259 | 276 | 289 | 299 | 313 | 322 | 337 | 343 | 359 | 401 | 430 | 458 | | | |
| 185 | 194 | 213 | 222 | 256 | 268 | 281 | 294 | 314 | 329 | 341 | 356 | 368 | 385 | 391 | 409 | 460 | 493 | 523 | | | |
| 240 | 227 | 249 | 258 | 299 | 315 | 330 | 345 | 368 | 385 | 401 | 419 | 435 | 455 | 468 | 489 | 545 | 583 | 617 | | | |
| 300 | 259 | 285 | 295 | 343 | 360 | 398 | 396 | 432 | 414 | 461 | 468 | 516 | 524 | 547 | 549 | 630 | 674 | 713 | | | |
| Aluminio | 2,5 | 11,5 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 16,5 | 17 | 17,5 | 18 | 19 | 20 | 20 | 20 | 21 | 23 | 25 | | | |
| | 4 | 15 | 16 | 17 | 19 | 20 | 21 | 22 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 28 | 27 | 29 | 31 | 34 | | | |
| | 6 | 20 | 20 | 22 | 24 | 25 | 27 | 29 | 28 | 30 | 31 | 32 | 33 | 35 | 36 | 38 | 40 | 44 | | | |
| | 10 | 26 | 27 | 31 | 33 | 35 | 38 | 40 | 40 | 41 | 42 | 44 | 46 | 49 | 50 | 52 | 56 | 60 | | | |
| | 16 | 35 | 37 | 41 | 46 | 48 | 50 | 52 | 53 | 55 | 57 | 60 | 63 | 66 | 66 | 70 | 76 | 82 | 82 | | |
| | 25 | 46 | 49 | 54 | 60 | 63 | 63 | 66 | 67 | 70 | 72 | 75 | 78 | 81 | 84 | 88 | 91 | 98 | 110 | | |
| | 35 | | | | 74 | 78 | 78 | 81 | 83 | 87 | 89 | 93 | 97 | 101 | 104 | 109 | 114 | 122 | 136 | | |
| | 50 | | | | 90 | 94 | 95 | 100 | 101 | 106 | 108 | 113 | 118 | 123 | 127 | 132 | 140 | 149 | 167 | | |
| | 70 | | | | 115 | 121 | 121 | 127 | 130 | 136 | 139 | 145 | 151 | 158 | 162 | 170 | 180 | 192 | 215 | | |
| | 95 | | | | 140 | 146 | 147 | 154 | 159 | 166 | 169 | 177 | 183 | 192 | 197 | 206 | 219 | 233 | 262 | | |
| | 120 | | | | 161 | 169 | 171 | 179 | 184 | 192 | 196 | 205 | 213 | 222 | 228 | 239 | 254 | 273 | 306 | | |
| | 150 | | | | | 187 | 196 | 205 | 213 | 222 | 227 | 237 | 246 | 257 | 264 | 276 | 294 | 314 | 353 | | |
| 185 | | | | | 212 | 222 | 232 | 243 | 254 | 259 | 271 | 281 | 293 | 301 | 315 | 337 | 361 | 406 | | | |
| 240 | | | | | 248 | 261 | 273 | 287 | 300 | 306 | 320 | 332 | 347 | 355 | 372 | 399 | 427 | 482 | | | |
| 300 | | | | | | 285 | 313 | 331 | 366 | | | | | | | | | | | | |

A continuació, s'explicaran les consideracions que s'han tingut en compte per a calcular la secció d'aquesta part tenint present els dos criteris explicats anteriorment.

Criteri tèrmic

La màxima intensitat que circularà pels cables trifàsics d'eixida dels inversors serà la màxima intensitat que pot donar a la seua eixida l'inversor, la qual, tal i com es pot observar en l'Annex V en la seua fitxa tècnica és de 160,4 A a 400 V. Aplicant el sobredimensionat de seguretat per normativa del 125% s'obté una intensitat màxima que pot circular pel cable de: 200 A (Expressió 19).

$$I_L = 1,25 \cdot I_{m\grave{a}x.inv.}$$

Expressió 19. Sobredimensionat del corrent de seguretat per normativa.

Donat que no es té cap agrupació de cables addicional, i al tindre un únic circuit per l'interior de cada tub, no s'ha d'aplicar cap corrector, aquest és igual a 1.

Criteri de caiguda de tensió

La caiguda de tensió màxima en tota la secció de CA no deu de ser superior a un 1,5%, per tant, per a aquest tram que compon la mitat del recorregut, la caiguda de tensió no hauria de ser major a la mitat de 1,5%, és a dir no sobrepassar el 0,75%. Com s'està fent el càlcul per a unes línies de corrent altern, la equació que s'ha d'utilitzar és la que apareix en la Expressió 20.

$$\Delta V_{Tram1}(\%) = \frac{\rho \cdot L \cdot P}{S \cdot U_N^2} \cdot 100$$

Expressió 20. Càlcul de la caiguda de tensió per al primer tram de corrent altern.

On cadascun dels termes que hi ha en la expressió anterior corresponen a:

- ρ : Resistivitat del Coure a 25 °C. $\rho = 1/56$.
- L: Distància de cada recorregut des de cada inversor fins el CA.
- P: Potència màxima d'eixida de l'inversor. P = 100 kW.
- S: Secció seleccionada en el criteri tèrmic.
- U_N^2 : Tensió nominal del tram. $U_N^2 = 400V$.

Una vegada explicades totes les observacions importants a l'hora de dimensionar aquests trams, en la Taula 30 es mostren els càlculs realitzats (per a cada criteri) per a cada un dels trams des dels inversors fins al quadre de CA. On finalment, s'elegirà per a aquests trams una secció del cablejat de 95 mm².

Taula 30. Dimensionament final del cablejat que ix de cada inversor i va fins el quadre de CA. Font: Creació pròpia.

| | Criteri tèrmic | | | | | | | Criteri caiguda de tensió | | | | | |
|------------------------|----------------|-----------|---------------------------|---------------------|---------|-----------|---------------------|---------------------------|-----------------------------------|------------------------|-------------------------|----------------|-------------------------|
| | I_1 [A] | I_2 [A] | Secció [mm ²] | Diàmetre cable [mm] | Factors | I_2 [A] | $\Delta I_2 > I_1?$ | L [m] | $P_{\text{màx. eixida inv.}}$ [W] | Resistivitat Cu (25°C) | Tensió nominal tram [V] | ΔV (%) | ΔV (%) < 0,75%? |
| Inversor 1 - Quadre CA | 200 | 216 | 95 | 18,5 | 1 | 216 | ✓ | 6,5 | 100.000 | 1/56 | 400 | 0,08% | ✓ |
| Inversor 2 - Quadre CA | 200 | 216 | 95 | 18,5 | 1 | 216 | ✓ | 4,5 | 100.000 | 1/56 | 400 | 0,05% | ✓ |
| Inversor 3 - Quadre CA | 200 | 216 | 95 | 18,5 | 1 | 216 | ✓ | 2,5 | 100.000 | 1/56 | 400 | 0,03% | ✓ |
| Inversor 4 - Quadre CA | 200 | 216 | 95 | 18,5 | 1 | 216 | ✓ | 2,5 | 100.000 | 1/56 | 400 | 0,03% | ✓ |
| Inversor 5 - Quadre CA | 200 | 216 | 95 | 18,5 | 1 | 216 | ✓ | 4,5 | 100.000 | 1/56 | 400 | 0,05% | ✓ |
| Inversor 6 - Quadre CA | 200 | 216 | 95 | 18,5 | 1 | 216 | ✓ | 6,5 | 100.000 | 1/56 | 400 | 0,08% | ✓ |

Per tant, el cablejat d'aquests trams queda definit com: $3F \times 95\text{mm}^2 + N \times 50\text{mm}^2$.

Selecció dels tubs per al cablejat que va des dels inversors fins el quadre de CA

El cablejat d'aquests trams anirà en un tub de plàstic (PE), i el diàmetre d'aquest ve donat per la Taula 5 del ITC-BT-21, segons la secció i el número de conductors que vagen pel seu interior (mirar Figura 85).

| Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²) | Diámetro exterior de los tubos (mm) | | | | |
|--|-------------------------------------|----|----|----|----|
| | Número de conductores | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1,5 | 12 | 12 | 16 | 16 | 20 |
| 2,5 | 12 | 16 | 20 | 20 | 20 |
| 4 | 12 | 16 | 20 | 20 | 25 |
| 6 | 12 | 16 | 25 | 25 | 25 |
| 10 | 16 | 25 | 25 | 32 | 32 |
| 16 | 20 | 25 | 32 | 32 | 40 |
| 25 | 25 | 32 | 40 | 40 | 50 |
| 35 | 25 | 40 | 40 | 50 | 50 |
| 50 | 32 | 40 | 50 | 50 | 63 |
| 70 | 32 | 50 | 63 | 63 | 63 |
| 95 | 40 | 50 | 63 | 75 | 75 |
| 120 | 40 | 63 | 75 | 75 | -- |
| 150 | 50 | 63 | 75 | -- | -- |
| 185 | 50 | 75 | -- | -- | -- |
| 240 | 63 | 75 | -- | -- | -- |

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 3 veces la sección ocupada por los conductores.

Figura 85. Diàmetre mínim que han de tindre els tubs que envolta al cablejat, segons la ITC-BT-21. Font: Document de la ITC-BT-21.

Per cada tub hi ha 3 conductors amb una secció de 95mm^2 i un conductor de 50mm^2 . Per tant, per calcular el diàmetre del tub, s'ha de fer el que posa després de la taula que apareix en la figura anterior. S'aplica el mateix procediment que s'ha fet anteriorment per a dimensionar els tubs de les rases del cablejat en corrent continua.

Amb la Expressió 18 s'obté que la secció total a considerar és de $268,80\text{mm}^2 + 165,13\text{mm}^2 = 433,93\text{mm}^2$. Aquesta secció s'ha de multiplicar per 3 i el resultat seria de $1.301,79\text{mm}^2$. Utilitzant altra vegada la Expressió 18 però aquesta volta per a aïllar el diàmetre interior mínim que ha de tindre el tub, aquest serà de: $40,71\text{mm}$.

A continuació, mirant la fitxa tècnica del tub seleccionat, el primer que compleix és el que té un diàmetre interior de 50 mm, que correspon al tub que té un diàmetre exterior de 63 mm.

Una vegada es sap el valor del diàmetre exterior (D_e) del tub per a aquests 6 trams, es fa la comprovació de quin mètode d'instal·lació s'ha utilitzat. On V és l'espai lliure que hi ha en la construcció per on recorren els tubs amb el cablejat, $V = 500$ mm.

- $B1 \rightarrow V \geq 20 \cdot D_e$
- $B2 \rightarrow 1,5 \cdot D_e \leq V < 20 \cdot D_e$

Resumint, el cablejat que va des de cada un dels 6 inversors fins el quadre de CA (situat a l'edifici dels inversors) tindrà una secció de $3F \times 95 \text{mm}^2 + N \times 50 \text{mm}^2$, i cada circuit d'aquest anirà per dins d'un tub de PE de diàmetre 63 mm. Aquest cablejat es denomina ECOREVI RZ1-K 0,6/1kV (AS).

1.5.2.2. Cablejat des del quadre de CA fins el QGBT

Aquest últim tram de CA va des de l'Interruptor General Automàtic situat en el quadre de CA, fins el QGBT de la nau. En l'IGA s'uneixen les 6 línies provinents dels 6 inversors, per lo que la intensitat màxima que circularà serà la suma de les màximes corrents d'aquests trams: $6 \times 160,4 \text{ A} = 962,4 \text{ A}$.

Tenint en compte el sobredimensionat de seguretat per normativa del 125% (Expressió 19) es té una intensitat màxima de: $I_L = 1,25 \times 962,4 \text{ A} = 1.203 \text{ A}$. Al ser una intensitat prou elevada, es recorre a la instal·lació de tres cables de la mateixa secció per cada fase, per lo que la intensitat es redueix a un terç ($I_L = 401 \text{ A}$).

Si es considera una secció 400 mm^2 , la intensitat màxima admissible del cable aplicant la ITC-BT-07, taula 5 "Intensitat màxima admissible, en ampers, per a cables amb conductores de coure en instal·lació enterrada (servici permanent)" per a l'aïllament XLPE i cable unipolar s'obté una $I_z = 705 \text{ A}$. Es miren en aquesta opció les taules de la ITC-BT-07 perquè en la Guia Tècnica de Prysmian utilitzada en tots els altres trams anteriors, no arriba a seccions i intensitats tant elevades; però els factors de correcció de la intensitat sí que es poden obtenir d'aquesta guia.

A continuació, s'aplicaran els mateixos factors correctors d'intensitat explicats anteriorment, per fer la comprovació del criteri tèrmic:

1. Factor de correcció de resistivitat tèrmica. Com la rasa va a ser tancada amb pedra arenosa, aquesta tindrà una resistivitat tèrmica de $2 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$, al ser la resistivitat tèrmica d'aquest terreny diferent a $2,5 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$, s'ha d'aplicar el factor de correcció de la Taula 22. ($F_1 = 1,05$).

2. Factor per agrupació de tubs en horitzontal i vertical. Hi hauran 3 tubs separats una distància $d = 0 \text{ m}$, i per l'interior de cada tub hi haurà un circuit compost per les tres fases i un neutre. Per aquesta raó tal i com s'observa en la Taula 23, $F_2 = 0,71$.

3. Factor per agrupació de circuits dins d'un tub. Al contindre sols un únic circuit per un sol tub, aquest factor segons la Taula 24, serà de $F_3 = 1$.

4. Factor per profunditat de la instal·lació. Els conductors estaran soterrats a una profunditat de $0,7 \text{ m}$, per aquesta raó el factor corrector que s'utilitzarà serà de $F_4 = 1$, tal i com es mostra en la Taula 25.

Per tant, la intensitat màxima admissible del cable serà ara $I'_z = 525,58 \text{ A}$, després d'aplicar els factors correctors. Com $I'_z = 525,58 \text{ A} > I_L = 401 \text{ A}$, compleix el criteri tèrmic.

Pel que fa al criteri de la caiguda de tensió, s'ha utilitzat la Expressió 21. Que com s'havia comentat anteriorment, en aquest tram, no ha de ser superior a $0,75 \%$.

$$\Delta V_{Tram2}(\%) = \frac{\rho \cdot L \cdot P}{S \cdot U_N^2} \cdot 100$$

Expressió 21. Càlcul de la caiguda de tensió del segon tram en corrent altern.

On cadascun dels termes que hi ha en la expressió anterior corresponen a:

- ρ : Resistivitat del Coure a $25 \text{ }^\circ\text{C}$. $\rho = 1/56$.
- L : Distància des del IGA fins al QGBT. $L = 41,4 \text{ m}$.
- P : Potència màxima d'eixida de l'inversor. $P = 600 \text{ kW}$.
- S : Secció seleccionada en el criteri tèrmic. $S = 300 \text{ mm}^2$.
- U_N^2 : Tensió nominal del tram. $U_N^2 = 400\text{V}$.

$$\Delta V_{Tram2} = 0,69 \% < 0,75\% \quad \checkmark$$

Es compleixen els dos criteris, per tant, la secció a disposar en aquest segon tram de CA serà: $3x(3F \times 400 \text{ mm}^2) + 3x(N \times 185 \text{ mm}^2)$.

Selecció dels tubs per al cablejat que va des del IGA fins el QGBT

Com es tenen diàmetres diferents de cablejat dins del tub, el diàmetre interior mínim d'aquest es calcularà amb la Expressió 22.

$$D_i \geq \sqrt{f \cdot \sum_{i=1}^n (n_i \cdot d_i^2)}$$

Expressió 22. Càlcul del diàmetre interior d'un tub quan el cablejat té diferents seccions dins d'aquest.

On cadascun dels termes que hi ha en la expressió anterior corresponen a:

- f: La secció interior del tub serà com a mínim 4 vegades la secció ocupada pels conductors. $f = 4$.
- n_i : Número de conductors amb la mateixa secció (3F i 1N).
- d_i : Diàmetres de les diferents seccions dels conductors (Fases: 34,30mm i Neutres 23,24 mm).

Aplicant la expressió anterior, $D_i \geq 119,21$ mm, el primer tub que compleix aquesta condició, és el que té un diàmetre exterior de 160 mm.

Resumint, la rasa que va des del quadre de CA fins al QGBT, estarà composta per 4 tubs de 160 mm, on un d'ells anirà buit per si fora necessari en un futur l'ús d'aquest. I pels 3 tubs restants anirà un circuit de $3F \times 400 \text{ mm}^2 + N \times 185 \text{ mm}^2$. Aquest dimensionament, es pot observar en el Pla 11.

Finalment, es comprova la caiguda de tensió total en el tram de CA, aquesta ha de ser menor a 1,5 %. Donat que en el tram 1 hi ha 6 línies, i en cada una d'aquestes línies hi ha una caiguda de tensió diferent, s'agafarà la caiguda de tensió més elevada que hi haja en aquests 6 trams, ja que aquests estan en paral·lel i no s'haurien de sumar. Per tant, es comprova la caiguda de tensió per a la suma dels dos trams.

$$\Delta V_T = \Delta V_{T1} + \Delta V_{T2} = 0,08 + 0,69 = 0,77\% < \Delta V_{m\grave{a}x.} = 1,5\% \quad \checkmark$$

En resum, els trams estudiats del costat de CA, tenen el cablejat que es mostra en la Taula 31.

Taula 31. Cablejat de la part de corrent altern. Font: Creació pròpia.

| Resum cablejat CA | | | | |
|-------------------|------------------------------|--|----------------------|--|
| Tram | Identificació | Secció | Cables | Ø Tub |
| 1 | Inversor 1 fins al quadre CA | $3F \times 95 \text{ mm}^2 + N \times 50 \text{ mm}^2$ | RZL-K (AS) 0,6/ 1 kV | Cada un dels circuits anirà en un tub de PE amb un $\varnothing = 63$ mm |
| | Inversor 2 fins al quadre CA | $3F \times 95 \text{ mm}^2 + N \times 50 \text{ mm}^2$ | | |
| | Inversor 3 fins al quadre CA | $3F \times 95 \text{ mm}^2 + N \times 50 \text{ mm}^2$ | | |
| | Inversor 4 fins al quadre CA | $3F \times 95 \text{ mm}^2 + N \times 50 \text{ mm}^2$ | | |
| | Inversor 5 fins al quadre CA | $3F \times 95 \text{ mm}^2 + N \times 50 \text{ mm}^2$ | | |
| | Inversor 6 fins al quadre CA | $3F \times 95 \text{ mm}^2 + N \times 50 \text{ mm}^2$ | | |
| 2 | Quadre CA fins al QGBT | $3 \times (3F \times 400 \text{ mm}^2) + 3 \times (N \times 185 \text{ mm}^2)$ | | 3 tubs de PE amb un $\varnothing = 160$ mm. |

1.6. Càlcul de les proteccions

En l'apartat corresponent de la memòria del present projecte sobre les proteccions, s'exposen les exigències mínimes per normativa de proteccions en aquests tipus d'instal·lacions.

1.6.1. Proteccions per a corrent continua

Aquestes proteccions venen donades pels propis inversors seleccionats per a aquesta instal·lació, Inversor Huawei SUN2000-100KTL, de classe II fins a 1.100 V_{dc}, front a sobrecàrregues mitjançant un circuit específic que protegeix cada entrada dels strings, i front a sobretensions mitjançant un descarregador de sobretensions SPD.

Tenint en compte que en aquesta instal·lació no existeix un interruptor de corrent diferencial, la manera de limitar el valor del corrent de defecte és mantindre-la en un valor adequat a través de la resistència d'aïllament (R_{iso}). La norma estableix que per a sistemes fotovoltaics sense transformadors i sense aïllament galvànic, com la que s'està estudiant, aquesta resistència deu de tindre una tensió d'almenys 2.000 k por kW de tensió d'entrada de l'inversor. El compliment d'aquests valors es controla des de l'inversor.

Bàsicament consisteix a configurar amb un esquema flotant i utilitzar un controlador fix. Protegeix l'aïllament, adverteix de possibles avaries i desconnecta automàticament la instal·lació fotovoltaica en cas de pèrdua de la resistència d'aïllament. Com s'ha indicat anteriorment, l'inversor ja compta amb aquesta resistència integrada.

La protecció contra contacte indirecte ha d'assegurar que el contacte accidental entre conductors vius i parts metàl·liques per part d'una persona que toque suports, carcasses de les plaques o qualsevol altra part de la instal·lació que pugui estar carregada, no provoqui una falla a terra. D'acord amb el que es mostra en la corresponent connexió a terra en la memòria d'aquest projecte, el sistema IT del diagrama flotant assegura totalment aquesta protecció en la part de CC de les plantes fotovoltaïques, ja que no hi ha risc de contactes indirectes i tampoc de derivació a terra a través de la persona, quan aquesta toca directament un sol conductor actiu. Això significa que el nivell de seguretat que s'aconsegueix amb aquesta disposició és comparable al qual s'aconsegueix amb les instal·lacions de CA convencionals amb interruptors diferencials, però la instal·lació de generadors fotovoltaics flotant té l'avantatge que aquesta seguretat no depèn del correcte funcionament de l'interruptor diferencial. D'altra banda, una millor protecció

contra el contacte directe requereix l'ús d'un bon aïllament (classe II o equivalent) per a les parts metàl·liques vives.

1.6.2. Proteccions per a corrent altern

A més de la desconexió-connexió automàtica (evitant el funcionament illa, sent una garantia de seguretat per als operaris de manteniment de la companyia elèctrica distribuïdora), s'integren funcions de protecció de tensió màxima i mínima, freqüències màximes i mínimes, tenint en compte el dispositiu inversor seleccionat, tal com s'il·lustra i explica en l'apartat corresponent de mesures de protecció de memòria d'aquest treball.

Per tant, en aquest cas, a part de posar les proteccions de l'interruptor general, també s'inclourà en el quadre de CA, un magnetotèrmic i un interruptor diferencial.

Aquest interruptor magnetotèrmic s'instal·larà a la eixida de cada inversor, així el circuit de CA de la instal·lació fotovoltaica estarà protegit contra sobreintensitats que el puguin danyar. Aquests seran de corba tipus C o B, els utilitzats quan no existeixen corrents d'arrancada de consums elevats.

Les característiques de funcionament del dispositiu seleccionat per a la correcta protecció dels circuits, han de respectar les condicions de la Expressió 23 i de la Expressió 24 (UNE 20-460-4-43).

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

Expressió 23. Primera condició que ha de complir el dispositiu seleccionat de protecció.

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$$

Expressió 24. Segona condició que ha de complir el dispositiu seleccionat de protecció.

On cadascun dels termes que hi ha en les expressions anteriors corresponen a:

- I_B : Corrent d'utilització o de disseny del circuit.
- I_Z : Corrent admissible del conductor en règim permanent.
- I_n : Corrent nominal assignada regulada del dispositiu de protecció (intensitat d'ajust del relé tèrmic o disparador, calibre).
- I_2 : Corrent convencional que assegura el funcionament efectiu del dispositiu de protecció (dispar o fusió).

La condició de la Expressió 24 sempre es complirà si es compleix la condició de la Expressió 23, si es tracta d'un dispositiu magnetotèrmic fabricat d'acord amb la norma EN 60898.

A continuació, van a realitzar-se els càlculs, en cada un dels trams de la part del circuit de CA, per elegir les proteccions que complisquen amb les dos condicions anteriors. S'ha de tindre en compte que si la primer condició es compleix, la segona també ho farà, per això sols es comprovarà aquesta primera.

Tram 1 - Inversor 1, 2, 3, 4, 5 i 8 fins al quadre de CA

Per aquestes línies circularà un corrent de $I_L = 200 \text{ A}$, amb un cablejat de $S = 95 \text{ mm}^2$, i admeten una corrent màxima de $I'_z = I_z = 216 \text{ A}$. Per tant, aplicant la Expressió 23, un calibre adequat per protegir cada una d'aquestes línies pot ser: $I_N = 200 \text{ A}$.

$$200 \text{ A} \leq 200 \text{ A} \leq 216 \text{ A} \quad \checkmark$$

Tram 2 – Quadre de CA fins al QGBT

Per aquesta línia circularà un corrent de $I_L = 1.203 \text{ A}$, amb un cablejat de $S = 400 \text{ mm}^2$ per a les 3 fases i $S = 185 \text{ mm}^2$ per al neutre; aquesta línia admet un corrent màxim de $I'_z = 1.576,74 \text{ A}$. Per tant, aplicant la Expressió 23, un calibre adequat per a protegir aquesta línia pot ser: $I_N = 1.250 \text{ A}$.

$$1.203 \text{ A} \leq 1.250 \text{ A} \leq 1.576,74 \text{ A} \quad \checkmark$$

Pel que fa a la protecció contra curtcircuits, el poder de tall dels magnetotèrmics emprats ha de ser major al corrent de curtcircuit màxim que circularà. Donat que en aquest cas no es disposa de les dades del transformador MT/BT de la nau, s'utilitzarà la Expressió 25 simplificada, en la que s'aproxima la reactància total de curtcircuit del tram, per la resistència del conductor.

$$I_{CC,màx.} = \frac{0,8 \cdot U_{fase}}{R}$$

Expressió 25. Càlcul de la corrent de curtcircuit màxima que circula per la part de CA.

On cadascun dels termes que hi ha en les expressions anteriors corresponen a:

- U_{fase} : Tensió de fase. $U_{fase} = \sqrt{3} \cdot U_{línia} = \sqrt{3} \cdot 400 = 230 \text{ V}$
- R : Resistència del conductor. $R = \frac{\rho \cdot L}{S} = \frac{1/56 \cdot 20}{95} = 0,00376 \Omega$. Per a fer aquest càlcul s'ha utilitzat el tram més desfavorable.

Quedant així una corrent de curtcircuit màxima de:

$$I_{CC,m\grave{a}x.} = \frac{0,8 \cdot 230}{0,00376} = 48.936,17 \text{ A} = 48,94 \text{ kA}$$

Per tant, utilitzant magnetotèrmics d'un poder de tall de 50 kA > $I_{CC,m\grave{a}x.} = 48,94 \text{ kA}$, compleix.

Contra els contactes indirectes en la part d'alterna, el tall automàtic de la instal·lació es realitzarà mitjançant un dispositiu de corrent diferencial residual de sensibilitat 300 mA ajustable (aquests són utilitzats en instal·lacions industrials segon la REBT), associat a l'interruptor general automàtic en la eixida de AC de l'inversor, estant ambdós situats en el quadre elèctric de proteccions de AC. Aquest interruptor diferencial protegirà tant com a contactes directes i indirectes si està complementat amb una adequada posada a terra de les masses, sinó sols funcionaria front a contactes directes. Aquest diferencial serà de reconexió automàtica o bé d'alta immunitat, per a evitar possibles imprevistos.

A la eixida de cada inversor anirà un interruptor de 200 A, aquests seran magnetotèrmics DPX³ de Legrand, de 4 polos, corba classe C, i poder de tall de 50 kA (Referencia 420277).

La eixida dels sis inversors s'uniran en una protecció magnetotèrmica de major calibre, que serà un interruptor general automàtic de 1.250 A que funcionarà en conjunt amb un relé diferencial de sensibilitat 300 mA ajustable i toroidal associat.

El IGA serà el model DPX³ 1.600 MT 4P 1.250kA 50kA de caixa modelada, de la marca Legrand. Aquest tindrà un tèrmic ajustable de 0,8 a 1 In, i un magnètic ajustable entre 5 i 10 In.

El relé diferencial serà electrònic 3P 1.600 A/1.250 A amb un poder de tall de 50 kA de la sèrie NM8N-EN, preparat per a connectar a la bobina del transformador toroidal extern de la sèrie TRP de la firma CIRCUTOR. De tipus A superinmunitzat, amb filtrar de corrents d'alta freqüència i altra immunitat, amb mesura en verdader dels valors eficaços (TRMS), per a un precís monitoratge de corrents de fuga, baix norma IEC 62020. El poder visualitzar el valor de fuga instantània en el display, conjuntament amb les indicacions de la prealarma, permet tindre informació de l'estat de les línies que es protegeixen, i realitzar un bon manteniment preventiu. El toroidal serà una bobina tancada, de la sèrie TRP140 1250/5A 5P10 de diàmetre 140 mm.

El diferencial amb protecció magnetotèrmica actuarà abans que el interruptor general, excepte curtcircuits de certa importància provinents de la xarxa des del punt de

connexió. En la Taula 32 es mostra un resum de totes les proteccions a disposar en el quadre de CA.

Taula 32. Resum de les proteccions del quadre de CA situat en l'edifici dels inversors. Font: Creació pròpia.

| Proteccions en el quadre de CA | | | |
|--|---------|--|----------------------------|
| Element | Unitats | Ubicació | Característiques tècniques |
| Interruptor magnetotèrmic de calibre 200 A, Legrand DPX ³ 200 A, 4P, 50 kA | 6 | Quadre de CA, situat en l'edifici dels inversors | In = 200 A, PdT = 50kA |
| Interruptor General Automàtic DPX ³ 1.600 MT, 4P, 1.250 A, 5 kA de Legrand, de caixa modelada (IGA + relé + toroidal) | 1 | | In = 1.250 A, PdT = 50 kA |

Les fitxes tècniques de les proteccions seleccionades es poden veure en l'Annex V.

1.7. Càlcul de la posada a terra

Com la instal·lació de generació fotovoltaica es tracta d'una instal·lació d'autoconsum, aquesta instal·lació estarà connectada a la xarxa interior del client, per tant aquesta estarà connectada a la xarxa pública de distribució.

Per això, les masses de la instal·lació aniran connectades a la connexió a terra de la instal·lació del client, que és independent al neutre de la xarxa de distribució. Quedant això una connexió a terra adequada segons s'ha descrit en l'apartat corresponent en la memòria del present projecte.

1.8. Disseny del cablejat de protecció

Els conductors de protecció serveixen per a unir elèctricament les masses d'una instal·lació a certs elements, amb el fi d'assegurar la protecció contra contactes indirectes. En el circuit de connexió a terra, els conductors de protecció uniran les masses al conductor de terra.

La secció dels conductors de protecció serà la indicada en la Taula 33, segons la ITC-BT-18.

Taula 33. Relació entre les seccions dels conductors de protecció i els de la fase. Font:
Taula 2 de la ITC-BT-18.

| Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²) | Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm ²) |
|--|---|
| $S \leq 16$ | $S_p = S$ |
| $16 < S \leq 35$ | $S_p = 16$ |
| $S > 35$ | $S_p = S/2$ |

1.8.1. Conductor de protecció de corrent continua

Les seccions dels conductors de fase de la part de continua són de 10 mm² (des dels panells que estan en el pàrquing fotovoltaic fins l'inversor) i de 25 mm² (des dels altres panells de la instal·lació fins l'inversor corresponent), per tant, observant la Taula 33, els conductors de protecció de corrent continu seran conductors de coure de $S = 10$ mm² i $S = 16$ mm², respectivament.

1.8.2. Conductor de protecció de corrent altern

Les seccions dels conductors fase de la part d'alterna són de 95 mm² (en el tram que va des dels inversors fins el quadre de CA) i 400 mm² (en el tram que va des del quadre de CA fins el QGBT de la nau), per tant, observant la Taula 33, els conductors de protecció de corrent altern seran conductors de coure de $S = 50$ mm² i $S = 240$ mm², respectivament.

ANNEX II - ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT

2.1. Objecte de l'Estudi de Seguretat i Salut

El present Estudi de Seguretat i Salut està redactat per a donar compliment al Reial Decret 1627/1997, de 24 d'octubre, pel qual s'estableixen disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció, en el marc de la Llei 31/1995 de 8 de novembre, de Prevenció de Riscos Laborals.

D'acord amb l'article 3 del RD 1627/1997, si en l'obra intervé més d'una empresa, o una empresa i treballadors autònoms, o més d'un treballador autònom, el Promotor haurà de designar un Coordinador en matèria de Seguretat i Salut durant l'execució de l'obra. Aquesta designació haurà de ser objecte d'un contracte exprés.

El seu objecte és establir les directrius i formes de treball adequades, per a prevenir els riscos d'accidents laborals i malalties professionals. Així mateix s'estudien els serveis sanitaris comuns per als treballadors durant l'execució de les obres. Tot això, a fi de que serveixi d'anàlisi, estudi i posterior desenvolupament de les seves previsions en el Pla de Seguretat i Salut corresponent, que realitzarà el contractista. En aquest Pla, s'inclouran, en el seu cas, les propostes de mesures alternatives de prevenció que el contractista proposi amb la corresponent justificació tècnica. El Pla de Seguretat i Salut haurà de ser aprovat, abans de l'inici de l'obra, pel coordinador en matèria de seguretat i salut durant l'execució material de l'obra.

2.2. Justificació de l'Estudi de Seguretat i Salut

L'Article 4 del Reial decret 1627/1997 sobre l'Obligatorietat de l'estudi de Seguretat i Salut o de l'estudi bàsic de seguretat i salut en les obres, disposa que el promotor estarà obligat al fet que en la fase de redacció del projecte s'elabore un estudi de seguretat i salut en els projectes en què es donin algun dels supòsits següents:

- Que el pressupost d'execució per contracta inclòs en el projecte sigui igual o superior a 450.759,08€.
- Que la durada estimada sigui superior a 30 dies laborables, emprant-se en algun moment mes de 20 treballadors simultàniament
- Que el volum de mà d'obra estimada, entenent per tal la suma dels dies de treball total dels treballadors en obra, sigui superior a 500.

- Les obres de túnels, galeries, conduccions subterrànies i preses.
- En els projectes d'obres no inclosos en cap dels supòsits previstos en l'apartat anterior, el promotor estarà obligat al fet que en la fase de redacció del projecte s'elabore un estudi bàsic de seguretat i salut.

2.3. Dades de la instal·lació

El present Estudi de Seguretat i Salut es refereix al projecte que té les dades generals que s'indiquen en la Taula 34.

Taula 34. Dades generals del projecte. Font: Creació pròpia.

| | |
|-------------------------|---|
| Nom del projecte | Projecte d'una instal·lació solar fotovoltaica d'autoconsum de 600 kW a Vilanova de la Barca. |
| Autora | Maria Parra Mena |
| Promotora | |

S'identificaran tots els possibles riscos, eliminables o no, establint les mesures preventives que siga possible aplicar. Aquests riscos es classificaran per "factors de risc" associats a les diferents operacions que es realitzen a l'obra.

2.4. Dades d'interès per a la prevenció de riscos laborals durant les obres

Unitats que componen l'obra:

- Moviment de terres.
- Canalització elèctrica.
- Estructura metàl·lica.
- Col·locació de mòduls fotovoltaics.

Relació de maquinària a utilitzar a l'obra:

- Retroexcavadora.
- Carretó transpalet.
- Moto-bolquet.
- Camió grua.
- Compressor.
- Elèctriques i hidràuliques portàtils.
- De combustió portàtils.
- De tall i soldadura de metalls.

- Eines de mà.

2.5. Termini d'execució i nombre màxim de treballadors

El termini d'execució de les obres per a la instal·lació fotovoltaica és de 3 mesos (mirar apartat 9 del Document Memòria).

El nombre màxim de treballadors serà de 10 persones.

2.6. Instal·lacions provisionals per als operaris

En funció del nombre màxim de treballadors estimat que es puguin trobar simultàniament en aquesta obra i d'acord amb l'Ordenança General de Seguretat i Higiene en el Treball, es preveu els següents serveis d'higiene:

1. Vestuaris:

- Disposaran d'una superfície mínima de 2 m²/operari; i una altura de 2,3 m.
- Total superfície 20 m².
- Disposaran de seients, armaris o taquilles individuals, amb clau per a guardar la roba i el calçat.
- El terra, paret i sostre, seran continus, llisos i impermeables, arrebossats en tons clars i amb materials que permetin la rentada amb líquids desinfectants o anti-sèptics amb la freqüència necessària.
- Queda prohibit utilitzar aquesta cabina per a ús diferent d'aquell per al qual està destinat.

2. Lavabos:

- Disposaran d'un lavabo d'aigua corrent, proveït de sabó, per cada 10 operaris o fracció, i un mirall de dimensions 40 x 50 cm, per cada 25 operaris o fracció.
- Total lavabos 1 u.
- Total miralls (40 x 50 cm) 1 u.
- Disposaran d'1 vàter per cada 25 operaris o fracció.
- Total inodors 1 u.
- Estaran dotats de tovalloles individuals o tovalloles de paper, existint en aquest últim cas, recipients adequats per a dipositar els usats.
- Tovalloles individuals

- El terra, paret i sostre, seran continus, llisos i impermeables, arrebossats en tons clars i amb materials que permetin la rentada amb líquids desinfectants o antisèptics amb la freqüència necessària.

3. Protecció contra incendis:

S'hauran de tenir en compte les següents normes en prevenció d'incendis o una vegada declarats aquests:

Ús de l'aigua:

- En els incendis provocats per líquids, greixos o pintures inflamables o pólvores orgàniques, només haurà d'emprar-se aigua molt polvoritzada.
- No s'utilitzarà aigua per a extingir focs en substàncies que el contacte amb l'aigua produeixin explosions, gasos inflamables o nocius.
- En incendis que afectin instal·lacions elèctriques amb tensió, es prohibirà l'ús d'extintors d'escuma química, soda àcida o aigua.

Extintors portàtils:

- En proximitat als llocs de treball amb major risc d'incendi, col·locats en llocs visibles i accessibles fàcilment, es disposaran extintors portàtils, segons convinga a la causa determinant del foc a extingir.
- Quan s'emprin diferents tipus d'extintors seran retolats amb cartells indicadors del lloc i classe d'incendi en què han d'emprar-se.
- Els extintors seran revisats periòdicament i carregats segons les normes de les cases constructores immediatament després d'usar-los.

Prohibicions personals:

- En les dependències amb alt risc d'incendi, queda terminantment prohibit fumar o introduir encenedors. Aquesta prohibició s'indicarà amb cartells visibles a l'entrada i en els espais lliures de les parets de tals dependències.
- Es prohibeix igualment al personal introduir o ocupar útils de treball, no autoritzats per l'empresa, que puguin ocasionar espurnes per contacte o proximitat a substàncies inflamables.
- És obligatori l'ús de guants, manyoples, devantal o vestits ignífugs, i de calçat especial contra incendis que l'empresa facilitarà als treballadors per a ús individual.

4. Farmaciola de primers auxilis:

És obligatori en tots els centres de treball. L'equipament mínim aconsellable de l'armari farmaciola:

- Desinfectants i antisèptics autoritzats.
- Gases estèrils. Cotó hidròfil.
- Benes.
- Esparadrap. Apòsits adhesius.
- Tisores, pinces.
- Guants d'un sol ús.

2.7. Normes o mesures preventives tipus

A continuació, es realitza una descripció de normes o mesures preventives, disposades segons una classificació tipus de cada una:

A) Sistema de protecció contra contactes indirectes

Per a la prevenció de possibles contactes elèctrics indirectes, el sistema de protecció triat és el de posada a terra de les masses i dispositius de tall per intensitat de defecte (interruptors diferencials).

B) Normes de prevenció tipus per als cables

El calibre o secció del cablejat serà l'especificat en plans i d'acord amb la càrrega elèctrica que ha de suportar en funció de la maquinària i il·luminació prevista.

- Tots els conductors utilitzats seran aïllats de tensió nominal de 1000 volts com a mínim i sense defectes apreciables (estrips, repelons i assimilables). No s'admetran trams defectuosos en aquest sentit.
- La distribució des del quadre general d'obra als quadres secundaris, s'efectuarà mitjançant canalitzacions enterrades.
- En cas d'efectuar-se estesa de cables i mànegues, aquest es realitzarà a una altura mínima de 2 m en els llocs per als vianants i de 5 m en els de vehicles, mesurats sobre el nivell del paviment.
- L'estesa dels cables per a creuar vials d'obra, com ja s'ha indicat anteriorment, s'efectuarà sota terra. Es senyalitzarà el "pas del cable" mitjançant un cobriment permanent de taulons que tindran per objecte el protegir mitjançant repartiment de càrregues, i assenyalar l'existència del "pas elèctric" als vehicles. La profunditat de la rasa mínima, serà entre 40 i 50 cm; el cable anirà a més protegit a l'interior d'un tub rígid, de fibrociment o de plàstic rígid corbat en calent.
- En cas d'haver d'efectuar entroncaments entre mànegues es tindrà en compte:
 - Sempre estaran elevats. Es prohibeix mantenir-los al terra.

- Els entroncaments provisionals entre mànegues, s'executaran mitjançant connexions normalitzades estanques d'anti humitat.
- Els entroncaments definitius s'executaran utilitzant caixes d'entroncaments normalitzats estanques de seguretat.
- La interconnexió dels quadres secundaris en planta baixa s'efectuarà mitjançant canalitzacions enterrades o bé mitjançant mànegues i en aquest cas seran penjades a una altura sobre el paviment entorn dels 2 m, per a evitar accidents per agressió a les mànegues per ús arran de terra.
- El traçat de les mànegues de subministrament elèctric no coincidirà amb el de subministrament provisional d'aigua de les plantes.

C) Normes de prevenció tipus per als interruptors

- S'ajustaran expressament, als especificats en el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió.
- Els interruptors s'instal·laran a l'interior de caixes normalitzades, proveïdes de porta d'entrada amb pany de seguretat.
- Les caixes d'interruptors posseiran adherida sobre la seva porta un senyal normalitzat de "perill, electricitat".
- Les caixes d'interruptors seran penjades, bé dels paraments verticals, o bé de "peus drets" estables.

D) Normes de prevenció tipus per als quadres elèctrics

- Seran metàl·lics de tipus per a la intempèrie, estancs a l'aigua, contra impactes, amb porta i serralleria de seguretat (amb clau), quedant tancat i la clau la tindrà l'encarregat de l'obra i solament es lliurarà a personal qualificat, segons norma UNE 20324.
- Malgrat ser de tipus per a la intempèrie, es protegiran de l'aigua de pluja mitjançant viseres com a protecció addicional.
- Els quadres elèctrics metàl·lics tindran la carcassa connectada a terra.
- Posseiran adherida sobre la porta una senyal normalitzada de "perill, electricitat".
- Es penjaran pendents de taulers de fusta rebuts als paràmetres verticals o bé, a "peus drets" fermes.
- Posseiran preses de corrent per a connexions normalitzades blindades per a intempèrie, en número determinat segons el càlcul realitzat. (Grau de protecció recomanable IP-447).
- Els quadres elèctrics d'aquesta obra, estaran dotats d'enclavament elèctric d'obertura.

E) Normes de prevenció tipus per a les preses d'energia

- Les preses de corrent aniran proveïdes d'interruptors de tall omnipolar que permeti deixar-les sense tensió quan no hagin de ser utilitzades.
- Les preses de corrent dels quadres s'efectuaran dels quadres de distribució mitjançant clavilles normalitzades blindades (protegides contra contactes directes) i sempre que sigui possible, amb enclavament.
- Cada presa de corrent subministrarà energia elèctrica a un sol aparell, màquina o màquina-eina.
- La tensió sempre estarà en la clavilla "femella", mai en la "mascle", per a evitar els contactes elèctrics directes.
- La presa de corrent no seran accessibles sense l'ús d'utils especials o estaran incloses sota coberta o armaris que proporcionin un grau similar d'inaccessibilitat fins i tot els laterals d'aquest, i només es manipulés per personal autoritzat o especialitzat.

F) Normes de prevenció tipus per a la protecció dels circuits

- La instal·lació posseirà tots els interruptors automàtics definits en els plànols com a necessaris. El seu càlcul s'ha efectuat sempre minorant amb la finalitat que actuen dins del marge de seguretat; és a dir, abans que el conductor al qual protegeixen, arribi a càrrega màxima admissible.
- Els interruptors automàtics es trobaran instal·lats en totes les línies de pressa de corrent dels quadres de distribució, així com en les d'alimentació a les màquines, aparells i màquines-eina de funcionament elèctric, tal com queda reflectit en l'esquema unifilar.
- Els circuits generals estaran igualment protegits amb interruptors automàtics o magnetotèrmics.
- Tots els circuits elèctrics es protegiran així mateix mitjançant disjuntors diferencials.

G) Normes de prevenció tipus per a les preses de terra

- La xarxa general de terra haurà d'ajustar-se a les especificacions detallades en la Instrucció MIBT.039 del vigent Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió, així com tots aquells aspectes especificats en la Instrucció MI.BT.023 mitjançant els quals pugui millorar-se la instal·lació.
- En cas d'haver de disposar d'un transformador en l'obra, serà dotat d'una presa de terra ajustada als Reglaments vigents i a les normes pròpies de la companyia elèctrica subministradora en la zona.

- Les parts metàl·liques de tots els equips elèctrics disposaran de presa de terra.
- El neutre de la instal·lació estarà posat a terra.
- La presa de terra en una primera fase s'efectuarà a través d'una pica o placa a situar al costat del quadre general des del qual es distribuirà a la totalitat dels receptors d'instal·lació.
- El fil de presa de terra, sempre estarà protegit amb macarró en colors groc i verd. Es prohibeix expressament utilitzar-ho per a altres usos. Únicament podrà utilitzar-se conductor o cable de coure nu de 95 mm² de secció com a mínim en els trams enterrats horitzontalment i que seran considerats com a elèctrode artificial de la instal·lació.
- La xarxa general de terra serà única per a la totalitat de la instal·lació inclosa les unions a terra dels carrils per a estada o desplaçament de les grues.
- En cas que les grues poguessin aproximar-se a una línia elèctrica de mitjana o alta tensió mancada d'apantallament aïllant adequat, la presa de terra de la grua, haurà de ser elèctricament independent de la xarxa general de terra d'instal·lació elèctrica provisional d'obra.
- Els receptors elèctrics dotats de sistema de protecció per doble aïllament i els alimentats mitjançant transformador de separació de circuits, mancaran de conductor de protecció, a fi d'evitar la seva referenciació a terra. La resta de carcasses de motors o màquines es connectaran degudament a la xarxa general de terra.
- Les preses de terra estaran situades en el terreny de tal forma, que el seu funcionament i eficàcia sigui el requerit per la instal·lació.
- La conductivitat del terreny s'augmentarà abocant en el lloc de clavat de la pica (placa o conductor) aigua de manera periòdica.
- El punt de connexió de la pica (placa o conductor), estarà protegit a l'interior d'una arqueta practicable.

2.8. Protecció col·lectiva a emprar en l'obra

- Pòrtics protectors de línies elèctriques.
- Senyalització d'obra per al trànsit.
- Senyalització general d'obra, interna i d'avertiment i prohibició d'accés a tercers.
- Cordons d'abalisament.
- Cons d'abalisament.
- Barrera tipus New Jersey per a contenció de trànsit.

- Tanques de protecció enfront de vianants.
- Tanques de protecció de caigudes a fons de rasa.
- Tanques de tancament d'obra.
- Balises lluminoses.
- Jalons de senyalització.
- Malla electrosoldada resistent per a protecció de buits i rases.
- Malla plastificada per a tancament i senyalització.

2.9. Protecció individual a emprar en l'obra

- Cascos: per a totes les persones que participen en l'obra, inclosos visitants.
- Pantalles de seguretat per a soldadors.
- Ulleres de seguretat de diversos tipus.
- Màscares de respiració anti-pols.
- Filtres per a màscares de seguretat.
- Protectors auditius homologats.
- Cinturons de seguretat homologats.
- Granotes de treball.
- Guants de protecció de diversos tipus (d'ús general, per a soldadors, dielèctrics, etc.).
- Impermeables.
- Davantals de seguretat per a soldador.
- Maniguets de seguretat per a soldador.
- Polaines de seguretat per a soldador.
- Botes de seguretat de diferents tipus (d'aigua, de cuir...)
- Protectors contra cops a les mans.
- Armilles reflectores.

2.10. Riscos de danys a tercers

Seràn causats, bàsicament, per la interferència de les obres amb els usuaris de la zona objecte de les obres. Fonamentalment per circulació de vehicles, ja que en el present projecte se superposaran en espais els usos destinats a vehicles d'obra.

Prevenció:

- La prevenció de danys a tercers es realitzarà cuidant al màxim la senyalització de l'obra. Es senyalitzarà, d'acord amb la normativa vigent, prenent-se les adequades mesures de seguretat que cada cas requerisca.
- El tancament de les rases (que haurà de ser total, igual que per a qualsevol altre tall) haurà d'anar evolucionant al mateix temps que avança l'excavació, cuidant-se especialment per part del contractista el manteniment, actualització i reubicació dels elements integrants de l'esmentat clos.
- Es senyalitzaran els accessos naturals a l'obra, prohibint-se el pas de tota persona aliena a aquesta, col·locant-se en el seu cas els tancaments necessaris.
- S'assenyalarà l'existència de rases obertes per a impedir l'accés a elles a totes les persones alienes i es barrarà tota la zona perillosa havent-se d'establir la vigilància necessària, especialment a la nit, per a evitar danys.
- Es protegiran amb tanques reflectores de tipus normalitzat, tot obstacle tant si es tracta de personal treballant, com de materials, enderrocs, maquinària, mitjans de transport, rases, pous, etc.
- Es tancaran totalment amb les tanques subjectes les unes a les altres els recintes amb pous o rases de més de 0,50 m. de profunditat, les quals hauran de cobrir-se quan no es treballa directament en ells.
- Es senyalitzarà totalment, de nit, qualsevol obstacle o rasa amb llums vermelles suficients.
- El contractista a petició de la Direcció Facultativa haurà de disposar de tots aquells elements de protecció o modificacions del Pla de Seguretat que puguin sorgir al llarg del servei.
- Es disposarà del suficient nombre de senyals de circulació i protecció per a evitar qualsevol accident dels vehicles, personal de les obres o treballs, o aliens a ells, i que les circumstàncies exigeixin o la Direcció Facultativa dispose.
- Es senyalitzaran els accessos naturals a l'obra, controlant el pas de tota persona aliena a aquesta, col·locant-se en el seu cas els senyals necessaris.
- Tota excavació o buit quedarà barrat en finalitzar la jornada.

2.11. Senyalització

Es decideix l'ús d'una senyalització normalitzada, que recorde en tot moment els riscos existents a tots els que treballen en l'obra o els que s'acosten de manera aliena a ella.

- Advertència de càrregues suspeses.

- Advertència de perill indeterminat.
- Advertència de risc elèctric.
- Advertència de incendis; materials inflamables.
- Banda d'advertència de perill.
- Protecció obligatòria per al cap, segons UNE-EN 397.
- Protecció obligatòria per a les mans, segons UNE-EN 388.
- Protecció obligatòria per a les orelles, segons UNE-EN 352.
- Protecció obligatòria per als peus.
- Protecció obligatòria per a la vista.
- Equips primers auxilis.

2.12. Mesures d'assistència en cas d'accident laboral

En el Pla de Seguretat que es presente a l'aprovació de la Direcció facultativa de l'obra, ha d'incloure's específicament un pla d'emergència, compost per un foli on s'especifiquen les actuacions que s'han de realitzar en cas d'un accident o incendi. Concretament, s'especificarà, com a mínim:

- Nom i número de telèfon de la entitat que cobreix les contingències d'accidents i infermetats professionals.
- Nom, telèfon i direcció on deuen anar normalment els accidentats.
- Nom, telèfon i direcció de centres assistencials pròxims.
- Telèfon de parada de taxis pròxims.
- Telèfon de cossos de bombers pròxims.
- Telèfon d'ambulàncies pròximes.

Quan ocorregui algun accident que requereixi assistència facultativa, encara que siga lleu, i l'assistència mèdica es reduïska a una primera cura, el cap d'obra de la contracta principal realitzarà una investigació del mateix i a més dels tràmits oficialment establits, passarà un informe a la Direcció facultativa de l'obra, en el qual s'especificarà:

- Nom de l'accidentat.
- Hora, dia i lloc del accident.
- Descripció del mateix.
- Causes del accident.
- Mesures preventives per a evitar la seua repetició.
- Dades toques de realització de les mesures preventives.

Aquest informe es passarà a la Direcció facultativa, a tot tardar, dins del següent dia de l'accident. La Direcció facultativa de l'obra podrà aprovar l'informe o exigir l'adopció de mesures complementàries no indicades en l'informe.

Per a qualsevol modificació del Pla de Seguretat i Salut que calguera realitzar, caldrà recaptar prèviament l'aprovació de la Direcció facultativa.

El responsable en obra de la contracta haurà de donar una relació nominal dels operaris que han de treballar en les obres, a fi de que el servei de porteria i/o vigilàncies estenga els oportuns permisos d'entrada, que seran recollits en finalitzar l'obra; per a mantindre actualitzades les llistes del personal de la contracta, les altes i baixes han de comunicar-se immediatament produir-se.

La contracta enviarà a la direcció facultativa mensualment fotocòpia dels abonaments de la Seguretat Social i abans de començar el treball, haurà de presentar:

- Relació senzilla de treballadors, comandaments intermedis, caps d'equip i empleats del contractista, que incloguen: nom i dos cognoms, ofici, categoria, domicili dels interessats, número de la Seguretat Social i número del DNI.
- Alta individual en la Seguretat Social, document A2, per a qui encara no figure en l'últim TC2 cotitzat i abonat.
- Relació nominal i mensual de cotització en segurs socials, document TC2 últim abono, en la que figuren els noms dels treballadors que hagen de donar servicis actius.

El Cap d'obra subministrarà les normes específiques de treball a cada operari dels diferents gremis, assegurant-se de la seua comprensió i enteniment.

2.13. Formació i informació en seguretat i salut

L'empresari haurà de garantir que els treballadors reben una formació i informació adequades als riscos derivats dels equips de treball. La informació, subministrada preferentment per escrit, haurà de contindre, com a mínim, les indicacions relatives a:

- Les condicions i forma correcta d'utilització dels equips de treball, tenint en compte les instruccions del fabricant, així com les situacions o formes d'utilització anormals i perilloses que puguen preveure's.
- Les conclusions que, en el seu cas, es puguen obtindre de l'experiència adquirida en la utilització dels equips de treball.

2.14. Treballs posteriors a l'obra

Els treballs a realitzar a posteriori consten principalment del manteniment periòdic (neteja, reglatge o reparació) dels panells fotovoltaics, el seu cablejat o l'estructura suport.

2.15. Altres consideracions

- Es prohibeix en aquesta obra transportar pesos a mà (o a muscle) igual o majors a 25 kg.
- Es prohibeix la connexió dels cables als quadres de subministrament elèctric d'obra sense la utilització de les clavilles adequades per a això, mascle-femella.
- Les eines a utilitzar pels electricistes instal·ladors estran protegides amb material aïllant normalitzar contra els contactes elèctrics.
- Es prohibeix deixar les eines elèctriques de tall o trepant abandonades en el sòl, o en marxa, encara que siga amb moviment residual.

2.16. Procediment de comunicació de noves actuacions

Si van a prendre's noves mesures no incloses en el pla de seguretat, el Contractista està obligat a avisar al Coordinador de Seguretat i Salut amb suficient anticipació i fent-li arribar un annex al Estudi Bàsic de Seguretat i Salut per a la seua posterior aprovació. Els treball relatiu a aquest annex a l'Estudi Bàsic de Seguretat i Salut no es podran iniciar fins que no es dispose d'aquesta acata d'aprovació.

2.17. Sancions

La instal·lació pot imposar sancions a les empreses que incomplisquen repetidament les normes de seguretat. Mesures disciplinàries que poden ser preses unilateralment pel Titular (compatibles i independents de qualsevol altra mesura que puga ser aplicada a la Companyia conforme a la llei aplicable):

- Prohibició d'accés a l'obra.
- Retencions econòmiques via facturació.
- Resolució del contracte.

2.18. Conclusió

D'acord amb aquest estudi l'empresa adjudicatària de les obres redactarà, abans del començament d'aquestes, un Pla d'Higiene i Seguretat en el Treball en el qual s'analitzen, estudien, desenvolupen i complementen, en funció del seu propi sistema d'execució de l'obra, les previsions contingudes en aquest estudi.

ANNEX III - PROCÉS DE TRAMITACIÓ I LEGALITZACIÓ

3.1. Introducció

Les instal·lacions fotovoltaïques d'autoconsum requereixen una sèrie de tràmits amb les administracions i amb l'empresa distribuïdora d'energia elèctrica per a la seua legalització.

3.2. Objecte

L'objecte del present Annex és descriure els diferents passos a seguir per tal de legalitzar la instal·lació fotovoltaïca d'autoconsum d'estudi a Vilanova de la Barca, amb els diferents organismes, tant per a la part d'obres com per la posada en funcionament de la instal·lació.

3.3. Procediment administratiu per a legalitzar la instal·lació

El Reial decret 244/2019 és la normativa que regula les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica. No obstant això, a l'hora de legalitzar una Instal·lació fotovoltaïca, cal tenir en compte més factors.

D'una banda, la normativa tant en l'àmbit de la Comunitat Autònoma com en el local. Per una altra, la potència de la instal·lació i la modalitat a la qual s'acull. En aquest cas, el tipus de modalitat és d'autoconsum sense excedents: es tracta d'una instal·lació que, malgrat estar connectades a la xarxa, disposa d'un sistema anti abocament per a no injectar excedents a la mateixa (d'acord amb la ITC-BT-40).

En l'actualitat i gràcies al nou decret, la tramitació de les instal·lacions és més senzill que abans. S'ha eliminat part de la paperassa i s'han agilitzat els terminis amb comercialitzadores, distribuïdores i administració, els passos a seguir són els següents:

1. **Projecte tècnic.** Documentació necessària en el disseny de la instal·lació, que depèn de la potència prevista de la mateixa i del tipus de connexió a xarxa. Com en la instal·lació d'estudi la potència és superior a 10 kW, es parla d'un projecte tècnic i no d'una memòria tècnica (per a potències no superiors a 10 kW).
2. **Butlletí elèctric o CIE.** Es tracta d'un document oficial que certifica que la instal·lació elèctrica compleix amb tots els requisits estipulats en el Reglament

Electrotècnic de Baixa Tensió. És fonamental a l'hora de legalitzar una instal·lació fotovoltaica, ja que és requerit en tot cas.

3. **Permisos d'accés i connexió.** Els permisos d'accés afecten als qui desitgen connectar les seves noves instal·lacions fotovoltaiques a la xarxa de transport o distribució, havent d'obtenir per a això prèviament uns permisos d'accés i connexió a la xarxa.

El 30 de desembre de 2020 es va publicar al RD 1183/2020 l'RD 1183/2020 d'accés i connexió a les xarxes de transport i distribució d'energia elèctrica, complementat més tard amb la Circular 1/2021 de la Comissió Nacional del Mercats i la Competència (CNMC).

Aquest decret estableix els criteris i el procediment per a sol·licitar i obtenir els permisos d'accés i connexió a un punt de la xarxa.

D'altra banda, si es sol·licita el punt d'accés i connexió, com a norma general s'haurà de dipositar una garantia econòmica. Es tracta d'una quantia que serveix de resguard i que equival a 40€ per cada quilowatt que instal·lat.

4. **Autoritzacions ambientals i d'utilitat pública.** Siga com siga la potència de la instal·lació, sempre s'haurà de consultar amb l'Administració Autònoma de torn.
5. **Autoritzacions administratives prèvies i de construcció.** Si la instal·lació és menor o fins a 100 kW, connectada directament en BT, es troba exempta d'aquest tràmit. Per a potències superiors, com és el cas d'estudi, s'ha de consultar amb l'
6. **Autoritzacions d'obres i impost de construccions i obres (ICIO).** En alguns casos és suficient amb una declaració responsable, mentre que en uns altres s'exigeix la llicència d'obra. A més, s'ha de liquidar la taxa de l'impost de construccions i obres (ICIO), regulat per la Llei Reguladora d'Hisendes Locals, existint bonificacions en aquest sentit de fins al 95%.

De la mateixa manera alguns Ajuntaments consideren bonificacions en l'IBI.

7. **Inspecció inicial i inspeccions periòdiques.** En general, si la instal·lació s'executa a l'empara del REBT, no és necessària una inspecció inicial, com és el cas d'estudi.
8. **Certificats d'instal·lació i/o fi d'obres.** Per al cas d'instal·lacions menors o iguals a 10 kW, només es precisa el Certificat d'Instal·lació (comunament anomenat Butlletí). Si es tracta d'una instal·lació de més de 10 kW es requereix també el Certificat de fi d'obra, en aquest cas d'estudi serà necessari.

Aquest certificat ha d'estar signat per un tècnic competent, tal com estableix la ITC-BT-04 del REBT.

9. **Autorització d'exploració.** Per a potències fins a o iguals a 100 kW no necessiten tràmit específic. Per a potències majors s'ha de consultar amb la Comunitat Autònoma.
És a dir, excepte instal·lacions industrials d'un cert calat, l'autorització d'exploració no és necessària per a legalitzar una instal·lació fotovoltaica.
10. **Contracte d'accés.** Si es tracta d'una instal·lació d'autoconsum sense excedents, la instal·lació està exempta d'aquest tràmit per a qualsevol potència.
11. **Contracte de subministrament d'energia per a serveis auxiliars.** Igual que en el cas anterior, les instal·lacions d'autoconsum sense excedents estan exemptes d'aquest tràmit.
12. **Inscripció en el Registre Autòmic d'Autoconsum.** Es tracta d'un tràmit d'ofici en les Comunitats Autòniques en la qual existeix. Per al cas de potències fins a 100 kW estan exemptes, en cas d'una potència superior sempre ha de realitzar-se. En aquesta instal·lació d'estudi s'haurà de realitzar.
13. **Llicència d'activitat.** Només aplica en el cas en el qual la instal·lació tinga excedents, i a més no estiga acollida a compensació, ja que en aquest cas realitza una activitat econòmica en vendre l'energia sobrant en el mercat. En aquesta instal·lació d'estudi tampoc s'haurà de realitzar.
14. **Inscripció en el Registre Administratiu d'Autoconsum d'energia elèctrica.** Aquest tràmit el realitza la Comunitat Autònoma, que envia la informació al Ministeri de manera telemàtica. És a dir, és un procediment entre administradors, l'autoconsumidor no ha de preocupar-se sobre aquest tema.
15. **Inscripció en el Registre Administratiu d'Instal·lacions Productores d'Energia Elèctrica (RAIPRE).** Per a instal·lacions sense excedents no aplica.
16. **Contracte de representació en el mercat.** Per a instal·lacions sense excedent o amb excedent acollits a compensació no aplica.

ANNEX IV – ESTUDI DE GESTIÓ DE RESIDUS

4.1. Agents intervinents

4.1.1. Productor de residus (promotor)

S'identifica amb el titular del bé immoble en qui resideix la decisió última de construir o demolir. Segons l'article 2 "Definicions" del Reial decret 105/2008, es poden presentar tres casos:

1. La persona física o jurídica titular de la llicència urbanística en una obra de construcció o demolició; en aquelles obres que no precisin de llicència urbanística, tindrà la consideració de productor del residu la persona física o jurídica titular del bé immoble objecte d'una obra de construcció o demolició.
2. La persona física o jurídica que efectui operacions de tractament, de mescla o d'un altre tipus, que ocasionin un canvi de naturalesa o de composició dels residus.
3. L'importador o adquirent en qualsevol Estat membre de la Unió Europea de residus de construcció i demolició.

En el present estudi, s'identifica com el productor dels residus: el promotor (no mostrat per privacitat).

4.1.2. Posseïdor de residus (contractista)

El posseïdor de residus de la instal·lació fotovoltaica és: Maria Parra Mena.

4.1.3. Gestor de residus

És la persona física o jurídica, o entitat pública o privada, que realitzi qualsevol de les operacions que componen la recollida, l'emmagatzematge, el transport, la valorització i l'eliminació dels residus, inclosa la vigilància d'aquestes operacions i la dels abocadors, així com la seva restauració o gestió ambiental dels residus, amb independència d'ostentar la condició de productor d'aquests. Aquest serà designat pel Productor dels residus (Promotor) amb anterioritat al començament de les obres.

4.2. Agents intervinents

4.2.1. Gestor de residus

Ha d'incloure en el projecte d'execució de l'obra un estudi de gestió de residus de construcció i demolició, que contindrà com a mínim:

4. Una estimació de la quantitat, dels residus de construcció i demolició que es generaran en l'obra, codificats conformement a la llista europea de residus publicada per Ordre MAM/304/2002, de 8 de febrer, per la qual es publiquen les operacions de valorització i eliminació de residus i la llista europea de residus, o norma que la substitueixi.
5. Les mesures per a la prevenció de residus en l'obra objecte del projecte.
6. Les operacions de reutilització, valorització o eliminació a què es destinaran els residus que es generaran en l'obra.
7. Les mesures per a la separació dels residus en obra, en particular, per al compliment per part del posseïdor dels residus, de l'obligació establerta en l'apartat 5 de l'article 5.
8. Els plans de les instal·lacions previstes per a l'emmagatzematge, maneig, separació i, en el seu cas, altres operacions de gestió dels residus de construcció i demolició dins de l'obra. Posteriorment, aquests plans podran ser objecte d'adaptació a les característiques particulars de l'obra i els seus sistemes d'execució, previ acord de la direcció facultativa de l'obra.
9. Les prescripcions del plec de prescripcions tècniques particulars del projecte, en relació amb l'emmagatzematge, maneig, separació i, en el seu cas, altres operacions de gestió dels residus de construcció i demolició dins de l'obra.
10. Una valoració del cost previst de la gestió dels residus de construcció i demolició, que formarà part del pressupost del projecte en capítol independent.

Està obligat a disposar de la documentació que acrediti que els residus de construcció i demolició realment produïts en les seves obres han estat gestionats, en el seu cas, en obra o lliurats a una instal·lació de valorització o d'eliminació per al seu tractament per gestor de residus autoritzat, en els termes recollits en el Reial decret 105/2008 i, en particular, en el present estudi o en les seves modificacions. La documentació corresponent a cada any natural haurà de mantenir-se durant els cinc anys següents.

En obres de demolició, rehabilitació, reparació o reforma, haurà de preparar un inventari dels residus perillosos que es generaran, que haurà d'incloure's en l'estudi de gestió de RCD, així com preveure la seva retirada selectiva, amb la finalitat d'evitar la

mescla entre ells o amb altres residus no perillosos, i assegurar el seu enviament a gestors autoritzats de residus perillosos.

En els casos d'obres sotmeses a llicència urbanística, el posseïdor de residus, queda obligat a constituir una fiança o garantia financera equivalent que assegurï el compliment dels requisits establerts en aquesta llicència en relació amb els residus de construcció i demolició de l'obra, en els termes previstos en la legislació de les comunitats autònomes corresponents.

4.2.2. Posseïdor de residus (contractista)

La persona física o jurídica que executi l'obra - el contractista -, a més de les prescripcions previstes en la normativa aplicable, està obligat a presentar a la propietat de la mateixa un pla que reflecteixi com durà a terme les obligacions que li incumbeixin en relació als residus de construcció i demolició que es vagin a produir en l'obra, en particular les recollides en els articles 4.1 i 5 del Reial decret 105/2008 i les contingudes en el present estudi.

El pla presentat i acceptat per la propietat, una vegada aprovat per la direcció facultativa, passarà a formar part dels documents contractuals de l'obra.

El posseïdor de residus de construcció i demolició, quan no procedisca a gestionar-los per si mateix, i sense perjudici dels requeriments del projecte aprovat, estarà obligat a lliurar-los a un gestor de residus o a participar en un acord voluntari o conveni de col·laboració per a la seva gestió. Els residus de construcció i demolició es destinaran preferentment, i per aquest ordre, a operacions de reutilització, reciclatge o a altres formes de valorització.

El lliurament dels residus de construcció i demolició a un gestor per part del posseïdor haurà de constar en document oficial, d'acord amb la normativa de la Agència de Residus de Catalunya. En tot cas, la responsabilitat administrativa en relació amb la cessió dels residus de construcció i demolició per part dels posseïdors als gestors es regirà pel que s'estableix en l'article 33 de la Llei 10/1998, de 21 d'abril.

Mentre es troben en el seu poder, el posseïdor dels residus estarà obligat a mantenir-los en condicions adequades d'higiene i seguretat, així com a evitar la mescla de fraccions ja seleccionades que impedisca o dificulti la seva posterior valorització o eliminació.

La separació en fraccions es durà a terme preferentment pel posseïdor dels residus dins de l'obra en què es produeixin.

Quan per falta d'espai físic en l'obra no resulte tècnicament viable efectuar aquesta separació en origen, el posseïdor podrà encomanar la separació de fraccions a un gestor de residus en una instal·lació de tractament de residus de construcció i demolició externa a l'obra. En aquest últim cas, el posseïdor haurà d'obtenir del gestor de la instal·lació documentació acreditativa que aquest ha complert, en el seu nom, l'obligació recollida en el present apartat.

L'òrgan competent en matèria mediambiental de la comunitat autònoma on es situa l'obra, de manera excepcional, i sempre que la separació dels residus no hagi estat especificada i pressupostada en el projecte d'obra, podrà eximir al posseïdor dels residus de construcció i demolició de l'obligació de separació d'alguna o de totes les anteriors fraccions.

El posseïdor dels residus de construcció i demolició estarà obligat a sufragar els corresponents costos de gestió i a lliurar al productor els certificats i la documentació acreditativa de la gestió dels residus, així com a mantenir la documentació corresponent a cada any natural durant els cinc anys següents.

4.2.3. Gestor de residus

A més de les recollides en la legislació específica sobre residus, el gestor de residus de construcció i demolició complirà amb les següents obligacions:

1. En el supòsit d'activitats de gestió sotmeses a autorització per la legislació de residus, portar un registre en el qual, com a mínim, figure la quantitat de residus gestionats, expressada en tones i en metres cúbics, el tipus de residus, codificats conformement a la llista europea de residus publicada per Ordre MAM/304/2002, de 8 de febrer, o norma que la substitueixi, la identificació del productor, del posseïdor i de l'obra d'on procedeixen, o del gestor, quan procedeixin d'una altra operació anterior de gestió, el mètode de gestió aplicat, així com les quantitats, en tones i en metres cúbics, i destins dels productes i residus resultants de l'activitat.
2. Posar a la disposició de les administracions públiques competents, a petició d'aquestes, la informació continguda en el registre esmentat en el punt anterior. La

informació referida a cada any natural haurà de mantenir-se durant els cinc anys següents.

3. Estendre al posseïdor o al gestor que li lliure residus de construcció i demolició, en els termes recollits en aquest reial decret, els certificats acreditatius de la gestió dels residus rebuts, especificant el productor i, en el seu cas, el número de llicència de l'obra de procedència. Quan es tracte d'un gestor que duga a terme una operació exclusivament de recollida, emmagatzematge, transferència o transport, deurà a més transmetre al posseïdor o al gestor que li va lliurar els residus, els certificats de l'operació de valorització o d'eliminació subsegüent a què van ser destinats els residus.
4. En el cas que falte d'autorització per a gestionar residus perillosos, haurà de disposar d'un procediment d'admissió de residus en la instal·lació que assegure que, prèviament al procés de tractament, es detectaran i se separaran, emmagatzemaran adequadament i derivaran a gestors autoritzats de residus perillosos aquells que tinguen aquest caràcter i puguen arribar a la instal·lació barrejats amb residus no perillosos de construcció i demolició. Aquesta obligació s'entendrà sense perjudici de les responsabilitats en què puga incórrer el productor, el posseïdor o, en el seu cas, el gestor precedent que haja enviat aquests residus a la instal·lació.

4.3. Identificació dels residus de construcció i demolició generats en l'obra

Tots els possibles residus de construcció i demolició generats en l'obra, s'han codificat atenent l'Ordre MAM/304/2002, de 8 de febrer, per la qual es publiquen les operacions de valorització i eliminació de residus, segons la Llista Europea de Residus (LER) aprovada per la Decisió 2005/532/CE, donant lloc als següents grups:

RCD de Nivell I: Terres i materials petris, no contaminats, procedents d'obres d'excaució. El Reial decret 105/2008 (article 3.1.a), considera com a excepció de ser considerades com a residus:

- Les terres i pedres no contaminades per substàncies perilloses, reutilitzades en la mateixa obra, en una obra diferent o en una activitat de restauració, condicionament o farciment, sempre que pugui acreditar-se de manera fefaent el seu destí a reutilització.

RCD de Nivell II: Residus generats principalment en les activitats pròpies del sector de la construcció, de la demolició, de la reparació domiciliària i de la implantació de serveis.

S'ha establert una classificació de RCD generats, segons els tipus de materials dels quals estan composts, mirar Taula 35.

Taula 35. Classificació de RCD generats. Creació pròpia a partir de les dades proporcionades.

| Materials segons Ordre Ministerial MAM/304/2002 |
|--|
| RCD de Nivell I |
| 1. Terres i petris d'excavació |
| RCD de Nivell II |
| RCD de naturalesa no pètria |
| 1. Asfalt |
| 2. Fusta |
| 3. Metalls (incloses els seus aliatges) |
| 4. Papet i cartró |
| 5. Plàstic |
| 6. Vidre |
| 7. Guix |
| RCD de naturalesa pètria |
| 1. Sorra grava i altres àrids |
| 2. Formigó |
| 3. Maons, teules i materials ceràmics |
| 4. Pedra |
| RCD potencialment perillosos |
| 1. Ecombraries |
| 2. Altres |

4.4. Mesures per a la prevenció de residus de construcció i demolició

En la fase de projecte s'han tingut en compte les diferents alternatives compositives, constructives i de disseny, optant per aquelles que generen el menor volum de residus en la fase de construcció i d'explotació, facilitant, a més, el desmantellament de l'obra al final de la seva vida útil amb el menor impacte ambiental.

Amb la finalitat de generar menys residus en la fase d'execució, el constructor assumirà la responsabilitat d'organitzar i planificar l'obra, quant a la mena de subministrament, apilament de materials i procés d'execució.

Com a criteri general s'adoptaran les següents mesures per a la prevenció dels residus generats en l'obra:

- L'excavació s'ajustarà a les dimensions específiques del projecte, ateses les cotes dels plans de fonamentació, fins a la profunditat indicada en el mateix que coincidirà amb l'Estudi Geotècnic corresponent amb el vistiplau de la Direcció Facultativa. En el cas que existeixin llots de drenatge, es delimitarà l'extensió de les bosses d'aquests.
- S'evitarà en la mesura del possible la producció de residus de naturalesa pètria (bitlles, grava, sorra, etc.), pactant amb el proveïdor la devolució del material que no s'utilitzi en l'obra.
- El formigó subministrat serà preferentment de central. En cas que existisquen sobrants s'utilitzaran en les parts de l'obra que es prevegi per a aquests casos, com a formigons de neteja, base de solats, farcits, etc.
- Se sol·licitarà de manera expressa als proveïdors que el subministrament en obra es realitzi amb la menor quantitat d'emballatge possible, renunciant als aspectes publicitaris, decoratius i superflus.

En el cas que s'adopten altres mesures alternatives o complementàries per a la prevenció dels residus de l'obra, se li comunicarà de manera fefaent al Director d'Obra i al Director de l'Execució de l'Obra perquè en prengueu coneixement i aprovació. Aquestes mesures no suposaran cap menyscapte de la qualitat de l'obra, ni interferiran en el procés d'execució d'aquesta.

4.5. Operacions de reutilització, valorització o eliminació a que es destinaran els residus de construcció i demolició que es generen en l'obra

El desenvolupament de les activitats de valorització de residus de construcció i demolició requerirà autorització prèvia de l'òrgan competent en matèria mediambiental de la Comunitat Autònoma corresponent, en els termes establerts per la Llei 10/1998, de 21 d'abril.

L'autorització podrà ser atorgada per a una o diverses de les operacions que es vagen a realitzar, i sense perjudici de les autoritzacions o llicències exigides per qualsevol altra normativa aplicable a l'activitat. S'atorgarà per un termini de temps determinat, i podrà ser renovada per períodes successius.

L'autorització només es concedirà prèvia inspecció de les instal·lacions en les quals vagen a desenvolupar-se l'activitat i comprovació de la qualificació dels tècnics responsables de la seva adreça i que està prevista l'adequada formació professional del personal encarregat de la seua explotació.

Els àrids reciclats obtinguts com a producte d'una operació de valorització de residus de construcció i demolició hauran de complir els requisits tècnics i legals per a l'ús a què es destinin.

Quan es prevegi l'operació de reutilització en una altra construcció dels sobrants de les terres procedents de l'excavació, dels residus minerals o petris, dels materials ceràmics o dels materials no petris i metàl·lics, el procés es realitzarà preferentment en el dipòsit municipal.

4.6. Valoració del cost previst de la gestió dels residus de construcció i demolició

El cost previst de la gestió dels residus es determinarà a partir de l'estimació que es farà de la quantitat dels residus de construcció i demolició que es generaran en l'obra, aquesta estimació es mostrarà en la Taula 36 junt al cost previst.

Taula 36. Estimació dels residus de construcció i demolició que es generaran en l'obra i valoració del cost previst d'aquest. Font: Creació pròpia a partir de les dades proporcionades.

| | | V (m ³) | d (t/m ³) | Pes (t) | Cost de gestió | € |
|--|---|---------------------|-----------------------|---------|------------------------|---------------|
| RCD's NIVELL I. Terres i pètris procedents de l'excavació | | | | | | |
| 17 05 04 | Terra i pedres diferents de les especificacions en el codi 17 05 03 | 2.470 | 1,5 | 3.705 | 0 €/t | Reutilització |
| RCD's NIVELL II. RCD's resultats de l'execució de l'obra | | | | | | |
| Residus de naturalesa pètria | | | | | | |
| 17 01 07 | Barreja de formigó, maons, teules i materials ceràmics diferent del codi 17 01 06 | 0 | 1,5 | 0 | 24,66 €/m ³ | - € |
| 17 03 02 | Restes d'aglomerat (sense substàncies perilloses) | 0 | 1,3 | 0 | 24,66 €/m ³ | - € |
| Residus de naturalesa no pètria | | | | | | |
| 17 02 03 | Plàstic | 2 | 0,9 | 1,8 | 15,89 €/m ³ | 31,78 € |
| 20 01 01 | Paper | 18 | 0,9 | 16,2 | 15,89 €/m ³ | 286,02 € |
| 17 04 07 | Metalls barrejats | 0 | 1,5 | 0 | - | - € |
| 17 02 01 | Fusta | 2 | 0,6 | 1,2 | 15,89 €/m ³ | 31,78 € |
| Residus perillosos | | | | | | |
| 15 01 11 | Aerosols buits | 0 | 0,5 | 0 | 2000 €/t | - € |

| | | | | | | |
|---|---|---|-----|---|---------|-----------------|
| 15 01 10 | Envasos buits de plàstic contaminant | 0 | 0,6 | 0 | 150 €/t | - € |
| 15 01 10 | Envasos buits de metall contaminant | 0 | 0,6 | 0 | 190 €/t | - € |
| 17 05 03 | Terres i pedres que contenen substàncies perilloses | 0 | 0,6 | 0 | 190 €/t | - € |
| 17 02 02 | Absorbents contaminants | 0 | 0,6 | 0 | 350 €/t | - € |
| Residus assimilables a urbans | | | | | | |
| 20 03 01 | Barreges de residus municipals | 0 | 0,9 | 0 | 0 €/t | Contenedor RSU |
| Estimació cost de gestió de residus de construcció i demolició | | | | | | 349,58 € |

La classificació dels residus que es mostra en la taula anterior s'ha fet seguint la Guia per a la redacció del Pla de Gestió de Residus de Construcció i enderroc de la generalitat de Catalunya [33] on a més de posar cada codi de cada material, posa el cost de cada un.

4.7. Conclusió

Amb aquest annex s'entén que s'ha descrit adequadament i en profunditat per a la seva correcta execució, les instal·lacions de referència, sense el perjudici de qualsevol ampliació o aclariment que les autoritats competents consideren oportunes.

ANNEX V - DOCUMENTACIÓ TÈCNICA

5.1. Mòduls fotovoltaics JAM72S30 525-550/MR

Harvest the Sunshine

DEEP BLUE 3.0

Mono

550W MBB Half-cell Module
JAM72S30 525-550/MR Series

Introduction

Assembled with 11BB PERC cells, the half-cell configuration of the modules offers the advantages of higher power output, better temperature-dependent performance, reduced shading effect on the energy generation, lower risk of hot spot, as well as enhanced tolerance for mechanical loading.



Higher output power



Lower LCOE



Less shading and lower resistive loss

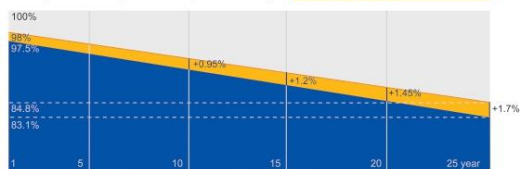


Better mechanical loading tolerance

Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty

0.55% Annual Degradation
Over 25 years



■ New linear power warranty ■ Standard module linear power warranty

Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001: 2018 Occupational health and safety management systems
- IEC TS 62941: 2016 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Guidelines for increased confidence in PV module design qualification and type approval



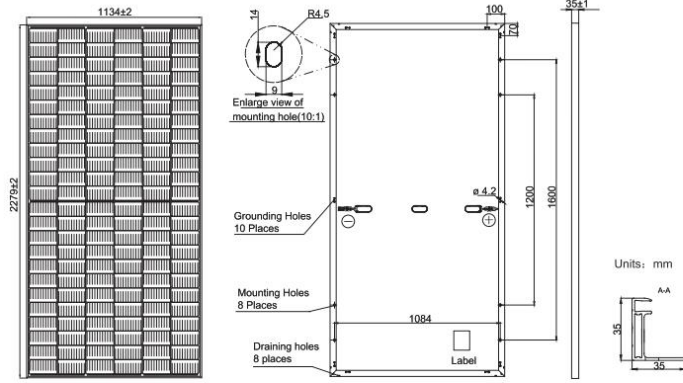
JA SOLAR

www.jasolar.com

Specifications subject to technical changes and tests.
JA Solar reserves the right of final interpretation.



MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

| | |
|------------------------------------|--|
| Cell | Mono |
| Weight | 28.6kg±3% |
| Dimensions | 2279±2mm×1134±2mm×35±1mm |
| Cable Cross Section Size | 4mm ² (IEC) , 12 AWG(UL) |
| No. of cells | 144(6×24) |
| Junction Box | IP68, 3 diodes |
| Connector | QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V) |
| Cable Length (Including Connector) | Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1300mm(+)/1300mm(-) |
| Packaging Configuration | 31pcs/Pallet, 620pcs/40ft Container |

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

| TYPE | JAM72S30 -525/MR | JAM72S30 -530/MR | JAM72S30 -535/MR | JAM72S30 -540/MR | JAM72S30 -545/MR | JAM72S30 -550/MR |
|--|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Rated Maximum Power(Pmax) [W] | 525 | 530 | 535 | 540 | 545 | 550 |
| Open Circuit Voltage(Voc) [V] | 49.15 | 49.30 | 49.45 | 49.60 | 49.75 | 49.90 |
| Maximum Power Voltage(Vmp) [V] | 41.15 | 41.31 | 41.47 | 41.64 | 41.80 | 41.96 |
| Short Circuit Current(Isc) [A] | 13.65 | 13.72 | 13.79 | 13.86 | 13.93 | 14.00 |
| Maximum Power Current(Imp) [A] | 12.76 | 12.83 | 12.90 | 12.97 | 13.04 | 13.11 |
| Module Efficiency [%] | 20.3 | 20.5 | 20.7 | 20.9 | 21.1 | 21.3 |
| Power Tolerance | 0~+5W | | | | | |
| Temperature Coefficient of Isc(α _{Isc}) | +0.045%/°C | | | | | |
| Temperature Coefficient of Voc(β _{Voc}) | -0.275%/°C | | | | | |
| Temperature Coefficient of Pmax(γ _{Pmp}) | -0.350%/°C | | | | | |
| STC | Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1.5G | | | | | |

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer.They only serve for comparison among different module types.

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

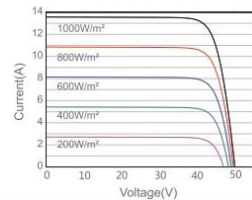
| TYPE | JAM72S30 -525/MR | JAM72S30 -530/MR | JAM72S30 -535/MR | JAM72S30 -540/MR | JAM72S30 -545/MR | JAM72S30 -550/MR |
|--------------------------------|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Rated Max Power(Pmax) [W] | 397 | 401 | 405 | 408 | 412 | 416 |
| Open Circuit Voltage(Voc) [V] | 46.05 | 46.18 | 46.31 | 46.43 | 46.55 | 46.68 |
| Max Power Voltage(Vmp) [V] | 38.36 | 38.57 | 38.78 | 38.99 | 39.20 | 39.43 |
| Short Circuit Current(Isc) [A] | 10.97 | 11.01 | 11.05 | 11.09 | 11.13 | 11.17 |
| Max Power Current(Imp) [A] | 10.35 | 10.39 | 10.43 | 10.47 | 10.51 | 10.55 |
| NOCT | Irradiance 800W/m ² , ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G | | | | | |

OPERATING CONDITIONS

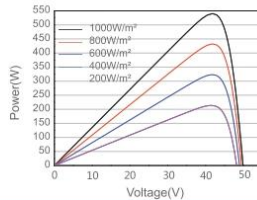
| | |
|----------------------------|--------------------------------|
| Maximum System Voltage | 1000V/1500V DC |
| Operating Temperature | -40°C~+85°C |
| Maximum Series Fuse Rating | 25A |
| Maximum Static Load,Front* | 5400Pa(112lb/ft ²) |
| Maximum Static Load,Back* | 2400Pa(50lb/ft ²) |
| NOCT | 45±2°C |
| Safety Class | Class II |
| Fire Performance | UL Type 1 |

CHARACTERISTICS

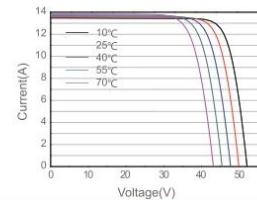
Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Power-Voltage Curve JAM72S30-540/MR



Current-Voltage Curve JAM72S30-540/MR

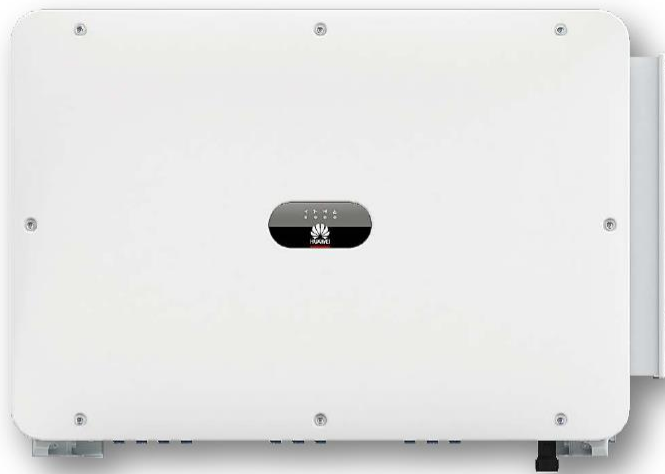


Premium Cells, Premium Modules

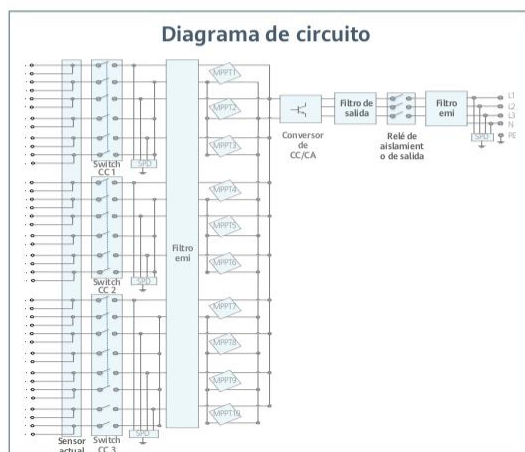
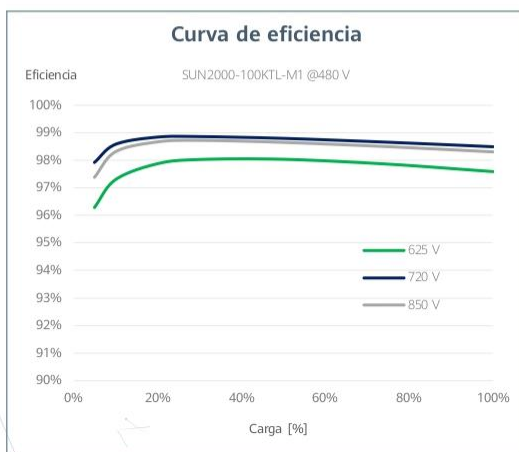
Version No. : Global_EN_20200928A

5.2. Inversor Huawei SUN2000-100KTL-M1

SUN2000-100KTL-M1 Smart String Inverter



- 
 10
MPP. Seguidor
- 
 98.8% (@ 480V)
Max. Eficiencia
- 
 Gestión de
nivel de cadena
- 
 Diagnóstico inteligente
de curvas I-V admitido
- 
 MBUS
Soportado
- 
 Diseño
Sin fusible
- 
 Protección contra rayos
Para DC y AC
- 
 IP66
Proteccion



SOLAR.HUAWEI.COM/ES/

SUN2000-100KTL-M1
Especificaciones técnicas

| Especificaciones técnicas | SUN2000-100KTL-M1 |
|--|--|
| Eficiencia | |
| Máxima eficiencia | 98.8% @480 V, 98.6% @380 V / 400 V |
| Eficiencia europea ponderada | 98.6% @480 V, 98.4% @380 V / 400 V |
| Entrada | |
| Tensión máxima de entrada ¹ | 1,100 V |
| Corriente de entrada máxima por MPPT | 26 A |
| Corriente de cortocircuito máxima | 40 A |
| Tensión de arranque | 200 V |
| Tensión de funcionamiento MPPT ² | 200 V ~ 1,000 V |
| Tensión nominal de entrada | 720 V @480 Vac, 600 V @400 Vac, 570 V @380 Vac |
| Cantidad de MPPTs | 10 |
| Cantidad máxima de entradas por MPPT | 2 |
| Salida | |
| Potencia activa | 100,000 W |
| Max. Potencia aparente de CA | 110,000 VA |
| Max. Potencia activa de CA (cosφ = 1) | 110,000 W |
| Tensión nominal de salida | 480 V/ 400 V/ 380 V, 3W+(N)+PE |
| Frecuencia nominal de red de CA | 50 Hz / 60 Hz |
| Intensidad nominal de salida | 120.3 A @480 V, 144.4 A @400 V, 152.0 A @380 V |
| Max. intensidad de salida | 133.7 A @480 V, 160.4 A @400 V, 168.8 A @380 V |
| Factor de potencia ajustable | 0,8 capacitivo ... 0,8 inductivo |
| Distorsión armónica total máxima | <3% |
| Protecciones | |
| Dispositivo de desconexión del lado de entrada | Sí |
| Protección anti-isla | Sí |
| Protección contra sobreintensidad de CA | Sí |
| Protección contra polaridad inversa CC | Sí |
| Monitorización a nivel de string | Sí |
| Descargador de sobretensiones de CC | Type II |
| Descargador de sobretensiones de CA | Type II |
| Detección de resistencia de aislamiento CC | Sí |
| Monitorización de corriente residual | Sí |
| Comunicación | |
| Display | Indicadores LED, Bluetooth + APP |
| RS485 | Sí |
| USB | Sí |
| Monitorización de BUS (MBUS) | Sí (transformador de aislamiento requerido) |
| Datos generales | |
| Dimensiones (W x H x D) | 1,035 x 700 x 365 mm |
| Peso (incluida ménsula de montaje) | 90 kg |
| Rango de temperatura de operación | -25°C ~ 60°C |
| Enfriamiento | Enfriamiento de aire inteligente |
| Max. Altitud de operación | 4,000 m |
| Humedad de operación relativa | 0 ~ 100% |
| Conector CC | Staubli MC4 |
| Conector CA | Terminal PG impermeable + conector OT/DT |
| Grado de protección | IP66 |
| Topología | Sin transformador |
| Consumo de energía durante la noche | < 3.5 W |

Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)

Seguridad
 Estándares de conexión a red eléctrica
 EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683
 VDE-AR-N4105, EN 50549-1, EN 50549-2, RD 661, RD 1699, C10/11

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

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

Version No.-03-(20200622)

SOLAR.HUAWEI.COM/ES/

5.3. Estructura de formigó Est-Oest de 15°

SOLARBLOC®  PRETENSADOS DURÁN

FICHA TÉCNICA SOLARBLOC® ESTE-OESTE 15°

**PIONEROS EN INNOVACIÓN Y
DESARROLLO** DE ESTRUCTURAS
DE HORMIGÓN PARA PANELES
SOLARES.

www.solarbloc.es
www.pretensadosduran.com

CONFIGURACIÓN SOLARBLOC® ESTE-OESTE 15

FICHA TÉCNICA SOLARBLOC® CUBIERTAS ESTE-OESTE ESTRUCTURA PREFABRICADA DE HORMIGÓN PARA PANELES SOLARES

SOLARBLOC® ESTE-OESTE es un nuevo sistema patentado para el montaje de paneles solares sobre cubiertas planas en **disposición horizontal**.



Pretensados Duran S.L. ha desarrollado las nuevas estructuras Solarbloc® Este-Oeste 15°, donde las instalaciones se convierten en un conjunto enlazado entre sí aportando diversas mejoras.

- Sin separación entre filas que produzcan sombra.
- Con mayor densidad de producción energética al instalar más paneles por metro cuadrado.
- Diseño aerodinámico que reduce la presión del viento comparada con una configuración orientación SUR.
- Estructuras diseñadas para reducir el peso sobre las cubiertas.
- Fijación del panel mediante carril incorporado al soporte.
- Elimina el proceso de perforado y anclajes a la cubierta.
- Acorta el tiempo de montaje de las instalaciones.

Más información en solarbloc.es

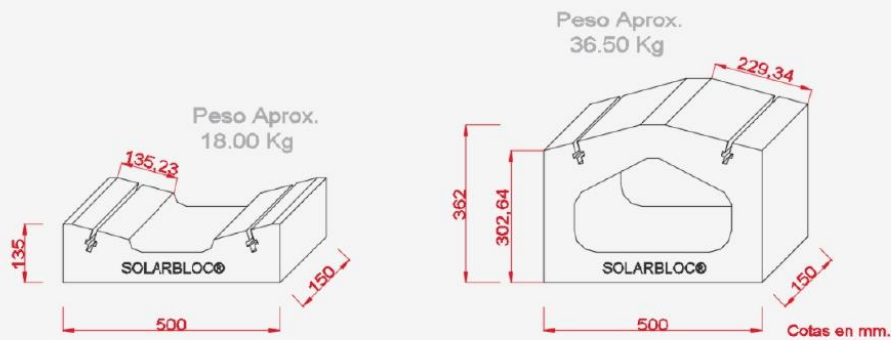
www.solarbloc.es
www.pretensadosduran.com

CONFIGURACIÓN SOLARBLOC® ESTE-OESTE 15

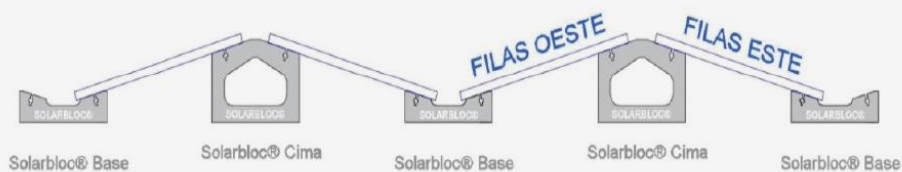
FICHA TÉCNICA SOLARBLOC® CUBIERTAS ESTE-OESTE ESTRUCTURA PREFABRICADA DE HORMIGÓN PARA PANELES SOLARES

SOLARBLOC® ESTE-OESTE es un nuevo sistema patentado para el montaje de paneles solares sobre cubiertas planas en **disposición horizontal**.

DIMENSIONES Y PESOS



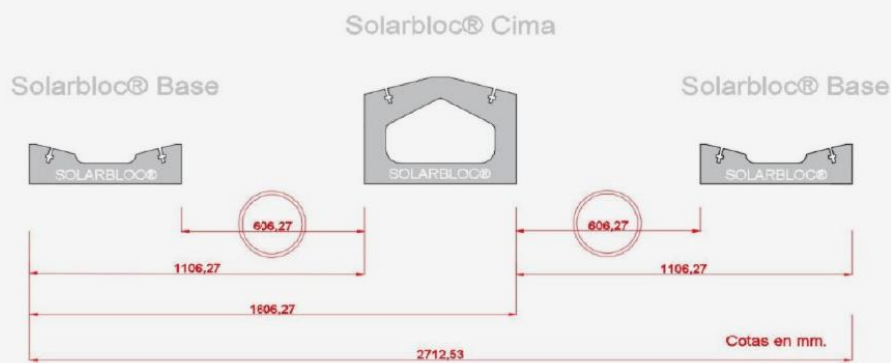
DISPOSICIÓN DE PANALES



FICHA TÉCNICA SOLARBLOC® CUBIERTAS ESTE-OESTE ESTRUCTURA PREFABRICADA DE HORMIGÓN PARA PANELES SOLARES

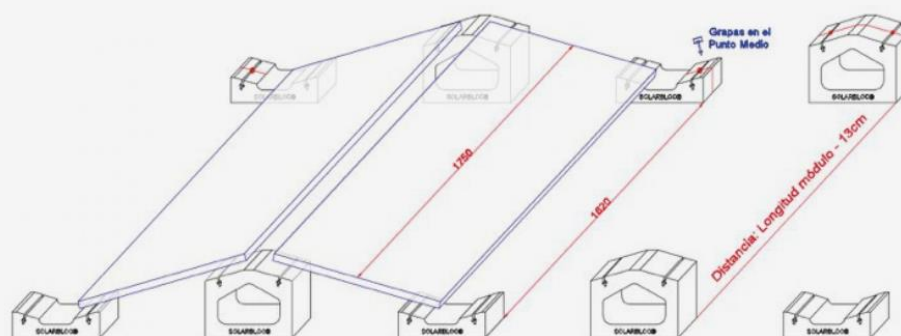
SOLARBLOC® ESTE-OESTE es un nuevo sistema patentado para el montaje de paneles solares sobre cubiertas planas en **disposición horizontal**.

SEPARACIÓN TRANSVERSAL



*La separación transversal entre los Solarbloc® Base y Solarbloc® Cima siempre es la misma, se mantiene constante para cualquier panel (606,27mm).

SEPARACIÓN LONGITUDINAL ENTRE PIEZAS



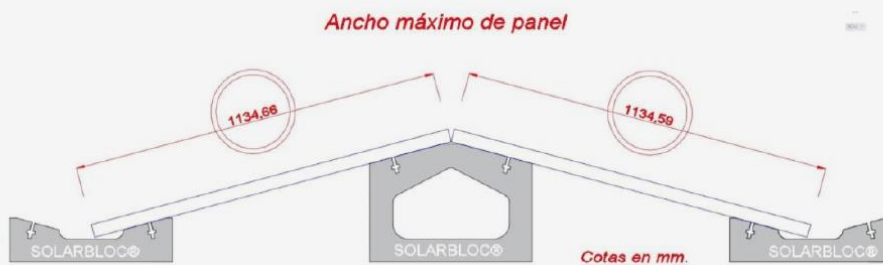
*La distancia interior entre los Solarbloc® Base/Base y Cima/Cima es igual a la Longitud del módulo menos 13cm.

CONFIGURACIÓN SOLARBLOC® ESTE-OESTE 15

FICHA TÉCNICA SOLARBLOC® CUBIERTAS ESTE-OESTE ESTRUCTURA PREFABRICADA DE HORMIGÓN PARA PANELES SOLARES

SOLARBLOC® ESTE-OESTE es un nuevo sistema patentado para el montaje de paneles solares sobre cubiertas planas en **disposición horizontal**.

ANCHURA MÁXIMA DEL PANEL SOLAR



*Al llegar a la anchura máxima los módulos solares hacen tope unos contra otros.



PRETENSADOS DURÁN S.L.
Le responderá a cualquier duda o
consulta sobre sus productos SOLARBLOC®.

Email:

fabrica@pretensadosduran.com

Oficinas centrales:

C/ Juan Ignacio Rodríguez Marcos, 1 A
06010 Badajoz (España)

Tlfno.:

(+34) 924 244 203 / (+34) 924 480 112

www.solarbloc.es
www.pretensadosduran.com

SOLARBLOC®  PRETENSADOS DURÁN

5.4. Estructura de formigó de 15°

SOLARBLOC®  **PRETENSADOS DURÁN**

FICHAS TÉCNICAS

SOLARBLOC®
CUBIERTAS Y LASTRES

**PIONEROS EN INNOVACIÓN Y
DESARROLLO DE ESTRUCTURAS
DE HORMIGÓN PARA PANELES
SOLARES.**

www.solarbloc.es
www.pretensadosduran.com

1.1 USO DEL SISTEMA SOLARBLOC® CUBIERTAS Y SUPERFICIES PLANAS

SOLARBLOC® es un sistema patentado para el montaje de módulos solares sobre cubiertas y superficies planas.



El sistema Solarbloc® permite fijar los módulos solares directamente al soporte sin utilizar estructura metálica. Los soportes Solarbloc® se fabrican en ocho grados distintos, **3°, 10°, 12°, 15°, 18°, 28°, 30° y 34°**. Debemos elegir la inclinación del soporte más idónea teniendo en cuenta las necesidades de la instalación.

Características de Solarbloc®:

- Sistema de montaje FV de un sólo componente.
- Soporte auto-lastrado, fabricado en hormigón.
- Resistencia y larga durabilidad a los agentes atmosféricos.
- Fijación del panel mediante carril de hormigón incorporado al soporte.
- Elimina la estructura metálica.
- Elimina el proceso de perforado y anclajes a la cubierta.
- Acorta el tiempo de montaje de las instalaciones FV.

Más información en solarbloc.es

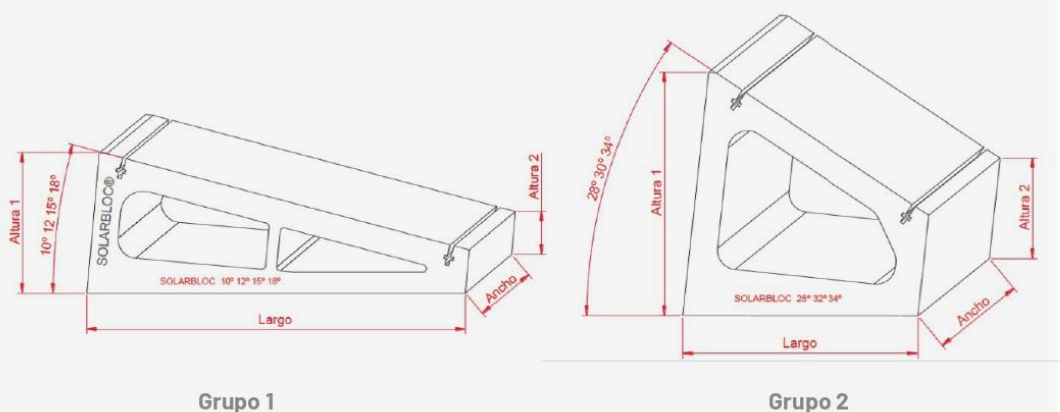
1.3 DATOS TÉCNICOS SOLARBLOC® CUBIERTAS Y SUPERFICIES PLANAS 10°,12°,15°,18°,28°,30°,34°

SOLARBLOC® es un sistema patentado para el montaje de módulos solares sobre cubiertas y superficies planas.

DIMENSIONES Y PESOS SEGÚN LA INCLINACIÓN

Inclinación apoyos

| Grupo | Grupo 1 | | | | Grupo 2 | | |
|---------------|---------|-------|--------|--------|---------|-------|-------|
| Inclinación | 10° | 12° | 15° | 18° | 28° | 30° | 34° |
| Altura 1 (cm) | 33,24 | 34,97 | 37,47 | 40,94 | 56,95 | 58,94 | 62,84 |
| Altura 2 (cm) | 15,96 | 14,21 | 11,54 | 9,91 | 26,11 | 26,03 | 25,96 |
| Largo (cm) | 100,0 | 100,0 | 100,06 | 100,38 | 60,00 | 60,04 | 60,32 |
| Ancho (cm) | 16,00 | 16,00 | 16,00 | 16,00 | 23,50 | 23,50 | 23,50 |
| Peso (kg) | 60,00 | 60,00 | 60,00 | 60,00 | 68,00 | 71,30 | 77,80 |
| Composición | HM-20 | | | | | | |



Más información en solarbloc.es

www.solarbloc.es
www.pretensadosduran.com

1.4 USO DEL LASTRE DE REFUERZO SOLARBLOC®

Los Lastres para **SOLARBLOC®** Cubiertas y Superficies Planas están diseñados para aumentar el peso y altura del propio soporte cuando las condiciones de la instalación fotovoltaica lo precisan.



Estos Lastres de refuerzo **se colocan en la base** de los soportes Solarbloc® cuando se necesita ganar altura, **o por la parte trasera** para potenciar su eficacia y rigidizar la instalación en determinadas situaciones

Ambas piezas deben unirse mediante adhesivo para lograr hacer un solo cuerpo y conseguir que trabajen como una estructura. Para la fijación de las piezas es recomendable utilizar **masilla de poliuretano**, taco químico o adhesivos para materiales pétreos con resistencia a la tracción mínima de 12Kg/cm².

Más información en solarbloc.es

www.solarbloc.es
www.pretensadosduran.com

1.5 DATOS TÉCNICOS DEL LASTRE DE REFUERZO SOLARBLOC®

Debemos elegir el modelo de Lastre en función a los grados de inclinación de los Solarbloc® que se vayan a utilizar en la instalación.

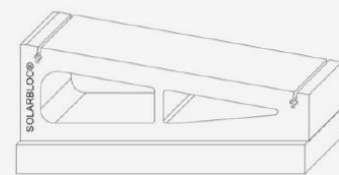
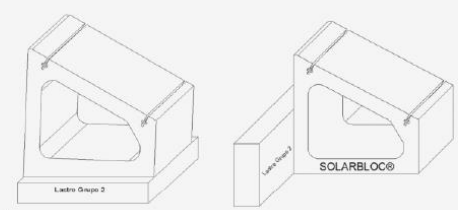
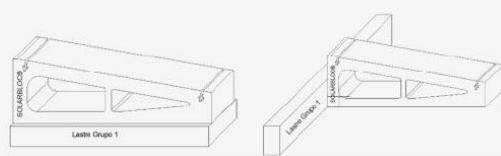


Lastre para Solarbloc
de 28° a 34°



Lastre para Solarbloc
de 10° a 18°

PEGADO DEL SOPORTE SOLARBLOC® POR LA BASE Y PARTE TRASERA



EL PEGADO DE LOS SOLARBLOC A LOS LASTRES
DEBE SER CON 2 CORDONES DE ADHESIVO PARA MATERIAL PETREC
CON RESISTENCIA A TRACCIÓN MINIMA DE 10kg/cm²

LA LONGITUD MINIMA DE LOS CORDONES DE ADHESIVO
DEBE SER 14cm.



BASE








Más información en solarbloc.es

1.6 DIAGRAMA DE RECOMENDACIONES Y OBLIGACIONES DE USO DEL LASTRE DE REFUERZO SOLARBLOC®

Esta información se basa en las recomendaciones del fabricante para el refuerzo de instalaciones sometidas a altas cargas de vientos. PREVIAMENTE calculadas y verificadas por las empresas instaladoras.

USOS DE REFUERZO DE LASTRE SOBRE SOLARBLOC® CUBIERTA

-  No necesario (a valorar según cálculo de vientos)
-  Recomendable
-  Muy recomendable
-  Obligatorio

| ÁNGULO DE INCLINACIÓN | PANEL ≤ 1,65 M HORIZONTAL | PANEL ≤ 1,65 M VERTICAL | PANEL ≥ 1,65 M HORIZONTAL | PANEL ≥ 1,65 M VERTICAL |
|-----------------------|---------------------------|--|---------------------------|--|
| SOLARBLOC® 3º | X | X | X | X |
| SOLARBLOC® 10º | X✓ | X✓ | X✓✓ | X✓✓✓ |
| SOLARBLOC 12º | X✓ | X✓ | X✓✓ | X✓✓✓ |
| SOLARBLOC 15º | X✓ | X✓✓ | X✓✓ | ✓✓✓ |
| SOLARBLOC 18º | X✓ | X✓✓ | X✓✓ | ✓✓✓ |
| SOLARBLOC 28º | X✓ | Montaje incompatible  | X✓✓ | Montaje incompatible  |
| SOLARBLOC 30º | X✓ | Montaje incompatible  | X✓✓ | Montaje incompatible  |
| SOLARBLOC 34º | X✓ | Montaje incompatible  | X✓✓ | Montaje incompatible  |

Más información en solarbloc.es

PRETENSADOS DURÁN S.L.
Le responderá a cualquier duda o
consulta sobre sus productos SOLARBLOC®.

Email:

fabrica@pretensadosduran.com

Oficinas centrales:

C/ Juan Ignacio Rodríguez Marcos, 1 A
06010 Badajoz (España)

Tlfn.:

(+34) 924 244 203 / (+34) 924 480 112

www.solarbloc.es

www.pretensadosduran.com

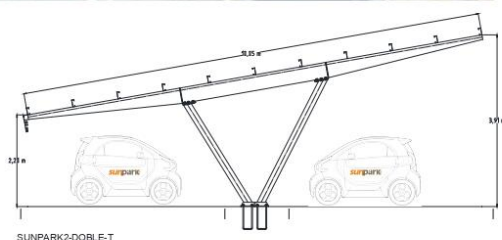
SOLARBLOC®  PRETENSADOS DURÁN

5.5. Pàrquing fotovoltaic SUNPARK-M2

Modelos Parking Solar



SUNPARK® M2



- Estructura de perfiles de acero tipo viga cajón galvanizados en caliente o con pintura lacada. Las estructuras metálicas de Europa Prefabri cuentan con certificación de Marcado CE según norma EN-1090-1: 2011 y garantía de cumplimiento C.T.E.

- Correas de sujeción en acero galvanizado SENDZIMIR.

- Cubierta de acero galvanizado y lacado perfilado tipo trapezoidal.

- Tornillería en acero galvanizado, zincado o inoxidable.

- Anclaje formado por barras de corrugado de 20 mm de diámetro, calidad SD-500, roscados en su parte superior para fijación de placa. Posibilidad de anclaje mediante tacos químicos en caso de que la zona de emplazamiento cuente con una losa armada H250 de espesor mínimo 30 cm.

- Distancia estándar entre correas: 1 m. Distancia máxima: 1.25m.

- Altura máxima Sunpark1 sencilla: 3.08 m. Altura máxima Sunpark2 doble: 3.91m.

- Medidas estándar por plaza estándar: 5.20x2.50m.

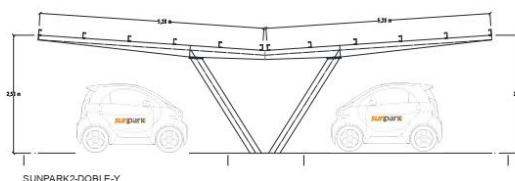
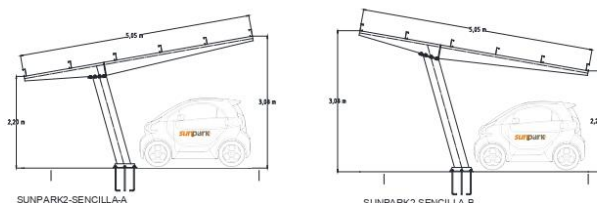
- Peso máximo de sobrecarga de módulos fotovoltaicos con cubierta de chapa: 15 kg/m². Peso máximo de sobrecarga de módulos fotovoltaicos sin cubierta de chapa (no se garantiza la impermeabilidad de la cubierta): 20 kg/m².

- La carga máxima que soportan nuestras marquesinas son: (Para cumplimiento del CTE y EUROCODIGO)

• Zonas climáticas invernales hasta 127,46 Kg/m²

• Zonas eólicas A/B/C hasta 29 m/s=140,40 Km/h

Estas resistencias son a mayores de la propia estructura más los paneles y no pueden ser estándar, si no adaptadas a cada zona geográfica (optimización de materiales y costes).



Comodidad |||||

Marquesina metálica realizada mediante perfiles de tipo viga-cajón de sección y espesor variable, con uniones soldadas entre brazo y pilar.

Precio |||||

Disponemos de diferentes tipologías sencillas y dobles dependiendo de la distribución y orientación del aparcamiento. Pintado, lacado o galvanizado en diferentes acabados.

Estética |||||

El modelo ha sido calculado en 4 versiones diferentes en función de las cargas de viento y nieve en el lugar de instalación en cumplimiento del Código Técnico de la Edificación (CTE). La proyección trasera del brazo aporta un acabado moderno de medidas proporcionadas.



5.5. Cablejat


5.5.1. Cablejat de CC

Fotovoltaicos
Baja tensión

TECSUN - H1Z2Z2-K

Tensión asignada: 1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.) (1,8/1,8 kVdc máx.)
 Norma diseño: EN 50618 / IEC 62930
 Designación genérica: H1Z2Z2-K





D_{ca}s2,d2,a2
(secciones desde 1,5 a 10 mm²)

E_{ca}
(secciones superiores a 10 mm²)



N° DoP 1016009 (D_{ca}-s2,d2,a2)
 N° DoP 1007351 (E_{ca})

DESCÁRGATE la DoP
 (declaración de prestaciones)
<https://es.prysmiangroup.com/dop>

Ensayos de fuego que superan todas las secciones.



No propagación de la llama
UNE-EN 60332-1-2
 IEC 60332-1-2
 NFC 32070-C2



No propagación de incendio
UNE-EN 50305-9



Libre de halógenos
UNE-EN 50525-1



Baja opacidad de humos
UNE-EN 61034-2
 IEC 61034-2



Baja emisión de gases corrosivos
UNE-EN 50305 (ITC<3)

Ensayos de fuego adicionales para cables con secciones inferiores a 16 mm² (D_{ca}-s2,d2,a2)



Libre de halógenos
UNE-EN 60754-2
 UNE-EN 60754-1
 IEC 60754-2
 IEC 60754-1



Baja emisión de humos
UNE-EN 50399



Baja emisión de gases corrosivos
UNE-EN 60754-2
 IEC 60754-2



Baja emisión de calor
UNE-EN 50399



Máxima resistencia al agua (ADB)



Resistencia al frío



Cable flexible



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia al ozono



Resistencia al calor húmedo



Resistencia a las grasas y aceites



Resistencia a los golpes



Resistencia a la abrasión



Apto para enterrar directamente

- Temperatura de servicio: -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Ensayo de tensión durante 5 min: 6500 Vac / 15000 Vdc.

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea (secciones inferiores a 16 mm²):

- Clase de reacción al fuego (CPR): **D_{ca}-s2,d2,a2**.
- Requerimientos de fuego: UNE-EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: UNE-EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo:
UNE-EN 60332-1-2; UNE-EN 50399;
 UNE-EN 60754-2; UNE-EN 61034-2.

Normativa de fuego completa (incluidas normas aplicables a países no pertenecientes a la Unión Europea) (secciones inferiores a 16 mm²):

- No propagación de la llama:
UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2

- No propagación del incendio:
UNE-EN 50305-9.
- Libre de halógenos:
UNE-EN 60754-2; UNE-EN 50525-1.
- Baja emisión de humos:
UNE-EN 50399.
- Baja opacidad de humos:
UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Baja emisión de gases corrosivos:
UNE-EN 60754-2.
- Baja emisión de gases tóxicos:
UNE-EN 60754-2; UNE-EN 50305 (ITC<3).
- Baja emisión de calor:
UNE-EN 50399.

Prysmian

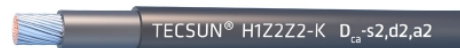
A brand of
Prysmian
Group

Fotovoltaicos

Baja tensión

TECSUN - H1Z2Z2-K

Tensión asignada: 1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.) (1,8/1,8 kVdc máx.)
Norma diseño: EN 50618 / IEC 62930
Designación genérica: H1Z2Z2-K



Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea (secciones superiores a 10 mm²):

- Clase de reacción al fuego (CPR): E_{ca}
- Requerimientos de fuego: UNE-EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: UNE-EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo:
[UNE-EN 60332-1-2](#).

Normativa de fuego completa (incluidas normas

aplicables a países no pertenecientes a la Unión Europea) (secciones superiores a 10 mm²):

- No propagación de la llama:
[UNE-EN 60332-1-2](#); IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2
- No propagación del incendio:
UNE-EN 50305-9.
- Libre de halógenos:
UNE-EN 50525-1.
- Baja opacidad de humos:
UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Baja emisión de gases tóxicos:
UNE-EN 50305 (ITC<3).

Construcción

1. Conductor

Metal: cobre recocido estañado.

Flexibilidad: flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 120 °C, 20 000 h;
90 °C (30 años). 250 °C en cortocircuito.

2. Aislamiento

Material: compuesto reticulado libre de halógenos según tabla B.1 de anexo B de EN 50618.

3. Cubierta

Material: compuesto reticulado libre de halógenos según tabla B.1 de anexo B de EN 50618.

Colores: negro o rojo.

Aplicaciones

Especialmente diseñado para instalaciones solares fotovoltaicas interiores, exteriores, industriales, agrícolas, fijas o móviles (con seguidores...). Pueden ser instalados en bandejas, conductos y equipos. Adecuado para soterramiento directo (sin tubo o conducto).

Indicado para el lado de corriente continua en instalaciones de autoconsumo solar fotovoltaico.

Sistemas de corriente continua (ITC-BT 53).

Prysmian

A brand of
Prysmian
Group

Fotovoltaicos

Baja tensión

TECSUN - H1Z2Z2-K



Tensión asignada: 1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.) (1,8/1,8 kVdc máx.)
Norma diseño: EN 50618 / IEC 62930
Designación genérica: H1Z2Z2-K



| Ensayos adicionales cable TECSUN | |
|--|---|
| Vida estimada | 30 años |
| Certificación | TÜV y VDE |
| Apto para instalación directamente enterrado | Sí |
| Doble aislamiento (clase II) | Sí |
| Temperatura máxima del conductor | 90°C (120 °C, 20000 h) 250°C (cortocircuito) |
| Adecuado para sistemas anti-PID | Tensión máxima eficaz: 1200 V (>906 V) Tensión máxima de pico: 1697 V (>1468 V) |
| Máxima tensión de tracción | 50 N/mm ² durante el tendido 15 N/mm ² en operación (instalado) |
| Resistencia al ozono | IEC 62930 Tab.3 según IEC 60811-403; UNE-EN 50618 Tab.2 según UNE-EN 50396 tipo de prueba B |
| Resistencia a los rayos UVA | IEC 62930 Anexo E; UNE-EN 50618 Anexo B Resistencia a la tracción y elongación a la rotura después de 720 h (360 ciclos) de exposición a los rayos UVA según UNE-EN 50289-4-17, (Método A) |
| Resistencia a la absorción agua | EN 60811-402 |
| Protección contra el agua | AD8 (sumersión permanente) |
| Resistencia a aceites minerales | VDE 0473-811-404, EN 60811-404 (24h; 100 °C) |
| Resistencia a ácidos y bases | IEC 62930 y UNE-EN 50618 Anexo B 7 días, 23 °C N-ácido oxálico, N-hidróxido sódico (según IEC 60811-404; UNE-EN 60811-404) |
| Resistencia al amoníaco | Ensayo especial de Prysmian: 30 días en atmósfera saturada de amoníaco. |
| Prueba de contracción | IEC 62930 Tab 2 según IEC 60811-503; UNE-EN 50618 Tab 2 según UNE-EN 60811-503 (máxima contracción 2%) |
| Resistencia al calor húmedo | IEC 62930 Tab.2 y UNE-EN 50618 Tab. 21000h a 90 °C y 85% de humedad para 85% IEC 60068-2-78, UNE-EN- 60068-2-78 |
| Respetuoso con el medio ambiente | Directiva RoHS 2014/35/UE de la Unión Europea |

| | |
|---|---|
| Penetración dinámica | IEC 62930 Anexo D; EN 50618 Anexo D |
| Doblado y alargamiento a baja temperatura | Doblado y alargamiento a -40 °C según IEC 62930 Tab.2 según IEC 60811-504 y -505 y UNE-EN 50618 Tab.2 según UNE-EN 60811-1-4 y UNE-EN 60811-504 y -505 |
| Resistencia al impacto en frío | Resistencia al impacto a -40° C según IEC 62930 Anexo C según IEC 60811-506 y UNE-EN 50618 Anexo C según UNE-EN 60811-506 |
| Presión a temperatura elevada | < 50% según UNE-EN 60811-508 |
| Dureza Prysmian | Test interno Prysmian: Tipo A: 85 según DIN EN ISO 868 |
| Resistencia a la abrasión | Ensayo especial Prysmian DIN ISO 4649 <ul style="list-style-type: none"> • Contra papel abrasivo. • Cubierta contra cubierta. • Cubierta contra metal. • Cubierta contra plásticos. |
| Durabilidad del marcado | IEC 62930; UNE-EN 50396 |

Fotovoltaicos

Baja tensión

TECSUN - H1Z2Z2-K



Tensión asignada: 1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.) (1,8/1,8 kVdc máx.)
 Norma diseño: EN 50618 / IEC 62930
 Designación genérica: H1Z2Z2-K



Datos técnicos

| Número de conductores x sección (mm ²) | Diámetro máximo del conductor (mm) (1) | Diámetro exterior del cable (valor máximo) (mm) | Radio mínimo de curvatura dinámico (mm) | Radio mínimo de curvatura estático (mm) | Peso (kg/km) (1) | Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km) | Intensidad admisible al aire (2) (A) | Intensidad admisible al aire. Ambiente 60 °C y T conductor 120 °C (3) | Intensidad admisible enterrado directamente o bajo tubo enterrado (4) (A) | Caída de tensión (V/A km) (2) |
|--|--|---|---|---|------------------|--|--------------------------------------|---|---|-------------------------------|
| 1x1,5 | 1,6 | 4,4 | 20 | 15 | 35 | 13,7 | 24 | 30 | 24 | 27,4 |
| 1x2,5 | 1,9 | 4,8 | 22 | 17 | 46 | 8,21 | 34 | 41 | 32 | 16,42 |
| 1x4 | 2,4 | 5,3 | 24 | 18 | 61 | 5,09 | 46 | 55 | 42 | 10,18 |
| 1x6 | 2,9 | 5,9 | 26 | 20 | 80 | 3,39 | 59 | 70 | 53 | 6,78 |
| 1x10 | 4 | 7,0 | 30 | 23 | 122 | 1,95 | 82 | 98 | 70 | 3,90 |
| 1x16 | 5,6 | 9,0 | 39 | 30 | 200 | 1,24 | 110 | 132 | 91 | 2,48 |
| 1x25 | 6,4 | 10,3 | 45 | 34 | 290 | 0,795 | 140 | 176 | 116 | 1,59 |
| 1x35 | 7,5 | 11,7 | 63 | 50 | 400 | 0,565 | 182 | 218 | 140 | 1,13 |
| 1x50 | 9 | 13,5 | 73 | 58 | 560 | 0,393 | 220 | 276 | 166 | 0,786 |
| 1x70 | 10,8 | 15,5 | 83 | 66 | 750 | 0,277 | 282 | 347 | 204 | 0,554 |
| 1x95 | 12,6 | 17,7 | 94 | 75 | 970 | 0,210 | 343 | 416 | 241 | 0,42 |
| 1x120 | 14,2 | 19,2 | 122 | 82 | 1220 | 0,164 | 397 | 488 | 275 | 0,328 |
| 1x150 | 15,8 | 21,4 | 136 | 91 | 1500 | 0,132 | 458 | 566 | 311 | 0,264 |
| 1x185 | 17,4 | 23,7 | 151 | 101 | 1840 | 0,108 | 523 | 644 | 348 | 0,216 |
| 1x240 | 20,4 | 27,1 | 171 | 114 | 2400 | 0,0817 | 617 | 775 | 402 | 0,1634 |

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación monofásica o corriente continua en bandeja perforada al aire (40 °C). Con exposición directa al sol, multiplicar la corriente por 0,85.

→ XLPE2 con instalación tipo F → columna 13. (UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52).

(3) Instalación de conductores separados con renovación eficaz del aire en toda su cubierta (cables suspendidos).

(4) Instalación enterrada directamente o bajo tubo con (4) Instalación enterrada directamente o bajo tubo con resistencia térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W. XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) (monofásica o continua).

Temperatura ambiente 60 °C (a la sombra) y temperatura máxima en el conductor 120 °C. Valor que puede soportar el cable, 20 000 h a lo largo de su vida estimada (25 años).

5.5.2. Cablejat de CA

Cables 0,6/1 kV

RZ1-K (AS) 0,6/1 kV



Descripción

Los cables RZ1-K (AS) 0,6/1 kV son adecuados para el transporte y distribución de energía eléctrica en instalaciones fijas, protegidas o no, donde en caso de incendio se requiera una baja emisión de humos y gases corrosivos, como locales de pública concurrencia, hospitales, escuelas, centros comerciales y aeropuertos. Son adecuados para instalaciones interiores y exteriores.

Su gran flexibilidad los hace muy apropiados en instalaciones complejas y de gran dificultad.

Los cables RZ1-K (AS) 0,6/1 kV pueden fabricarse en otros colores según la IEC 60502. Nuestros cables se encuentran certificados para la norma IEC 60502.

Normas de Referencia: HD 603 S1 e IEC 60502

Aplicaciones

Según el REBT 2002, para las siguientes instalaciones:

- ITC-BT 09 Redes de alimentación subterránea para instalaciones de alumbrado exterior
- ITC-BT 14 Línea general de alimentación
- ITC-BT 15 Derivación individual
- ITC-BT 20 Instalaciones interiores o receptoras
- ITC-BT 28 Locales de pública concurrencia

Igualmente se pueden utilizar en las siguientes:

- ITC-BT 07 Redes subterráneas para distribución en baja tensión
- ITC-BT 11 Redes de distribución de energía eléctrica. Acometidas subterráneas
- ITC-BT 30 Instalaciones en locales de características especiales

Apropiados para instalaciones en las que se quiera aumentar la protección contra incendios. Adecuados para instalaciones interiores y exteriores, sobre soportes al aire, en tubos o enterrados.

Características Técnicas

| | |
|--------------------|---|
| 1. Conductor | Cobre electrolítico flexible (Clase V) según UNE-EN 60228, EN 60228 e IEC 60228 |
| 2. Aislamiento | Polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según HD 603 S1 e IEC 60502-1 |
| 3. Cubierta | Poliolefina termoplástica tipo DMZ-E según UNE-HD 603-1 y ST8 según IEC 60502-1 |
| Tensión nominal | 0,6/1 kV |
| Tensión de ensayo | 3.500 V C.A. |
| Temperatura máxima | 90 °C |

Los datos contenidos en esta página, son meramente informativos, no constituyendo compromiso contractual de ningún tipo por parte de Cables RCT. Así mismo Cables RCT, dentro de su proceso de mejora continua, se reserva el derecho de modificar sus especificaciones técnicas sin previo aviso. 18 junio 2016

Cables 0,6/1 kV

RZ1-K (AS) 0,6/1 kV



Otras características

Color según UNE 21089 y HD 308 S2 (marcados con colores para menos de cinco conductores), UNE-EN 50334 y EN 50334 (marcados por inscripción para más de cinco conductores)

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1-2, EN 60332-1-2 e IEC 60332-1-2

No propagación del incendio según UNE-EN 60332-3-24, EN 60332-3-24 e IEC 60332-3-24

Bajo contenido de halógenos según UNE-EN 50267, EN 50267 e IEC 60754-1 y 60754-2

Baja emisión de gases corrosivos según IEC 60754-1 y 60754-2

Baja emisión de humos opacos según UNE-EN 61034-2, EN 61034-2 e IEC 61034-2

El uso de polietileno reticulado (XLPE) admite una mayor densidad de corriente, a igualdad de sección, respecto al aislamiento con PVC

Dimensiones

| Sección (mm ²) | Resistencia a 20 °C (Ohm/km) | Diámetro Exterior (mm) | Peso (kg/km) |
|----------------------------|------------------------------|------------------------|--------------|
| 1x1,5 | 13,3 | 4,80 | 34 |
| 1x2,5 | 7,98 | 5,15 | 44 |
| 1x4 | 4,95 | 5,60 | 58 |
| 1x6 | 3,3 | 6,30 | 80 |
| 1x10 | 1,91 | 7,30 | 121 |
| 1x16 | 1,21 | 8,40 | 178 |
| 1x25 | 0,78 | 10,00 | 260 |
| 1x35 | 0,554 | 11,10 | 349 |
| 1x50 | 0,386 | 12,90 | 482 |
| 1x70 | 0,272 | 14,70 | 668 |
| 1x95 | 0,206 | 17,25 | 890 |
| 1x120 | 0,161 | 19,00 | 1.117 |
| 1x150 | 0,129 | 21,60 | 1.406 |
| 1x185 | 0,106 | 23,40 | 1.723 |
| 1x240 | 0,0801 | 26,70 | 2.244 |
| 1x300 | 0,0641 | 28,50 | 2.759 |
| 1x400 | 0,0486 | 34,30 | 3.635 |
| 1x500 | 0,0384 | 36,90 | 4.653 |
| 1x630 | 0,0287 | 44,50 | 6.408 |
| 2x1,5 | 13,3 | 7,75 | 83 |
| 2x2,5 | 7,98 | 8,45 | 108 |
| 2x4 | 4,95 | 9,50 | 148 |
| 2x6 | 3,3 | 10,20 | 187 |
| 2x10 | 1,91 | 11,85 | 280 |
| 2x16 | 1,21 | 14,10 | 431 |
| 2x25 | 0,78 | 18,10 | 682 |
| 2x35 | 0,554 | 22,05 | 921 |
| 2x50 | 0,386 | 25,70 | 1.316 |
| 2x70 | 0,272 | 29,35 | 1.798 |

| Sección (mm ²) | Resistencia a 20 °C (Ohm/km) | Diámetro Exterior (mm) | Peso (kg/km) |
|----------------------------|------------------------------|------------------------|--------------|
| 2x95 | 0,206 | 33,80 | 2.399 |
| 3x1,5 | 13,3 | 8,95 | 112 |
| 3G1,5 | 13,3 | 8,95 | 112 |
| 3G2,5 | 7,98 | 9,60 | 143 |
| 3G4 | 4,95 | 10,10 | 181 |
| 3G6 | 3,3 | 11,10 | 243 |
| 3G10 | 1,91 | 13,00 | 372 |
| 3x16 | 1,21 | 15,35 | 551 |
| 3x25 | 0,78 | 18,90 | 845 |
| 3x35 | 0,554 | 21,95 | 1.195 |
| 3x50 | 0,386 | 27,30 | 1.703 |
| 3x70 | 0,272 | 30,75 | 2.365 |
| 3x95 | 0,206 | 35,90 | 3.121 |
| 3x120 | 0,161 | 43,50 | 3.983 |
| 3x150 | 0,129 | 44,75 | 4.920 |
| 3x185 | 0,106 | 50,70 | 6.083 |
| 3x240 | 0,0801 | 54,35 | 8.045 |
| 4G1,5 | 13,3 | 8,70 | 115 |
| 4G2,5 | 7,98 | 9,95 | 163 |
| 4G4 | 4,95 | 10,95 | 223 |
| 4G6 | 3,3 | 12,60 | 312 |
| 4G10 | 1,91 | 14,40 | 468 |
| 4x16 | 1,21 | 17,40 | 726 |
| 4x25 | 0,78 | 21,15 | 1.105 |
| 4x35 | 0,554 | 24,20 | 1.504 |
| 4x50 | 0,386 | 29,60 | 2.276 |
| 4x70 | 0,272 | 35,80 | 3.055 |
| 4x95 | 0,206 | 42,00 | 4.189 |
| 4G95 | 0,206 | 41,20 | 4.003 |

Los datos contenidos en esta página, son meramente informativos, no constituyendo compromiso contractual de ningún tipo por parte de Cables RCT. Adicionalmente, dentro de su proceso de mejora continua, se reserva el derecho de modificar sus especificaciones técnicas sin previo aviso. 18 Junio 2018

cablesrct.com

Sede ZARAGOZA
T. 976 500 120
info@rct.es

Delegación BARCELONA
T. 93 307 95 62
barna@rct.es

Delegación MADRID
T. 91 691 85 48
madrid@rct.es

Delegación SEVILLA
T. 954 354 946
sevilla@rct.es

Delegación VALENCIA
T. 96 375 90 70
valencia@rct.es

Cables 0,6/1 kV

RZ1-K (AS) 0,6/1 kV



Dimensiones

| Sección (mm ²) | Resistencia a 20 °C (Ohm/km) | Diámetro Exterior (mm) | Peso (kg/km) |
|----------------------------|------------------------------|------------------------|--------------|
| 4x120 | 0,161 | 46,20 | 5.126 |
| 4x150 | 0,129 | 52,65 | 6.617 |
| 4x185 | 0,106 | 55,30 | 8.098 |
| 5G1,5 | 13,3 | 9,90 | 142 |
| 5G2,5 | 7,98 | 10,85 | 192 |
| 5G4 | 4,95 | 12,00 | 267 |
| 5G6 | 3,3 | 13,95 | 376 |
| 5G10 | 1,91 | 15,95 | 572 |
| 5G16 | 1,21 | 19,50 | 892 |
| 5G25 | 0,78 | 23,30 | 1.302 |
| 5G35 | 0,554 | 26,70 | 1.802 |
| 5G50 | 0,386 | 33,25 | 2.705 |
| 5G70 | 0,272 | 39,20 | 3.742 |
| 5G95 | 0,206 | 43,20 | 4.860 |
| 5G120 | 0,161 | 48,15 | 6.176 |
| 5G150 | 0,129 | 52,95 | 7.632 |
| 6G1,5 | 13,3 | 11,15 | 174 |
| 6G2,5 | 7,98 | 12,20 | 234 |
| 6G4 | 4,95 | 13,80 | 330 |
| 7x1,5 | 13,3 | 11,15 | 189 |
| 7G1,5 | 13,3 | 11,15 | 189 |
| 7G2,5 | 7,98 | 12,40 | 264 |
| 7G4 | 4,95 | 14,90 | 404 |
| 7G6 | 3,3 | 16,40 | 537 |
| 7G10 | 1,91 | 18,30 | 790 |

| Sección (mm ²) | Resistencia a 20 °C (Ohm/km) | Diámetro Exterior (mm) | Peso (kg/km) |
|----------------------------|------------------------------|------------------------|--------------|
| 7G16 | 1,21 | 21,30 | 1.171 |
| 8G1,5 | 13,3 | 12,10 | 216 |
| 8G2,5 | 7,98 | 13,50 | 302 |
| 10G1,5 | 13,3 | 13,45 | 269 |
| 10G2,5 | 7,98 | 15,40 | 391 |
| 12G1,5 | 13,3 | 13,80 | 291 |
| 12G2,5 | 7,98 | 15,45 | 415 |
| 14G1,5 | 13,3 | 15,55 | 361 |
| 14G2,5 | 7,98 | 16,55 | 477 |
| 14G4 | 4,95 | 18,35 | 671 |
| 14G6 | 3,3 | 20,80 | 938 |
| 14G10 | 1,91 | 24,40 | 1.493 |
| 16G1,5 | 13,3 | 15,75 | 377 |
| 16G2,5 | 7,98 | 17,55 | 536 |
| 18G4 | 4,95 | 20,50 | 824 |
| 19G1,5 | 13,3 | 17,20 | 455 |
| 19G2,5 | 7,98 | 18,60 | 619 |
| 24G1,5 | 13,3 | 18,20 | 523 |
| 24G2,5 | 7,98 | 21,05 | 782 |
| 27G1,5 | 13,3 | 18,50 | 552 |
| 30G1,5 | 13,3 | 20,00 | 635 |
| 32G1,5 | 13,3 | 20,20 | 650 |
| 37G1,5 | 13,3 | 21,05 | 725 |
| 37G2,5 | 7,98 | 24,95 | 1.135 |
| 44G1,5 | 13,3 | 24,55 | 938 |

Los datos contenidos en esta página, son meramente informativos, no constituyendo compromiso contractual de ningún tipo por parte de Cables RCT. Así mismo Cables RCT, dentro de su proceso de mejora continua, se reserva el derecho de modificar sus especificaciones técnicas sin previo aviso. 18 junio 2018

cablesrct.com

Sede ZARAGOZA
T. 976 500 120
info@rct.es

Delegación BARCELONA
T. 93 307 95 62
barna@rct.es

Delegación MADRID
T. 91 691 85 48
madrid@rct.es

Delegación SEVILLA
T. 954 354 946
sevilla@rct.es

Delegación VALENCIA
T. 96 375 90 70
valencia@rct.es

5.6. Smartlogger

SmartLogger 1000



Inteligente

Control remoto de potencia activa y reactiva



Simple

Hasta 80 inversores por SmartLogger1000



Confiable

Máx. rango de comunicación confiable de 1000 m

| Especificaciones técnicas | SmartLogger 1000 |
|---|---|
| Gestión de dispositivos | |
| Máx. cantidad de dispositivos gestionables | 80 |
| Máx. cantidad de inversores inteligentes gestionables | 80 |
| Especificaciones técnicas | SmartLogger 1000 |
| Interfaz de comunicación | |
| Ethernet eléctrica | 1 puerto ETH: 10 / 100 Mbps |
| RS485 | 3 COM: 2400 / 4800 / 9600 / 19200 / 115200 bps |
| Entrada / salida digital / analógica | 4 puertos DI; 3 puertos DO; 2 puertos AI |
| Protocolo de comunicación | |
| Ethernet | Modbus-TCP, IEC 60870-5-104 |
| RS485 | Modbus-RTU, IEC 60870-5-103 (estándar), DL / T645 |
| Interacción | |
| LCD | LCD gráfica de 3.5 pulgadas |
| LED | 3 indicadores LED |
| WEB | WEB integrada |
| USB | 1 puerto USB 2.0 |
| Entorno | |
| Temperatura de operación | -20°C ~ 60°C (-4°F ~ 140°F) |
| Humedad relativa (Sin condensación) | 5% ~ 95% |
| Máx. Altitud de operación | 4,000 m (13,123 ft.) |
| Características eléctricas | |
| Fuente de alimentación | 100 V ~ 240 V, 50 Hz / 60 Hz |
| Consumo de energía | Típico 3 W, máx. 7 W |
| Características mecánicas | |
| Dimensiones (ancho x altura x profundidad) | 225 x 140 x 50 mm (8.9 x 5.5 x 2.0 pulgadas) |
| Peso | 0.5 kg (1.1 lb.) |
| Grado de protección | IP20 |
| Opciones de instalación | Instalación en pared, riel DIN, escritorio |



SOLAR.HUAWEI.COM

5.7. Canalitzacions



ESPECIFICACIÓN DE PRODUCTO

AISCAN UV

| TIPO | COMPOSICIÓN | φ EXT mm | TOL. mm | φ INT. MIN. mm | LONG m | TOLER. mm | Nº ESP | SECUENCIA DE ESPIRAS | CAPAS | RADIO MIN. CURV. mm | Nº ATA. | RESISTENCIA IMPACTO A -5°C (J)* |
|------------------|---------------|-------------|------------|----------------------|-----------|--------------|--------|-------------------------|-------|------------------------------|------------|--|
| AISCAN-UV-40 | POLIOLEFINA | 40 | +0 -0,4 | 30,5 | 100 | +2 -1 | 55 | 11-11-11-11-11 | 5 | 160 | 4 | 15 |
| AISCAN-UV-50 | " | 50 | +0 -0,5 | 40 | 100 | +2 -1 | 48 | 8-8-8-8-8-8 | 6 | 200 | 4 | 15 |
| AISCAN-UV-63 | " | 63 | +0 -0,6 | 50 | 100 | +2 -1 | 40 | 8-8-8-8-8 | 5 | 252 | 6 | 20 |
| AISCAN-UV-90 | " | 90 | +1,7 -0 | 73 | 75 | +2 -1 | 28 | 6-5-6-5-6 | 5 | 252 | 6 | 20 |
| AISCAN-UV-110 | " | 110 | +2 -0 | 88 | 50 | +1,5 -1 | 17,6 | 5-4-5-3+4/6 | 4 | 252 | 6 | 28 |
| AISCAN-UV-160 | " | 160 | +2,9 -0 | 130 | 50 | +1,5 -1 | 14,2 | 4-3-4-3-4+1/6 | 4 | 400 | 6 | 40 |
| FECHA DE EDICIÓN | Nº DE EDICIÓN | Nº DE FICHA | | | | | | | | | | |
| 2015/10 | 1 | EP-UV | | | | | | | | | | |



| CARACTERÍSTICAS SEGUN NORMA IEC 61386-24. | CARACTERÍSTICAS DE ETIQUETADO <i>Cada rollo lleva etiqueta indicativa de:</i> | CARACTERÍSTICAS DE INSTALACIÓN |
|---|--|---|
| TUBO DE PARED MÚLTIPLE (Interior lisa y exterior corrugada) TIPO: N (Uso Normal) RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN >450 N RESISTENCIA AL IMPACTO Uso Normal* CURVABLE SI INFLUENCIAS EXTERNAS: IP54 COLOR: NEGRO RESISTENTE A LA RADIACIÓN UV SI | Tipo, nominal, cantidad de metros, norma aplicable, Marcado "CE", Instrucciones de manipulación y almacenamiento, Código de barras EAN-13, fecha, nº de control y línea de fabricación. | LA INSTALACIÓN DE ESTE PRODUCTO SE REALIZARÁ SEGÚN INSTRUCCIONES DEL R.E.B.T |

CUMPLE CON LA NORMA UNE-EN 60754-2 sobre "Determinación del grado de acidez de gases de los materiales por medida del pH y conductividad".
CON GUÍA DE NYLON INCORPORADA

- COPIA NO CONTROLADA. ESTA INFORMACIÓN PUEDE SER MODIFICADA POR AISCAN SIN PREVIO AVISO -

5.8. Proteccions

5.8.1. Interruptors magnetotèrmics 200 A



DPX³ 250 termomagnético

interruptores termomagnéticos con caja moldeada de 200 a 250 A



Características técnicas p. 38-40
 Dimensiones p. 35-36

Se montan sobre riel L o sobre pletina en cajas y armarios XL³
 Garantizan el corte, el control, el seccionamiento y la protección de líneas eléctricas de baja tensión
 Suministrados con separadores, bornes de jaula, conexión 120 mm² máxima en cable flexible y hasta 150 mm² (en cable rígido) con accesorios
 Reciben los accesorios comunes DPX² (p. 16)
 Conforme con la norma IEC 60947-2

| Emb. | Ref. | Interruptores termomagnéticos |
|------|-------------------|--|
| | | Térmico ajustable de 0.8 a 1 In Magnético ajustable de 5 a 10 In Poder de corte Icu 36 kA (400 V_~) |
| | | In (A) |
| | 3P 4P (*) | |
| 1 | 4 202 38 4 202 48 | 200 |
| 1 | 4 202 39 4 202 49 | 250 |
| | | (1) Poder de corte Icu 50 kA (400 V_~) |
| 1 | 4 202 68 4 202 78 | 200 |
| 1 | 4 202 69 4 202 79 | 250 |
| | | (1) Poder de corte Icu 70 kA (400 V_~) |
| 1 | 4 206 08 4 206 18 | 200 |
| 1 | 4 206 09 4 206 19 | 250 |
| | | Interruptores termomagnéticos diferenciales |
| | | Térmico ajustable de 0.8 a 1 In Magnético ajustable de 5 a 10 In Diferencial electrónico integrado con pantalla LCD Sensibilidad ajustable: 0.03 - 0.3 - 1 - 3 A Disparo ajustable: 0 - 0.3 - 1 - 3 s (0 s solo posible con sensibilidad 0.03 A) |
| | | Poder de corte Icu 36 kA (400 V_~) |
| | | In (A) |
| | 4P | |
| 1 | 4 202 58 | 200 |
| 1 | 4 202 59 | 250 |
| | | (1) Poder de corte Icu 50 kA (400 V_~) |
| 1 | 4 202 88 | 200 |
| 1 | 4 202 89 | 250 |

(*) Interruptores termomagnéticos 4P consultar.

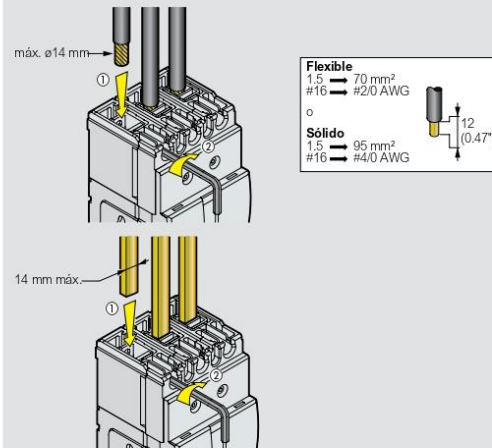
(1) Interruptores de alto poder de corte (Icu) consultar.

DPX³ 160 termomagnético

conexión

Conexión

Conexión directa





DPX³ 160/250

■ Características técnicas (a 40)

| Interruptores termomagnéticos | DPX ³ 160 termomagnético | | | | DPX ³ 160 con diferencial | | | | |
|---|-------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------------------|-------|-------|-------|------|
| | 16 kA | 25 kA | 36 kA | 50 kA | 16 kA | 25 kA | 36 kA | 50 kA | |
| Corriente nominal In (A) | 16-25-40-63-80-100-125-160 | | | | | | | | |
| Tensión asignada de aislamiento (V) | 50-60 Hz | | | | 800 | | | | |
| Tensión asignada de servicio (V) | 50-60 Hz | | | | 690 | | | | |
| | Continua | | | | 500 | | | | |
| Tensión asignada de resistencia a los choques Uimp (kV) | B | | | | B | | | | |
| Categoría de empleo | A | | | | A | | | | |
| Poder de corte último (kA) CA | 220/240 V~ | 25 | 35 | 50 | 65 | 25 | 35 | 50 | 65 |
| | 380/415 V~ | 16 | 25 | 36 | 50 | 16 | 25 | 36 | 50 |
| | 440 V~ | 10 | 18 | 25 | 30 | 10 | 18 | 25 | 30 |
| | 480/500 V~ | 8 | 10 | 12 | 15 | 8 | 10 | 12 | 15 |
| | 690 V~ | 5 | 5 | 8 | 10 | 5 | 5 | 8 | 10 |
| | 125 V _{DC} ⁽¹⁾ | 32 | 50 | 60 | 80 | 32 | 50 | 60 | 80 |
| Poder de corte último (kA) CC | 250 V _{DC} ⁽¹⁾ | 16 | 25 | 30 | 40 | 16 | 25 | 30 | 40 |
| | 400 V _{DC} ⁽²⁾ | 16 | 25 | 30 | 40 | 16 | 25 | 30 | 40 |
| | 500 V _{DC} ⁽²⁾ | 10 | 20 | 25 | 35 | 10 | 20 | 25 | 35 |
| Poder de corte de servicio Ics (% Icu) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| Poder de cierre en cortocircuito Icm (kA) | 415 V~ | 32 | 52.5 | 75.6 | 105 | 32 | 52.5 | 75.6 | 105 |
| Poder de cierre en 1 polo Isu (kA) Para régimen de neutro IT | 220/240 V~ | 6.25 | 8.75 | 12.5 | 16.3 | 6.25 | 8.75 | 12.5 | 16.3 |
| | 380/415 V~ | 4 | 6.25 | 9 | 12.5 | 4 | 6.25 | 9 | 12.5 |
| | 440 V~ | 2.5 | 4.5 | 6.25 | 7.5 | 2.5 | 4.5 | 6.25 | 7.5 |
| | 480/500 V~ | 2 | 2.5 | 3 | 3.75 | 2 | 2.5 | 3 | 3.75 |
| | 690 V~ | 1.25 | 1.25 | 2 | 2.5 | 1.25 | 1.25 | 2 | 2.5 |

| Interruptores termomagnéticos | DPX ³ 250 termomagnético | | | | DPX ³ 250 electrónico | | | | |
|---|-------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------------------|-------|-------|-------|------|
| | 25 kA | 36 kA | 50 kA | 70 kA | 25 kA | 36 kA | 50 kA | 70 kA | |
| Corriente nominal In (A) | 100-160-200-250 | | | | | | | | |
| Tensión asignada de aislamiento (V) | 50-60 Hz | | | | 800 (con diferencial integrado: 500) | | | | |
| Tensión asignada de servicio (V) | 50-60 Hz | | | | 690 (con diferencial integrado: 500) | | | | |
| | Continua | | | | 500 | | | | |
| Tensión asignada de resistencia a los choques Uimp (kV) | B | | | | B | | | | |
| Categoría de empleo | A | | | | A | | | | |
| Poder de corte último (kA) CA | 220/240 V~ | 40 | 60 | 80 | 100 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| | 380/415 V~ | 25 | 36 | 50 | 70 | 25 | 36 | 50 | 70 |
| | 440 V~ | 20 | 30 | 40 | 60 | 20 | 30 | 40 | 60 |
| | 480/500 V~ | 10 | 25 | 30 | 40 | 10 | 25 | 30 | 40 |
| | 690 V~ | 8 | 16 | 18 | 20 | 8 | 16 | - | 20 |
| | 125 V _{DC} ⁽¹⁾ | 50 | 72 | 80 | 90 | 50 | 72 | 80 | 90 |
| Poder de corte último (kA) CC | 250 V _{DC} ⁽¹⁾ | 25 | 36 | 40 | 45 | 25 | 36 | 40 | 45 |
| | 400 V _{DC} ⁽²⁾ | 30 | 45 | 50 | 55 | 30 | 45 | 50 | 55 |
| | 500 V _{DC} ⁽²⁾ | 25 | 36 | 40 | 45 | 25 | 36 | 40 | 45 |
| Poder de corte de servicio Ics (% Icu) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| Poder de cierre en 1 polo Isu (kA) Para régimen de neutro IT | 220/240 V~ | 10 | 15 | 20 | 25 | 15 | 15 | 20 | 25 |
| | 380/415 V~ | 6.25 | 9 | 12.5 | 17.5 | 6.25 | 9 | 12.5 | 17.5 |
| | 440 V~ | 5 | 7.5 | 10 | 15 | 5 | 7.5 | 10 | 15 |
| | 480/500 V~ | 2.5 | 6.25 | 7.5 | 10 | 2.5 | 6.25 | 7.5 | 10 |
| | 690 V~ | 2 | 4 | 4.5 | 5 | - | - | - | - |

■ Desclasificación de la temperatura

DPX³ 160

| In (A) | Temperatura (C) | | | | | | | | | | | |
|--------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | -25 | -20 | -10 | -5 | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| 16 | 23 | 22 | 21 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 15 | 14 |
| 25 | 37 | 35 | 34 | 33 | 32 | 30 | 28 | 26 | 25 | 23 | 22 | 21 |
| 40 | 55 | 54 | 52 | 51 | 50 | 47 | 43 | 42 | 40 | 38 | 36 | 34 |
| 63 | 88 | 87 | 84 | 83 | 81 | 76 | 69 | 66 | 63 | 60 | 57 | 55 |
| 80 | 115 | 113 | 111 | 109 | 107 | 97 | 87 | 84 | 80 | 78 | 75 | 72 |
| 100 | 135 | 133 | 130 | 123 | 115 | 108 | 100 | 100 | 100 | 95 | 90 | 85 |
| 125 | 160 | 158 | 155 | 153 | 150 | 138 | 125 | 125 | 125 | 118 | 112 | 105 |
| 160 | 224 | 221 | 214 | 210 | 205 | 192 | 176 | 168 | 160 | 152 | 145 | 139 |

DPX³ 250

| In (A) | Temperatura (C) | | | | | | | | | | | |
|--------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | -25 | -20 | -10 | -5 | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| 40 | 54 | 53 | 51 | 50 | 49 | 48 | 45 | 41 | 40 | 38 | 36 | 34 |
| 100 | 135 | 132 | 128 | 126 | 123 | 120 | 112 | 102 | 100 | 94 | 90 | 84 |
| 160 | 216 | 211 | 205 | 201 | 197 | 192 | 179 | 163 | 160 | 151 | 143 | 134 |
| 200 | 270 | 264 | 256 | 251 | 246 | 240 | 224 | 203 | 200 | 189 | 179 | 168 |
| 250 | 338 | 330 | 320 | 314 | 308 | 300 | 280 | 254 | 250 | 236 | 224 | 210 |

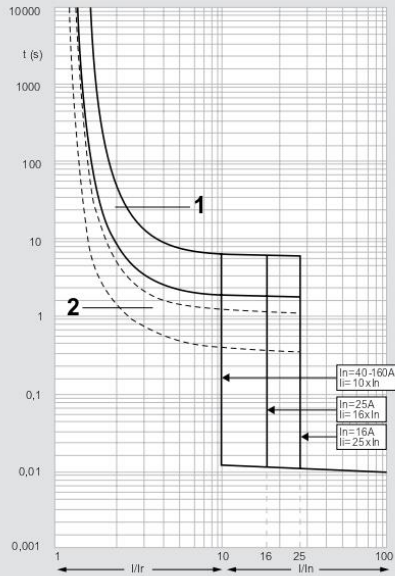
1: 2 polos en serie
2: 3 polos en serie

■ Desclasificación a diferentes alturas

| Altura (m) | 2000 | 3000 | 4000 |
|------------------------|---------------------------|-----------|-----------|
| Corriente asignada (A) | 1 x In | 0.96 x In | 0.93 x In |
| Tensión asignada (V) | DPX ³ sin dif. | 690 | 690 |
| | DPX ³ con dif. | 500 | 500 |

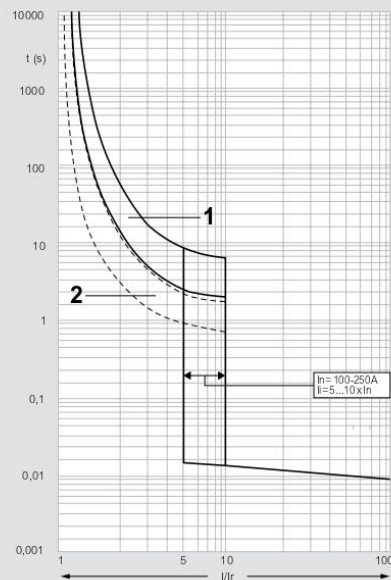
DPX³ 160/250

DPX³ 160 termomagnético Curva de disparo



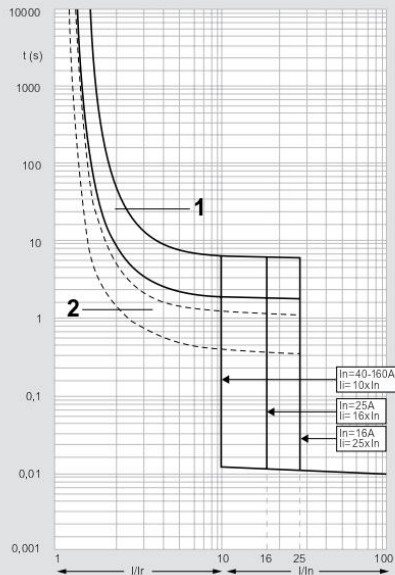
t: tiempo
 I: corriente de funcionamiento
 I_r: corriente de ajuste
 Curva n. 1: característica con arranque en frío
 Curva n. 2: característica con arranque en caliente

DPX³ 250 termomagnético Curvas de disparo



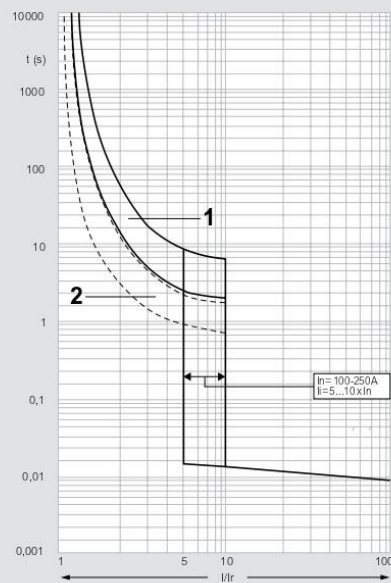
t: tiempo
 I: corriente de funcionamiento
 I_r: corriente de ajuste
 Curva n. 1: característica con arranque en frío
 Curva n. 2: característica con arranque en caliente

DPX³ 160 termomagnético con diferencial integrado Curvas de disparo



t: tiempo
 I: corriente de funcionamiento
 I_r: corriente de ajuste
 Curva n. 1: característica con arranque en frío
 Curva n. 2: característica con arranque en caliente

DPX³ 250 termomagnético con diferencial integrado Curvas de disparo



t: tiempo
 I: corriente de funcionamiento
 I_r: corriente de ajuste



DPX³ 160/250 (continuación)

DPX³ 250 electrónico Curvas de disparo

Ajuste del DPX³ termomagnético

| Configuración | DPX ³ magneto térmico | DPX ³ con diferencial |
|--|--|--|
| I _r umbral de disparo de sobrecarga (térmico) | 0.4 a 1 I _n | 0.4 a 1 I _n |
| I _m cortocircuito umbral de disparo (magnético) | fijo: 10 I _n ⁽¹⁾ | fijo: 10 I _n ⁽¹⁾ |
| I _{Δn} (A) | - | 0.03 - 0.03 - 1 - 3 |
| Δt (s) | - | 0 - 0.3 - 1 - 3 |

1: 400 A para DPX³ 160 In 16 A y 25 A

Ajuste del DPX³ electrónico

| Configuración | DPX ³ | DPX ³ con diferencial |
|---|---|----------------------------------|
| I _r umbral de disparo de la sobrecarga (retardo largo) | 0.4 a 1 I _n | |
| t _r retardo de disparo retardo largo | 3 - 5 - 10 - 15 s | |
| I _{sd} cortocircuito umbral de disparo (retardo corto) | 1.5 - 2 - 2.5 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 x I _r | |
| t _{sd} retardo de disparo retardo corto | 0.01 - 0.1 - 0.2 - 0.3 - 0.4 - 0.5 s | |
| I _g | 0.2 - 0.3 - 0.4 - 0.5 - 0.6 - 0.7 - 0.8 - 1 - PARO x I _n | |
| t _g | 0.1 - 0.2 - 0.5 - 1 s | |

DPX³ 630/1600

curvas características y rangos de ajuste DPX³

Curva de disparo de un DPX³ termomagnético

I: corriente real
I_r: protección térmica contra sobrecargas (ajuste: I_r = x I_n)
I_m: protección magnética contra cortocircuitos (ajuste: I_m = x I_n o I_m = x I_r)
La abscisa de las curvas que representa la relación I/I_r, modificar el ajuste de I_r no modifica la representación gráfica del disparo térmico. Por el contrario, el ajuste magnético se puede leer directamente (de 3.5 a 10 en este ejemplo).

5.8.2. Interruptor General Automàtic 1.250 A

LEGRAND

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DPX3 1.600 MT 4P 1.250 A 50kA

FICHA TÉCNICA



| Característica | Valor |
|--|------------------------|
| Intensidad nominal permanente I _n | 1250 A |
| Capacidad de desconexión de cortocircuito nominal I _{cu} a 400 V, 50 Hz | 50 kA |
| Intervalo de regulación del protector de sobrecarga | 1000 - 1250 A |
| Liberación del corto circuito con retardo a corto plazo del intervalo de ajuste | 6250 - 12500 A |
| Rango de ajuste de liberación instantánea de cortocircuito | 6250 - 12500 A |
| Protección de fuga a tierra integrada | NO |
| Tipo de conexión del circuito de corriente principal | Conexión roscada |
| Construcción de dispositivo | Dispositivo a empotrar |
| Apto para montaje en carril DIN | NO |
| Número de contactos auxiliares como contacto normalmente cerrado | 3 |
| Número de contactos auxiliares como contacto de intercambio | 3 |
| Con indicador de apagado | SI |
| Con liberación por subtensión | SI |
| Número de polos | 4 |
| Posición de conexión para circuito principal | Parte frontal |
| Tipo de elemento de control | Maneta |
| Accionamiento motorizado integrado | NO |
| Accionamiento motorizado opcional | SI |
| Grado de protección (IP) | IP30 |

5.8.3. Relé electrònic IGA

Interrupctor caja moldeada relé electrònic 3P 1.600A/1.250A 50kA serie NM8N-EN



Descripción:

Interrupctor de caja moldeada con relé electrònic para la serie NM8N-EN. Este accesorio 3P dispone de una intensidad de 1600A/1250A S y un poder de corte de 50kA. Así, el dispositivo se enmarca dentro de la gama de Interruptores automáticos de potencia, línea que ofrece el producto en diferentes características técnicas junto a una variedad de productos que combinan la versatilidad con la sencillez y flexibilidad. Además, la marca se caracteriza por ofrecer una variedad de servicios y productos innovadores centrados en material eléctrico de baja, media y alta tensión.

Ficha técnica:

| | |
|-------------|-------------------------|
| Objeto | Interrupctor automático |
| Intensidad | 1.250A |
| Nº de polos | 3 Polos |

5.8.4. Toroidal 140 mm IGA



Transformador de protección, encapsulados en resina

Página 1 de 4



TRP140 1250/5A 5P10

TRP140 1250/5A 5P10, Transformador de protección, encapsulados en resina, diámetro interior 140 mm

Código: P50352.

- > Sección útil (mm): 140
- > Precisión: 5P10
- > Rango medida (A): 1250 / 5
- > Potencia (VA): 5

Especificaciones

Características mecánicas

| | |
|----------------------------------|---------------------|
| Tamaño (mm) ancho x alto x fondo | 223 x 272 x 67 (mm) |
| Peso Neto (kg) | 3,8 |

TRP

Transformador de protección, encapsulados en resina

| CÓDIGO | TIPO | Sección útil (mm) | Rango medida (A) |
|--------------|----------------------|-------------------|------------------|
| TRP40 | | | |
| P50311. | TRP40 100 / 5A 5P10 | 40 | 100 / 5 |
| P50312. | TRP40 150 / 5A 5P10 | 40 | 150 / 5 |
| P50313. | TRP40 200 / 5A 5P10 | 40 | 200 / 5 |
| P50314. | TRP40 250 / 5A 5P10 | 40 | 250 / 5 |
| P50315. | TRP40 300 / 5A 5P10 | 40 | 300 / 5 |
| P50316. | TRP40 400 / 5A 5P10 | 40 | 400 / 5 |
| P50317. | TRP40 500 / 5A 5P10 | 40 | 500 / 5 |
| P50211. | TRP40 100 / 5A 5P20 | 40 | 100 / 5 |
| P50212. | TRP40 150 / 5A 5P20 | 40 | 150 / 5 |
| P50213. | TRP40 200 / 5A 5P20 | 40 | 200 / 5 |
| P50214. | TRP40 250 / 5A 5P20 | 40 | 250 / 5 |
| P50215. | TRP40 300 / 5A 5P20 | 40 | 300 / 5 |
| P50216. | TRP40 400 / 5A 5P20 | 40 | 400 / 5 |
| P50217. | TRP40 500 / 5A 5P20 | 40 | 500 / 5 |
| TRP60 | | | |
| P50321. | TRP60 150 / 5A 5P10 | 60 | 150 / 5 |
| P50322. | TRP60 200 / 5A 5P10 | 60 | 200 / 5 |
| P50323. | TRP60 250 / 5A 5P10 | 60 | 250 / 5 |
| P50324. | TRP60 300 / 5A 5P10 | 60 | 300 / 5 |
| P50325. | TRP60 400 / 5A 5P10 | 60 | 400 / 5 |
| P50326. | TRP60 500 / 5A 5P10 | 60 | 500 / 5 |
| P50327. | TRP60 600 / 5A 5P10 | 60 | 600 / 5 |
| P50328. | TRP60 750 / 5A 5P10 | 60 | 750 / 5 |
| P50329. | TRP60 1000 / 5A 5P10 | 60 | 1000 / 5 |



Fecha creación: 03/08/2023 - CIRCUITOR, S.A.U. se reserva el derecho de realizar cambios técnicos o modificar el contenido/ imágenes de este documento sin previo aviso para mejorar su fiabilidad, funcionalidad, diseño o por otros motivos.
 No acepta responsabilidad alguna por los posibles errores, inexactitud o la posible falta de información en el mismo.

Página 1 de 4



TRP140 1250/5A 5P10

Código: P50352.

| CÓDIGO | TIPO | Sección útil (mm) | Rango medida (A) |
|---------------|----------------------|-------------------|------------------|
| P50221. | TRP60 150 /5A 5P20 | 60 | 150 /5 |
| P50222. | TRP60 200 /5A 5P20 | 60 | 200 /5 |
| P50223. | TRP60 250 /5A 5P20 | 60 | 250 /5 |
| P50224. | TRP60 300 /5A 5P20 | 60 | 300 /5 |
| P50225. | TRP60 400 /5A 5P20 | 60 | 400 /5 |
| P50226. | TRP60 500 /5A 5P20 | 60 | 500 /5 |
| P50227. | TRP60 600 /5A 5P20 | 60 | 600 /5 |
| P50228. | TRP60 750 /5A 5P20 | 60 | 750 /5 |
| P50229. | TRP60 1000 /5A 5P20 | 60 | 1000 /5 |
| TRP80 | | | |
| P50331. | TRP80 250 /5A 5P10 | 80 | 250 /5 |
| P50332. | TRP80 300 /5A 5P10 | 80 | 300 /5 |
| P50333. | TRP80 400 /5A 5P10 | 80 | 400 /5 |
| P50334. | TRP80 500 /5A 5P10 | 80 | 500 /5 |
| P50335. | TRP80 600 /5A 5P10 | 80 | 600 /5 |
| P50336. | TRP80 800 /5A 5P10 | 80 | 800 /5 |
| P50337. | TRP80 1000 /5A 5P10 | 80 | 1000 /5 |
| P50338. | TRP80 1200 /5A 5P10 | 80 | 1200 /5 |
| P50339. | TRP80 1500 /5A 5P10 | 80 | 1500 /5 |
| P50231. | TRP80 250 /5A 5P20 | 80 | 250 /5 |
| P50232. | TRP80 300 /5A 5P20 | 80 | 300 /5 |
| P50233. | TRP80 400 /5A 5P20 | 80 | 400 /5 |
| P50234. | TRP80 500 /5A 5P20 | 80 | 500 /5 |
| P50235. | TRP80 600 /5A 5P20 | 80 | 600 /5 |
| P50236. | TRP80 800 /5A 5P20 | 80 | 800 /5 |
| P50237. | TRP80 1000 /5A 5P20 | 80 | 1000 /5 |
| P50238. | TRP80 1200 /5A 5P20 | 80 | 1200 /5 |
| P50239. | TRP80 1500 /5A 5P20 | 80 | 1500 /5 |
| TRP100 | | | |
| P50341. | TRP100 750 /5A 5P10 | 100 | 750 /5 |
| P50342. | TRP100 1000 /5A 5P10 | 100 | 1000 /5 |
| P50343. | TRP100 1200 /5A 5P10 | 100 | 1200 /5 |
| P50344. | TRP100 1500 /5A 5P10 | 100 | 1500 /5 |
| P50346. | TRP100 2000 /5A 5P10 | 100 | 2000 /5 |
| P50347. | TRP100 2500 /5A 5P10 | 100 | 2500 /5 |
| P50348. | TRP100 3000 /5A 5P10 | 100 | 3000 /5 |
| P50241. | TRP100 750 /5A 5P20 | 100 | 750 /5 |
| P50242. | TRP100 1000 /5A 5P20 | 100 | 1000 /5 |
| P50243. | TRP100 1200 /5A 5P20 | 100 | 1200 /5 |
| P50244. | TRP100 1500 /5A 5P20 | 100 | 1500 /5 |



TRP140 1250/5A 5P10

Código: P50352.

| CÓDIGO | TIPO | Sección útil (mm) | Rango medida (A) |
|---------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| P50246. | TRP100 2000 / 5A 5P20 | 100 | 2000 / 5 |
| P50247. | TRP100 2500 / 5A 5P20 | 100 | 2500 / 5 |
| P50248. | TRP100 3000 / 5A 5P20 | 100 | 3000 / 5 |
| TRP140 | | | |
| P50351. | TRP140 1000 / 5A 5P10 | 140 | 1000 / 5 |
| P50352. | TRP140 1250 / 5A 5P10 | 140 | 1250 / 5 |
| P50353. | TRP140 1500 / 5A 5P10 | 140 | 1500 / 5 |
| P50354. | TRP140 2000 / 5A 5P10 | 140 | 2000 / 5 |
| P50355. | TRP140 2500 / 5A 5P10 | 140 | 2500 / 5 |
| P50356. | TRP140 3000 / 5A 5P10 | 140 | 3000 / 5 |
| P50357. | TRP140 4000 / 5A 5P10 | 140 | 4000 / 5 |
| P50251. | TRP140 1000 / 5A 5P20 | 140 | 1000 / 5 |
| P50252. | TRP140 1250 / 5A 5P20 | 140 | 1250 / 5 |
| P50253. | TRP140 1500 / 5A 5P20 | 140 | 1500 / 5 |
| P50254. | TRP140 2000 / 5A 5P20 | 140 | 2000 / 5 |
| P50255. | TRP140 2500 / 5A 5P20 | 140 | 2500 / 5 |
| P50256. | TRP140 3000 / 5A 5P20 | 140 | 3000 / 5 |
| P50257. | TRP140 4000 / 5A 5P20 | 140 | 4000 / 5 |
| TRP180 | | | |
| P50361. | TRP180 1500 / 5A 5P10 | 180 | 1500 / 5 |
| P50362. | TRP180 2000 / 5A 5P10 | 180 | 2000 / 5 |
| P50363. | TRP180 2500 / 5A 5P10 | 180 | 2500 / 5 |
| P50364. | TRP180 3000 / 5A 5P10 | 180 | 3000 / 5 |
| P50365. | TRP180 4000 / 5A 5P10 | 180 | 4000 / 5 |
| P50366. | TRP180 5000 / 5A 5P10 | 180 | 5000 / 5 |
| P50261. | TRP180 1500 / 5A 5P20 | 180 | 1500 / 5 |
| P50262. | TRP180 2000 / 5A 5P20 | 180 | 2000 / 5 |
| P50263. | TRP180 2500 / 5A 5P20 | 180 | 2500 / 5 |
| P50264. | TRP180 3000 / 5A 5P20 | 180 | 3000 / 5 |
| P50265. | TRP180 4000 / 5A 5P20 | 180 | 4000 / 5 |
| P50266. | TRP180 5000 / 5A 5P20 | 180 | 5000 / 5 |

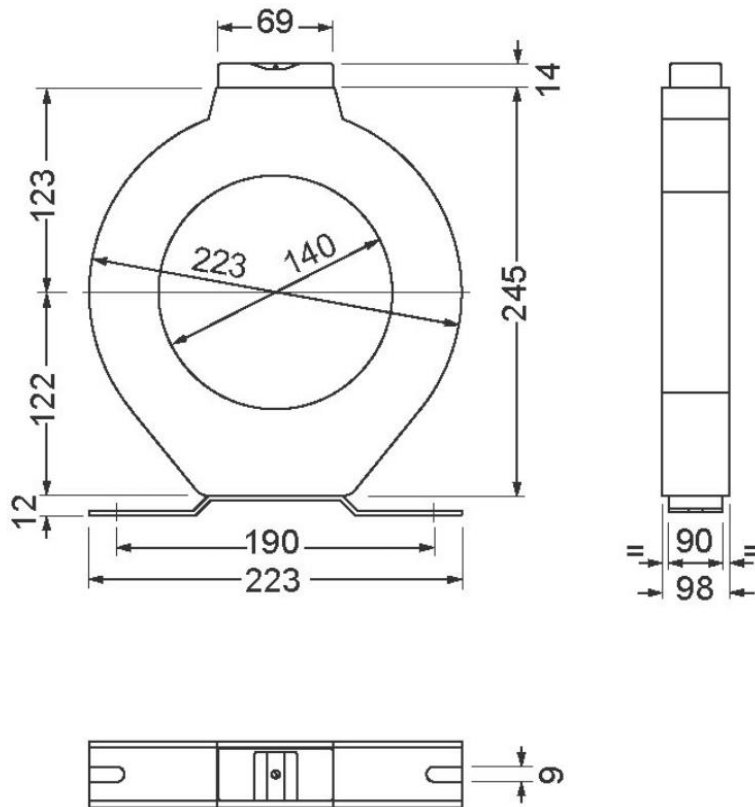
Otros valores, consultar. PARA CODIFICAR OTROS PARÁMETROS ver la tabla final a portada



TRP140 1250/5A 5P10

Código: P50352.

Dimensiones



5.9. Informes PVGIS

5.9.1. Informe de la primera distribució



PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

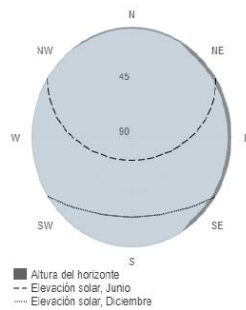
Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 41.697,0.743
 Horizonte: Calculado
 Base de datos: PVGIS-SARAH2
 Tecnología FV: Silicio cristalino
 FV instalado: 544.32 kWp
 Pérdidas sistema: 14 %

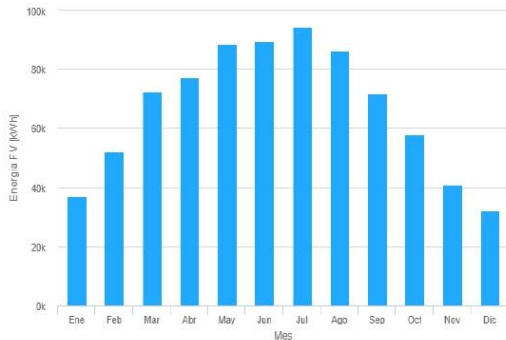
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 15 °
 Ángulo de azimut: 0 °
 Producción anual FV: 800560.7 kWh
 Irradiación anual: 1916.27 kWh/m²
 Variación interanual: 18284.25 kWh
 Cambios en la producción debido a:
 Ángulo de incidencia: -2.94 %
 Efectos espectrales: 0.68 %
 Temperatura y baja irradiancia: -8.67 %
 Pérdidas totales: -23.25 %

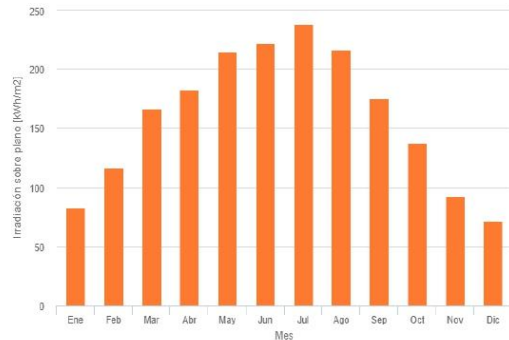
Perfil del horizonte en la localización seleccionada



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

| Mes | E_m | H(i)_m | SD_m |
|------------|--------------|--------|------|
| Enero | 37066.782.5 | 5015.7 | |
| Febrero | 52071.6116.7 | 6041.1 | |
| Marzo | 72281.9166.1 | 4189.6 | |
| Abril | 77093.4182.1 | 6149.5 | |
| Mayo | 88879.5215.3 | 6510.0 | |
| Junio | 89738.0222.9 | 1867.3 | |
| Julio | 94345.1238.1 | 2156.2 | |
| Agosto | 86313.5216.6 | 2445.3 | |
| Septiembre | 71726.4174.9 | 2854.3 | |
| Octubre | 58054.6136.7 | 4810.9 | |
| Noviembre | 40866.692.9 | 6288.7 | |
| Diciembre | 32123.571.6 | 5274.0 | |

E_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].
 H(i)_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].
 SD_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

La Comisión Europea mantiene esta web para facilitar el acceso público a la información sobre las actividades y las políticas de la Unión Europea en general. Nuestro propósito es mejorar la información precisa y al día. Tratamos de corregir los errores que se nos señalan. No obstante, la Comisión declina toda responsabilidad en relación con la información incluida en esta web. Aunque hacemos lo posible por reducir al mínimo los errores humanos, algunos datos o información contenidos en nuestra web pueden haberse cambiado o actualizado en archivos o formatos no escritos de día en día, y no podemos garantizar que ello no interrumpa o afecte de alguna manera al servicio. La Comisión no asume ninguna responsabilidad por los problemas que puedan surgir al utilizar este sitio o otros sistemas con él.

Para obtener más información, por favor visite <https://ec.europa.eu/eastofology-notebook>

PVGIS ©Unión Europea, 2001-2023.
 Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Informe creado el 2023/07/12



5.9.2. Informe de la segona distribució



PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 41.696,0.743
Horizonte: Calculado
Base de datos: PVGIS-SARAH2
Tecnología FV: Silicio cristalino
FV instalado: 255.96 kWp
Pérdidas sistema: 14 %

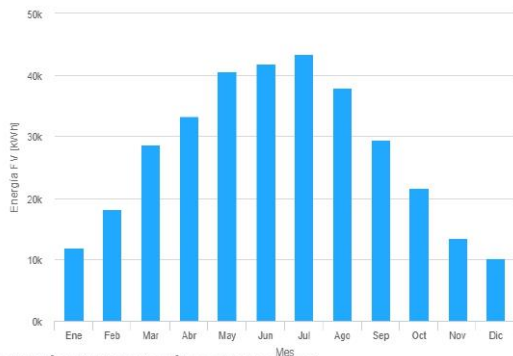
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 15 °
Ángulo de azimut: -90 °
Producción anual FV: 330720.84 kWh
Irradiación anual: 1679.12 kWh/m²
Variación interanual: 7186.15 kWh
Cambios en la producción debido a:
Ángulo de incidencia: -3.61 %
Efectos espectrales: 0.6 %
Temperatura y baja irradiancia: -7.72 %
Pérdidas totales: -23.05 %

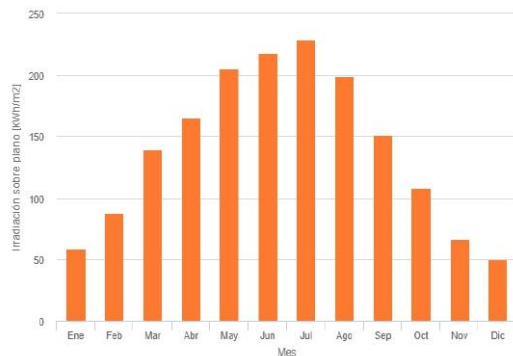
Perfil del horizonte en la localización seleccionada:



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

| Mes | E_m | H(i)_m | SD_m |
|------------|--------------|--------|------|
| Enero | 11814.258.4 | 1383.1 | |
| Febrero | 18224.787.8 | 1803.3 | |
| Marzo | 28735.3139.5 | 1435.9 | |
| Abril | 33281.7165.1 | 2402.3 | |
| Mayo | 40613.4205.8 | 3019.1 | |
| Junio | 41916.8217.8 | 990.8 | |
| Julio | 43422.1228.9 | 948.0 | |
| Agosto | 38063.9199.2 | 1144.8 | |
| Septiembre | 29498.9151.1 | 1127.3 | |
| Octubre | 21592.9108.2 | 1768.8 | |
| Noviembre | 13493.667.1 | 1890.0 | |
| Diciembre | 10063.250.2 | 1299.8 | |

E_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].
H(i)_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].
SD_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

La Comisión Europea mantiene esta web para facilitar el acceso público a la información sobre sus iniciativas y las políticas de la Unión Europea en general. Nuestro propósito es facilitar la información precisa y al día. Tratamos de corregir los errores que se nos señalan. No obstante, la Comisión declina toda responsabilidad en relación con la información incluida en esta web. Aunque hacemos lo posible por reducir al mínimo los errores humanos, algunos datos o informaciones contenidos en nuestra web pueden haberse creado o extraído en archivos o formatos no exentos de los errores, y no podemos garantizar que esto no interrumpa o afecte de alguna manera al servicio. La Comisión no asume ninguna responsabilidad por los problemas que puedan surgir al utilizar este sitio o uno de ellos con enlaces al mismo. Para obtener más información, por favor visite https://ec.europa.eu/info/legislation/index_en

PVGIS ©Unión Europea, 2001-2023.
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Informe creado el 2023/03/01





PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

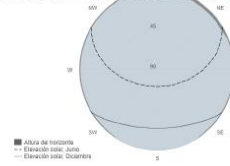
Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 41.696,0.743
 Horizonte: Calculado
 Base de datos: PVGIS-SARAH2
 Tecnología FV: Silicio cristalino
 FV instalado: 252.72 kWp
 Pérdidas sistema: 14 %

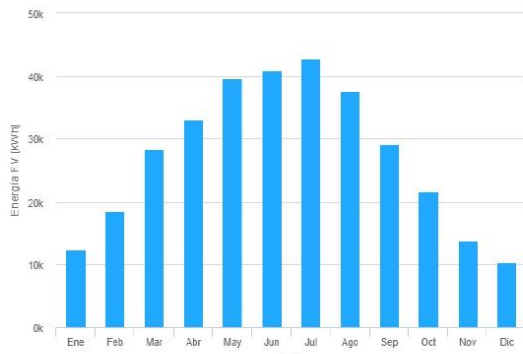
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 15 °
 Ángulo de azimut: 90 °
 Producción anual FV: 328316.48 kWh
 Irradiación anual: 1693.31 kWh/m²
 Variación interanual: 7299.40 kWh
 Cambios en la producción debido a:
 Ángulo de incidencia: -3.6 %
 Efectos espectrales: 0.61 %
 Temperatura y baja irradiancia: -8.02 %
 Pérdidas totales: -23.28 %

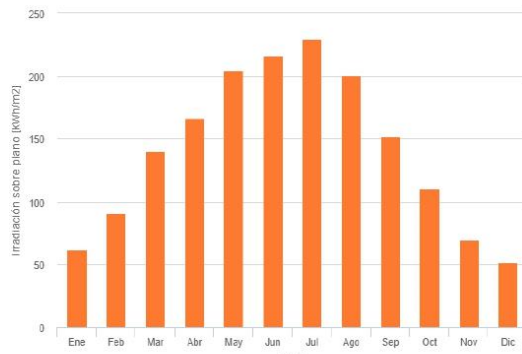
Perfil del horizonte en la localización seleccionada:



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

| Mes | E_m | H(i)_m | SD_m |
|------------|--------------|--------|------|
| Enero | 12366.061.7 | 1296.6 | |
| Febrero | 18551.590.7 | 1825.1 | |
| Marzo | 28286.1139.8 | 1691.6 | |
| Abril | 32994.0166.3 | 2525.4 | |
| Mayo | 39703.2204.5 | 2888.3 | |
| Junio | 40927.7216.3 | 924.1 | |
| Julio | 42843.3229.4 | 1241.2 | |
| Agosto | 37698.7200.6 | 1147.1 | |
| Septiembre | 29195.2152.0 | 1209.2 | |
| Octubre | 21721.3110.6 | 1346.6 | |
| Noviembre | 13817.869.7 | 1623.3 | |
| Diciembre | 10211.951.6 | 1261.5 | |

E_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].
 H(i)_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].
 SD_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

La Comisión Europea mantiene esta web para facilitar el acceso público a la información sobre sus iniciativas y las políticas de la Unión Europea en general. Nuestro propósito es mantener la información precisa y al día. Testimonios de colegas los errores que se nos ocurren. No obstante, la Comisión de otra forma responsable en relación con la información incluida en esta web. Aunque hacemos lo posible por reducir al mínimo los errores técnicos, algunos datos o informaciones contenidos en nuestra web pueden haberse creado o estructurado en otros contextos o entornos de otros errores, y no podemos garantizar que esto no interrumpa o afecte de alguna manera al servicio. La Comisión no asume ninguna responsabilidad por los problemas que puedan surgir al utilizar este sitio o sitios externos con enlaces al mismo.
 Para obtener más información, por favor visite: https://ec.europa.eu/info/legal-notice_es

PVGIS © Unión Europea, 2001-2023.
 Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Informe creado el 2023/03/01



5.9.3. Informe de la tercera distribució



PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 41.696,0.743
Horizonte: Calculado
Base de datos: PVGIS-SARAH2
Tecnología FV: Silicio cristalino
FV instalado: 311.04 kWp
Pérdidas sistema: 14 %

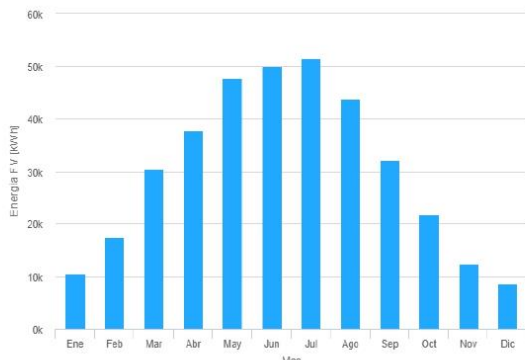
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 15 °
Ángulo de azimut: -127 °
Producción anual FV: 363802.77 kWh
Irradiación anual: 1535.49 kWh/m²
Variación interanual: 6999.53 kWh
Cambios en la producción debido a:
Ángulo de incidencia: -4.45 %
Efectos espectrales: 0.54 %
Temperatura y baja irradiancia: -7.8 %
Pérdidas totales: -23.83 %

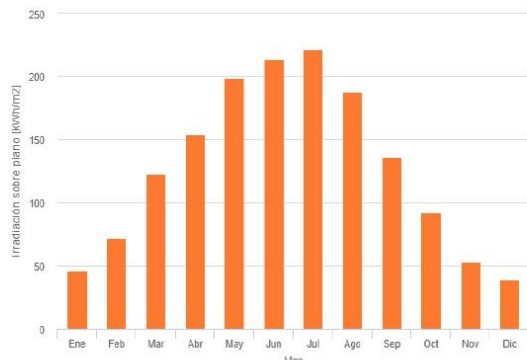
Perfil del horizonte en la localización seleccionada:



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

| Mes | E_m | H(i)_m | SD_m |
|------------|-----------|--------|--------|
| Enero | 10529.245 | 6 | 923.8 |
| Febrero | 17460.571 | 7 | 1396.2 |
| Marzo | 30455.912 | 28 | 1348.1 |
| Abril | 37759.115 | 42 | 2554.6 |
| Mayo | 47716.019 | 85 | 3529.0 |
| Junio | 49947.721 | 130 | 1156.5 |
| Julio | 51345.322 | 221 | 1110.3 |
| Agosto | 43703.218 | 79 | 1289.5 |
| Septiembre | 32154.613 | 22 | 1135.6 |
| Octubre | 21752.591 | 6 | 1523.0 |
| Noviembre | 12301.453 | 2 | 1324.7 |
| Diciembre | 8677.4 | 38.6 | 700.5 |

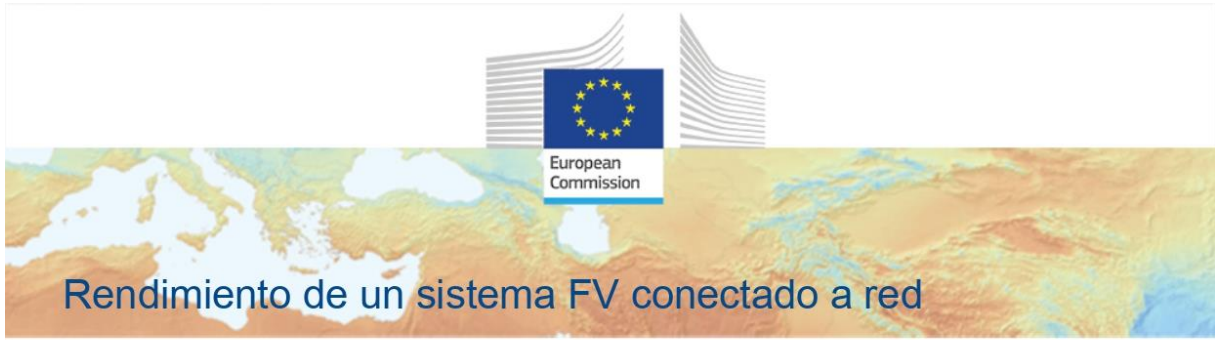
E_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].
H(i)_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].
SD_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

La Comisión Europea mantiene esta web para facilitar el acceso público a la información sobre sus actividades y las políticas de la Unión Europea en general. Nuestro propósito es mantener la información precisa y al día. Trataremos de corregir los errores que se nos señalen. No obstante, la Comisión declina toda responsabilidad en relación con la información indicada en esta web. Aunque hacemos lo posible por reducir al mínimo los errores técnicos, algunos datos o informaciones contenidos en nuestra web pueden haberse creado o estructurado en archivos o formatos no exentos de dichos errores, y no podemos garantizar que esto no interfiera o afecte de alguna manera al servicio. La Comisión no asume ninguna responsabilidad por los problemas que puedan surgir al utilizar este sitio o otros externos con enlaces al mismo.
Para obtener más información, por favor visite: https://ec.europa.eu/info/legal-notice_es

PVGIS ©Unión Europea, 2001-2023.
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Informe creado el 2023/03/01





PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

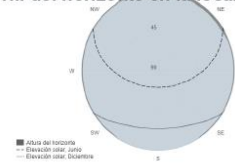
Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 41.696,0.743
 Horizonte: Calculado
 Base de datos: PVGIS-SARAH2
 Tecnología FV: Silicio cristalino
 FV instalado: 320.22 kWp
 Pérdidas sistema: 14 %

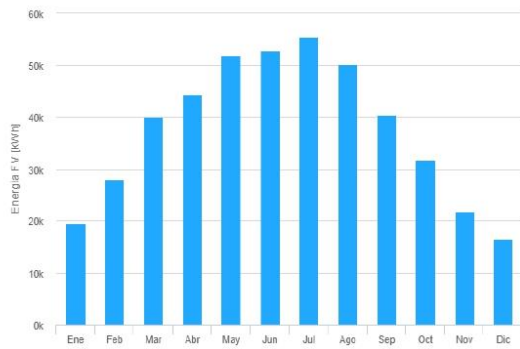
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 15 °
 Ángulo de azimut: 53 °
 Producción anual FV: 452313.22 kWh
 Irradiación anual: 1830.28 kWh/m²
 Variación interanual: 10481.29 kWh
 Cambios en la producción debido a:
 Ángulo de incidencia: -3.12 %
 Efectos espectrales: 0.65 %
 Temperatura y baja irradiancia: -7.97 %
 Pérdidas totales: -22.83 %

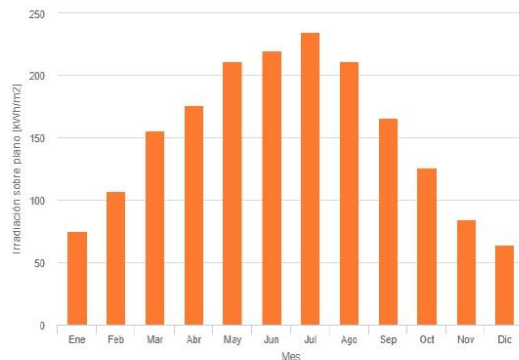
Perfil del horizonte en la localización seleccionada



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

| Mes | E_m | H(i)_m | SD_m |
|------------|--------------|--------|------|
| Enero | 19513.674.5 | 2407.8 | |
| Febrero | 28002.0106.7 | 3086.5 | |
| Marzo | 40004.2155.4 | 2456.5 | |
| Abril | 44285.5176.3 | 3519.0 | |
| Mayo | 51804.4211.0 | 3779.3 | |
| Junio | 52744.7220.4 | 1152.2 | |
| Julio | 55501.6235.0 | 1501.8 | |
| Agosto | 50139.7210.8 | 1489.0 | |
| Septiembre | 40459.7166.1 | 1689.4 | |
| Octubre | 31705.6126.4 | 2260.5 | |
| Noviembre | 21649.384.1 | 2989.9 | |
| Diciembre | 16502.963.5 | 2490.4 | |

E_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].
 H(i)_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].
 SD_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

La Comisión Europea asume esta web para facilitar el acceso público a la información sobre sus actividades y las políticas de la Unión Europea en general. Nuestro propósito es proporcionar la información precisa y al día. Trabajamos de corregir los errores que se nos señalen. No obstante, la Comisión asume toda responsabilidad en relación con la información incluida en esta web. Aunque hacemos lo posible por reducir al mínimo los errores técnicos, algunos datos o información contenidos en nuestra web pueden haberse creado, o actualizado en otros, o formados no exentos de tales errores, y no podemos garantizar que ello no interrumpa o afecte de alguna manera al servicio. La Comisión no asume ninguna responsabilidad por los problemas que pueda surgir al utilizar este sitio o otros sistemas con él.

Para obtener más información, por favor visite https://ec.europa.eu/info/legislacion_es

PVGIS ©Unión Europea, 2001-2023.
 Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Informe creado el 2023/03/01



5.9.4. Informe de la quarta distribució



PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

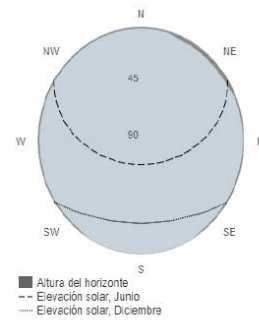
Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 41.696,0.743
Horizonte: Calculado
Base de datos: PVGIS-SARAH2
Tecnología FV: Silicio cristalino
FV instalado: 359.1 kWp
Pérdidas sistema: 14 %

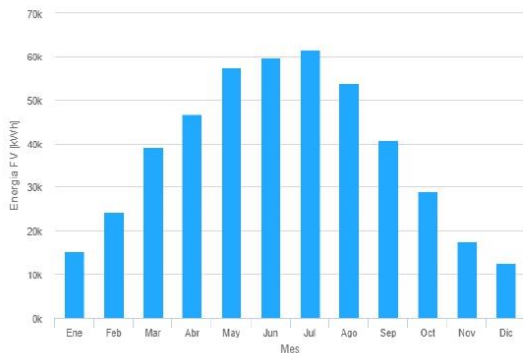
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 5 °
Ángulo de azimut: -127 °
Producción anual FV: 457098.31 kWh
Irradiación anual: 1661.29 kWh/m²
Variación interanual: 8456.31 kWh
Cambios en la producción debido a:
Ángulo de incidencia: -3.97 %
Efectos espectrales: 0.58 %
Temperatura y baja irradiancia: -7.76 %
Pérdidas totales: -23.38 %

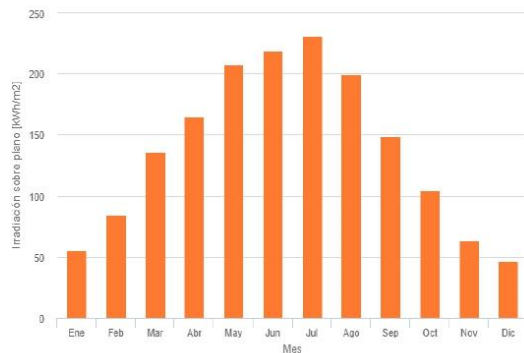
Perfil del horizonte en la localización seleccionada:



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

| Mes | E_m | H(i)_m | SD_m |
|------------|--------------|--------|------|
| Enero | 15257.155.1 | 1599.6 | |
| Febrero | 24158.784.2 | 2224.4 | |
| Marzo | 39086.3135.9 | 1892.3 | |
| Abril | 46576.4164.6 | 3358.6 | |
| Mayo | 57342.0206.9 | 4218.8 | |
| Junio | 59488.5220.0 | 1256.1 | |
| Julio | 61700.0231.4 | 1381.8 | |
| Agosto | 53547.4199.5 | 1510.0 | |
| Septiembre | 40670.2148.7 | 1441.3 | |
| Octubre | 29029.1104.6 | 2063.4 | |
| Noviembre | 17529.263.5 | 2127.3 | |
| Diciembre | 12713.346.9 | 1423.8 | |

E_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].
 H(i)_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].
 SD_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

La Comisión Europea mantiene esta web para facilitar el acceso público a la información sobre sus iniciativas y las políticas de la Unión Europea en general. Nuestro propósito es mantener la información precisa y al día. Tratamos de corregir los errores que se nos se hacen. No obstante, la Comisión declina toda responsabilidad en relación con la información incluida en esta web.

Aunque hacemos lo posible por reducir al mínimo los errores técnicos, algunos datos o informaciones contenidos en nuestra web pueden haberse creado o actualizado en formatos o sistemas de datos diferentes, y no podemos garantizar que esto no interfiera o afecte de alguna manera al servicio. La Comisión no asume ninguna responsabilidad por los problemas que puedan surgir al utilizar este sitio o otros datos con el mismo.

Para obtener más información, por favor visite https://ec.europa.eu/es/infodegaj-1010e_es



PVGIS ©Unión Europea, 2001-2023.
 Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Informe creado el 2023/03/01



PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 41.696,0.743
 Horizonte: Calculado
 Base de datos: PVGIS-SARAH2
 Tecnología FV: Silicio cristalino
 FV instalado: 327.24 kWp
 Pérdidas sistema: 14 %

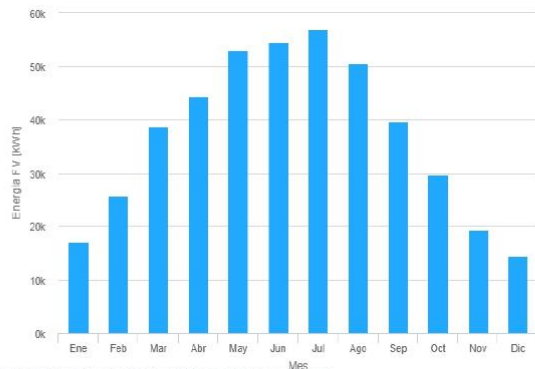
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 5 °
 Horizonte: 53 °
 Producción anual FV: 444003.5 kWh
 Irradiación anual: 1762.49 kWh/m²
 Variación interanual: 8895.58 kWh
 Cambios en la producción debido a:
 Ángulo de incidencia: -3.49 %
 Efectos espectrales: 0.62 %
 Temperatura y baja irradiancia: -7.82 %
 Pérdidas totales: -23.02 %

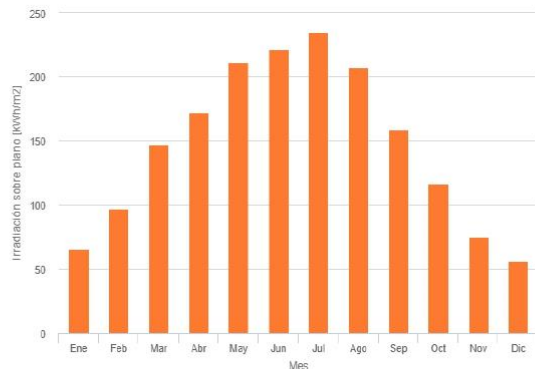
Perfil del horizonte en la localización seleccionada:



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

| Mes | E_m | H(i)_m | SD_m |
|------------|-----------|--------|------|
| Enero | 17098.365 | 1983.3 | |
| Febrero | 25637.096 | 2629.7 | |
| Marzo | 38680.314 | 2122.8 | |
| Abril | 44260.917 | 3366.9 | |
| Mayo | 53122.921 | 3883.9 | |
| Junio | 54578.322 | 1127.3 | |
| Julio | 57063.023 | 1395.0 | |
| Agosto | 50493.020 | 1433.3 | |
| Septiembre | 39630.315 | 1504.5 | |
| Octubre | 29789.211 | 2122.1 | |
| Noviembre | 19243.774 | 2520.8 | |
| Diciembre | 14406.555 | 1948.9 | |

E_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].
 H(i)_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].
 SD_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

La Comisión Europea mantiene esta web para facilitar el acceso público a la información sobre sus iniciativas y las políticas de la Unión Europea en general. Nuestro propósito es mantener la información precisa y al día. Tratamos de corregir los errores que se nos señalen. No obstante, la Comisión declina toda responsabilidad en relación con la información incluida en esta web. Aunque hacemos lo posible por reducir al mínimo los errores técnicos, algunos datos o informaciónes contenidos en nuestra web pueden haberse creado o estructurado en archivos o formatos no soportados por los navegadores, y no podemos garantizar que ello no interfiera o afecte de alguna manera al servicio. La Comisión no asume ninguna responsabilidad por los problemas que puedan surgir al utilizar este sitio o sitios de los que tenemos enlaces al mismo. Para obtener más información, por favor visite <https://ec.europa.eu/infotoolbox-es>

PVGIS ©Unión Europea, 2001-2023. Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Informe creado el 2023/03/01



5.9.5. Informe en zona de la marquesina fotovoltaica



PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 41.696,0.743
Horizonte: Calculado
Base de datos: PVGIS-SARAH2
Tecnología FV: Silicio cristalino
FV instalado: 55.08 kWp
Pérdidas sistema: 14 %

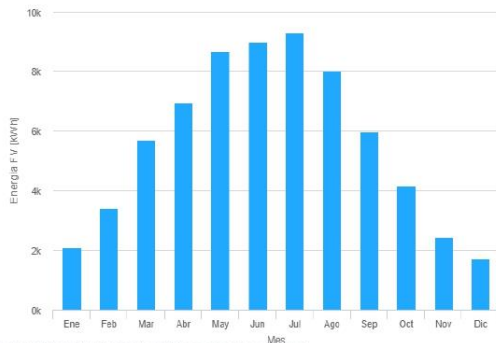
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 10 °
Ángulo de azimut: -127 °
Producción anual FV: 67329.36 kWh
Irradiación anual: 1599.98 kWh/m²
Variación interanual: 1250.73 kWh
Cambios en la producción debido a:
Ángulo de incidencia: -4.21 %
Efectos espectrales: 0.56 %
Temperatura y baja irradiancia: -7.77 %
Pérdidas totales: -23.6 %

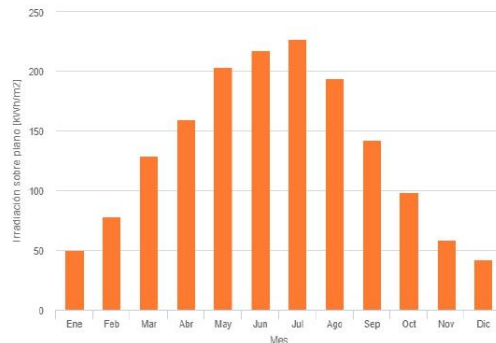
Perfil del horizonte en la localización seleccionada:



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

| Mes | E_m | H(i)_m | SD_m |
|------------|--------|--------|-------|
| Enero | 2088.8 | 50.2 | 201.2 |
| Febrero | 3386.5 | 77.7 | 290.9 |
| Marzo | 5700.0 | 129.4 | 261.9 |
| Abril | 6932.9 | 159.8 | 484.8 |
| Mayo | 8645.1 | 203.2 | 638.1 |
| Junio | 9012.3 | 217.1 | 197.4 |
| Julio | 9306.5 | 227.4 | 203.1 |
| Agosto | 7997.7 | 194.2 | 229.3 |
| Septiembre | 5976.1 | 142.7 | 209.7 |
| Octubre | 4149.4 | 98.0 | 292.6 |
| Noviembre | 2414.9 | 58.1 | 278.0 |
| Diciembre | 1719.2 | 42.2 | 166.7 |

E_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].
H(i)_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].
SD_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].

La Comisión Europea mantiene esta web para facilitar el acceso público a la información sobre sus iniciativas y las políticas de la Unión Europea en general. Nuestro propósito es asegurar la información precisa y al día. Tratamos de corregir los errores que se nos señalen. No obstante, la Comisión declina toda responsabilidad en relación con la información incluida en esta web. Aunque hacemos lo posible por reducir al mínimo los errores técnicos, algunos datos o fotografías contenidos en nuestra web pueden haberse creado o estructurado en otros idiomas no sujetos de los errores, y no podemos garantizar que esto no interfiera o afecte de alguna manera al servicio. La Comisión no asume ninguna responsabilidad por los problemas que pueda surgir al utilizar este sitio o otros documentos o enlaces al mismo. Para obtener más información, por favor visite <https://ec.europa.eu/info/technology-observatory>



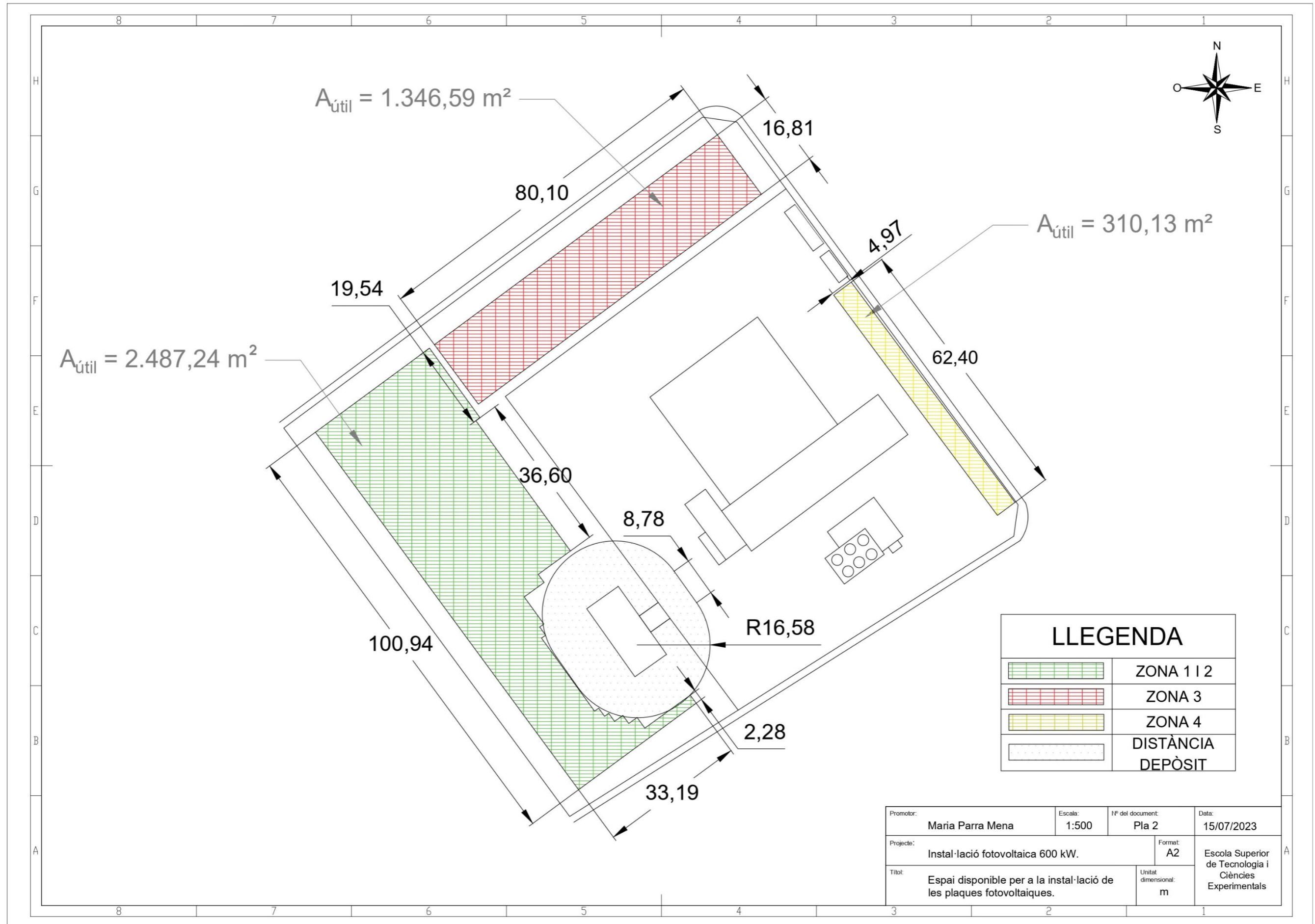
PVGIS ©Unión Europea, 2001-2023.
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

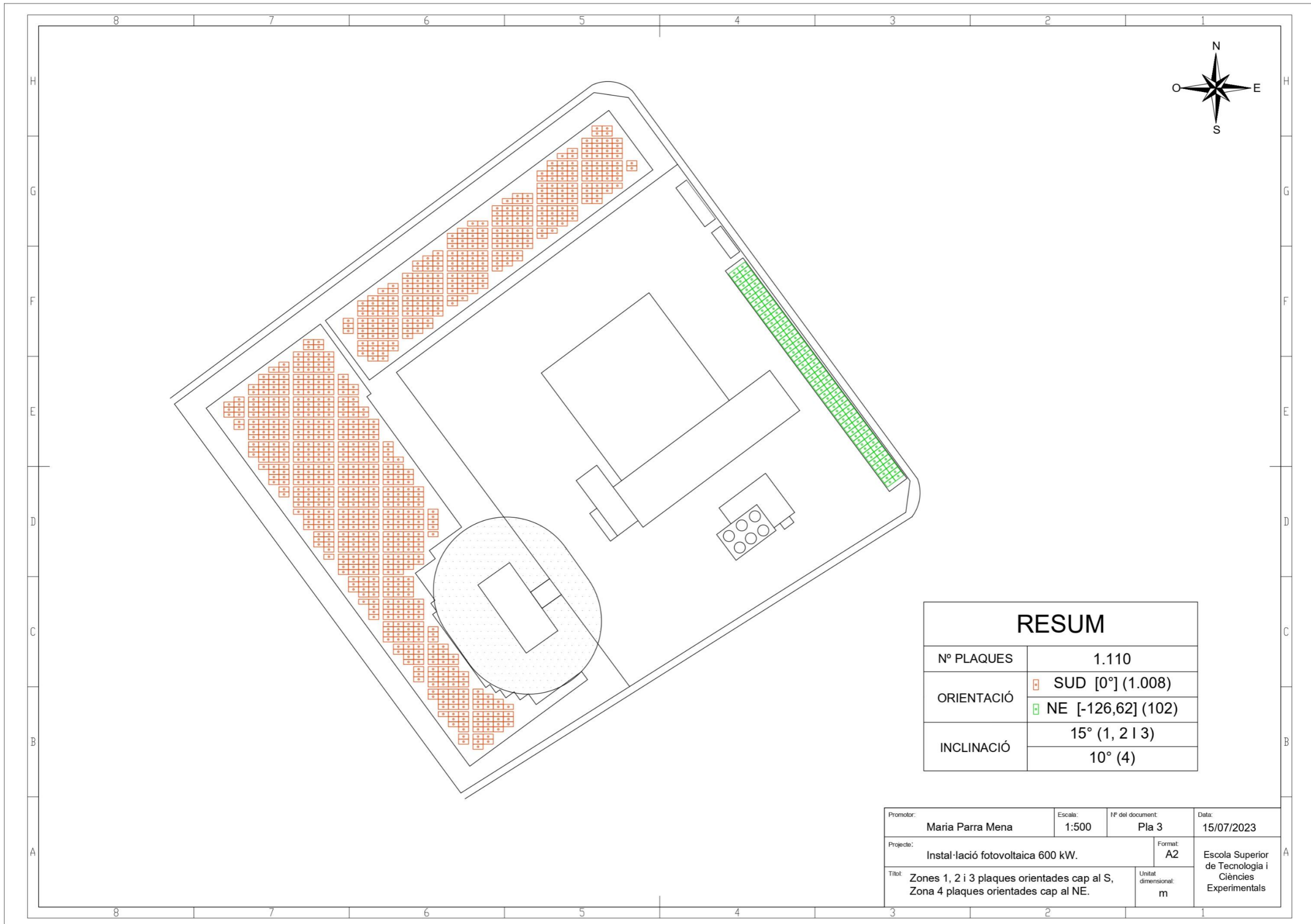
Informe creado el 2023/03/01

DOCUMENT III - PLANS

ÍNDIX DELS PLANS

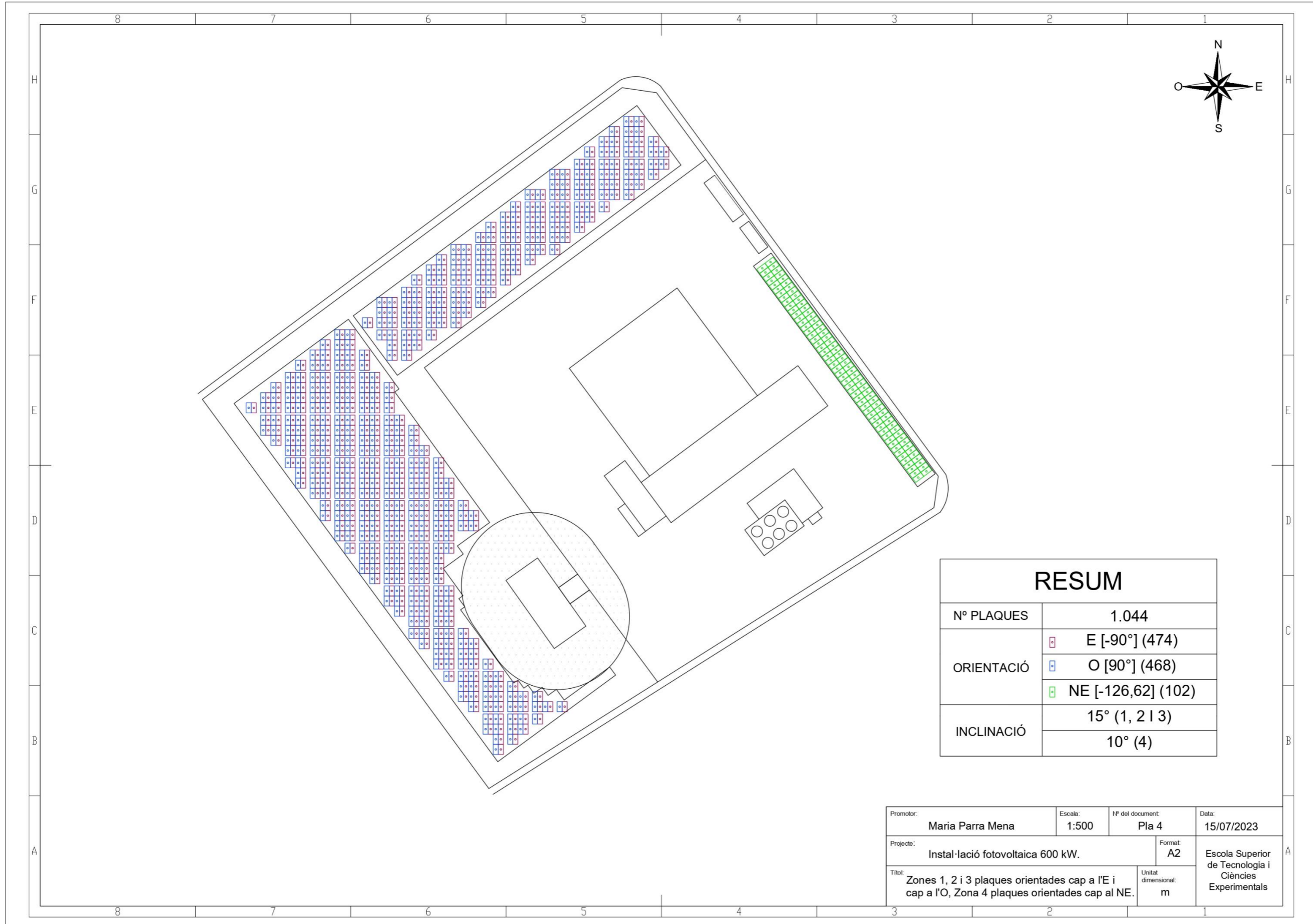
| | |
|--|-----|
| Pla 1. Dimensions de les parcel·les | 253 |
| Pla 2. Espai disponible per a la instal·lació de les plaques fotovoltaïques | 254 |
| Pla 3. Primera distribució - Zones 1, 2 i 3 plaques orientades cap al S, Zona 4 plaques orientades cap al NE..... | 255 |
| Pla 4. Segona distribució - Zones 1, 2 i 3 plaques orientades a l'E i cap a l'O, Zona 4 plaques orientades cap al NE..... | 256 |
| Pla 5. Tercera distribució - Zones 1, 2 i 3 plaques orientades cap al NE i SO, Zona 4 plaques orientades cap al NE (sobre suports de 15º)..... | 257 |
| Pla 6. Quarta distribució - Zones 1, 2 i 3 plaques orientades cap al NE i SO, Zona 4 plaques orientades cap al NE (sobre suports de 5º)..... | 258 |
| Pla 7. Distribució dels strings a cada un dels sis inversors | 259 |
| Pla 8. Caseta dels inversors, comptador elèctric i quadre de CA..... | 260 |
| Pla 9. Primera opció de distribució de les rases per a la part de CC | 261 |
| Pla 10. Segona opció de distribució de les rases per a la part de CC | 262 |
| Pla 11. Distribució de la rasa per a la part de CA | 263 |
| Pla 12. Esquema unifilar de la instal·lació fotovoltaica d'estudi | 264 |





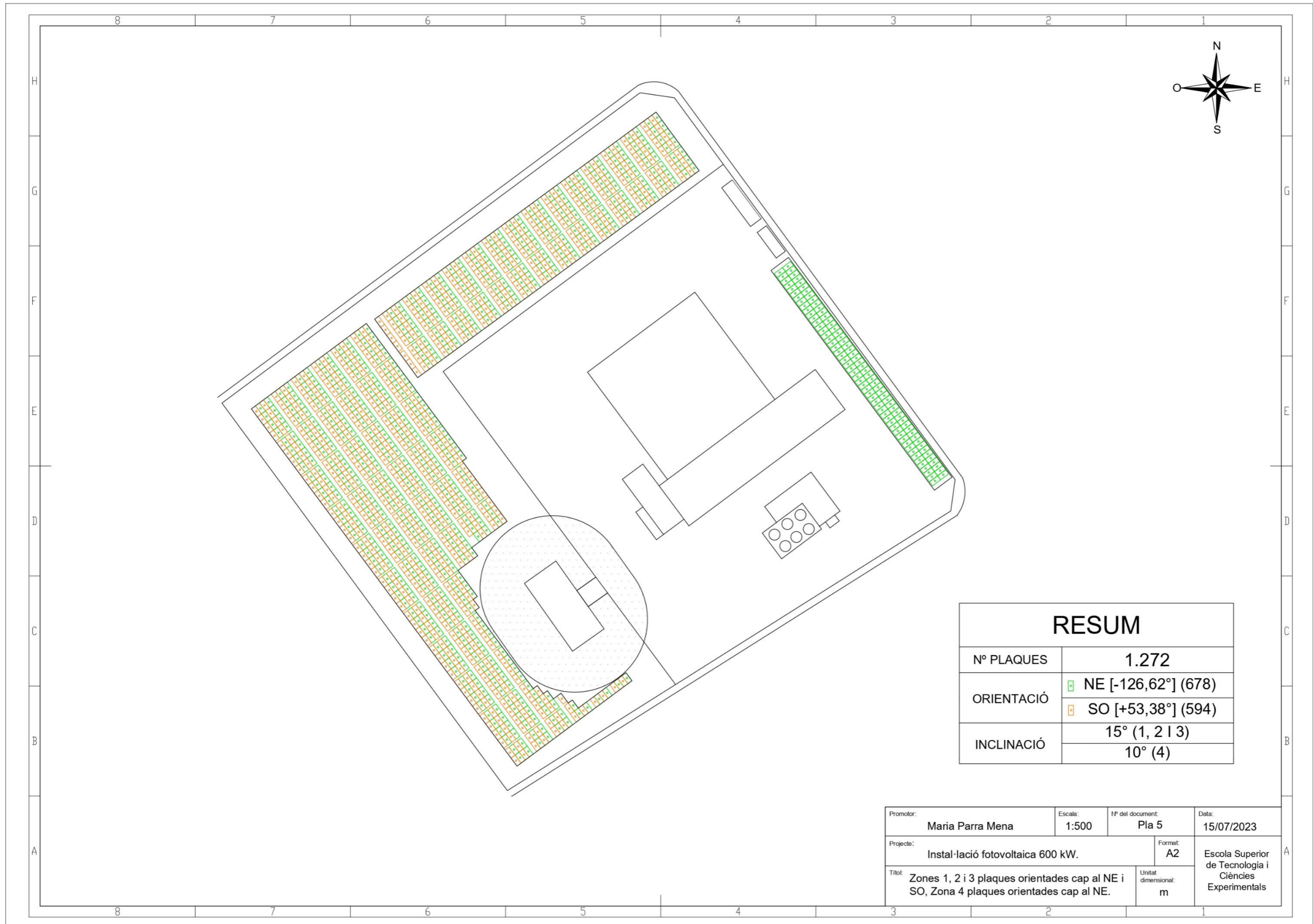
| RESUM | |
|------------|----------------------|
| Nº PLAQUES | 1.110 |
| ORIENTACIÓ | ☐ SUD [0°] (1.008) |
| | ☐ NE [-126,62] (102) |
| INCLINACIÓ | 15° (1, 2 i 3) |
| | 10° (4) |

| | | | | | | | |
|-----------|---|---------|-------|---------------------|-------|--|------------|
| Promotor: | Maria Parra Mena | Escala: | 1:500 | Nº del document: | Pla 3 | Data: | 15/07/2023 |
| Projecte: | Instal·lació fotovoltaica 600 kW. | | | Format: | A2 | Escola Superior de Tecnologia i Ciències Experimentals | |
| Títol: | Zones 1, 2 i 3 plaques orientades cap al S, Zona 4 plaques orientades cap al NE. | | | Unitat dimensional: | m | | |



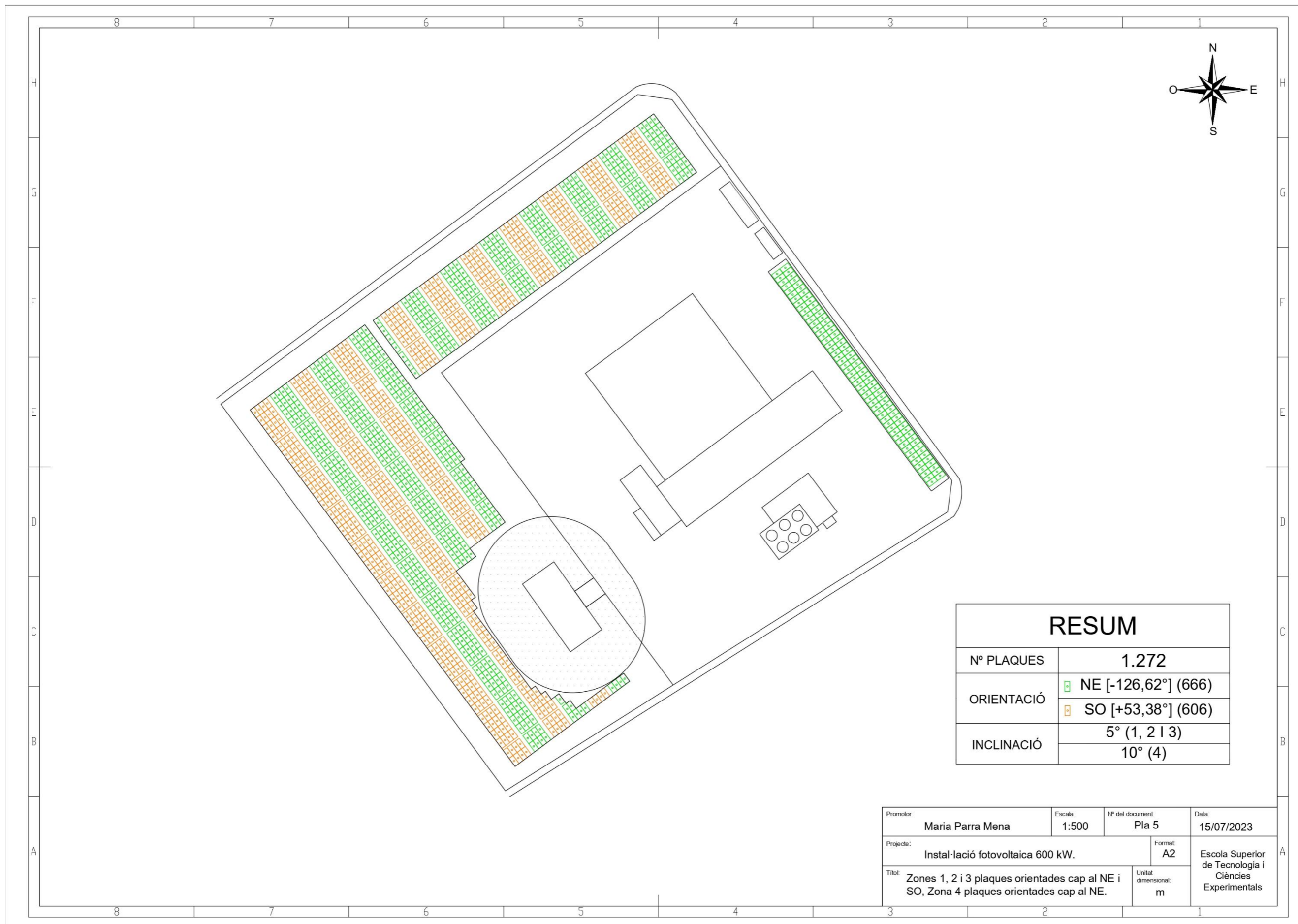
| RESUM | |
|------------|----------------------|
| Nº PLAQUES | 1.044 |
| ORIENTACIÓ | ☐ E [-90°] (474) |
| | ☐ O [90°] (468) |
| | ☐ NE [-126,62] (102) |
| INCLINACIÓ | 15° (1, 2 3) |
| | 10° (4) |

| | | | | | | | |
|-----------|---|---------|-------|---------------------|-------|--|------------|
| Promotor: | Maria Parra Mena | Escala: | 1:500 | Nº del document: | Pla 4 | Data: | 15/07/2023 |
| Projecte: | Instal·lació fotovoltaica 600 kW. | | | Format: | A2 | Escola Superior de Tecnologia i Ciències Experimentals | |
| Títol: | Zones 1, 2 i 3 plaques orientades cap a l'E i cap a l'O, Zona 4 plaques orientades cap al NE. | | | Unitat dimensional: | m | | |



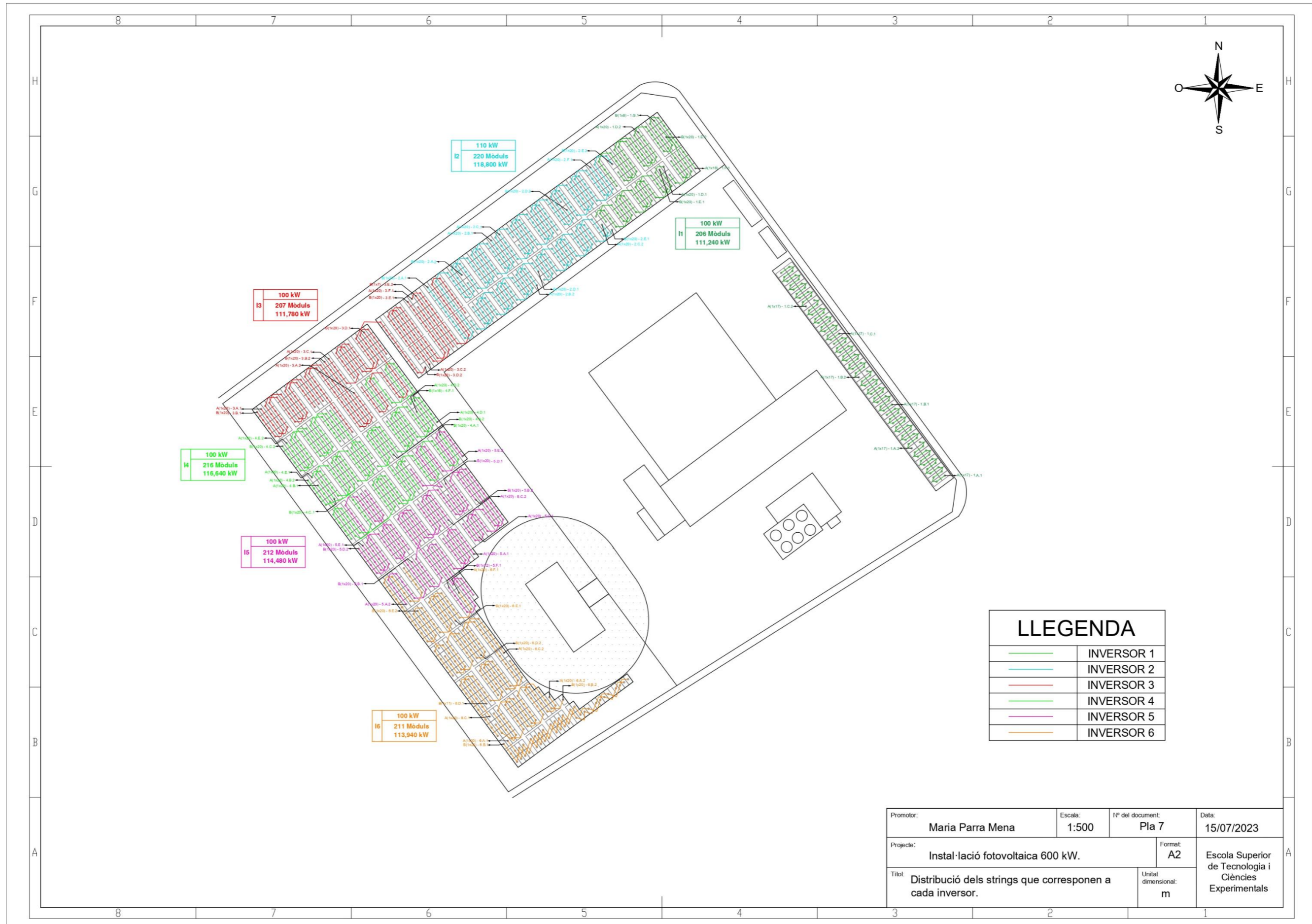
| RESUM | |
|------------|---------------------|
| Nº PLAQUES | 1.272 |
| ORIENTACIÓ | NE [-126,62°] (678) |
| | SO [+53,38°] (594) |
| INCLINACIÓ | 15° (1, 2 i 3) |
| | 10° (4) |

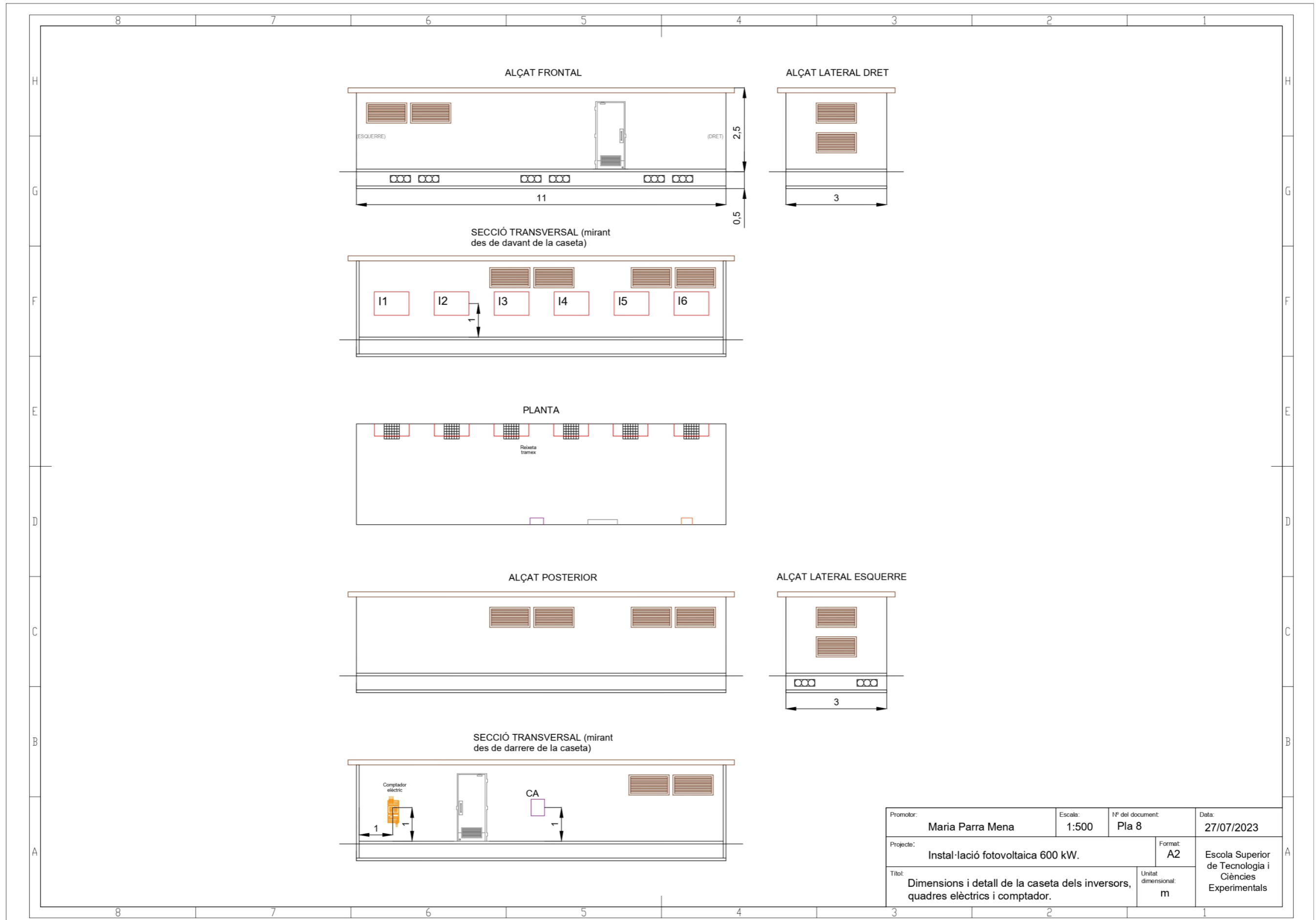
| | | | | | | | |
|-----------|--|---------|-------|---------------------|-------|--|------------|
| Promotor: | Maria Parra Mena | Escala: | 1:500 | Nº del document: | Pla 5 | Data: | 15/07/2023 |
| Projecte: | Instal·lació fotovoltaica 600 kW. | | | Format: | A2 | Escola Superior de Tecnologia i Ciències Experimentals | |
| Títol: | Zones 1, 2 i 3 plaques orientades cap al NE i SO, Zona 4 plaques orientades cap al NE. | | | Unitat dimensional: | m | | |



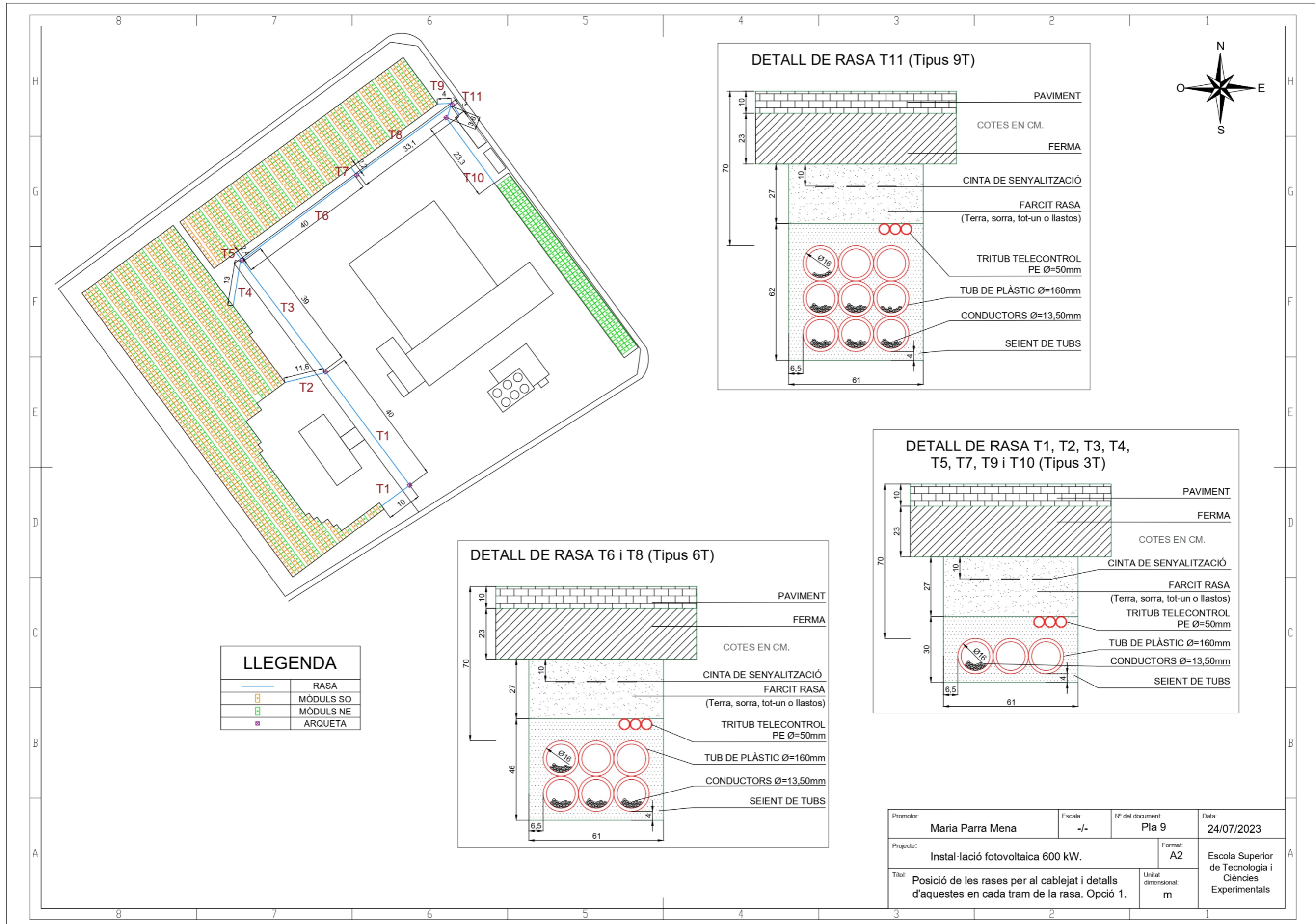
| RESUM | |
|------------|---------------------|
| Nº PLAQUES | 1.272 |
| ORIENTACIÓ | NE [-126,62°] (666) |
| | SO [+53,38°] (606) |
| INCLINACIÓ | 5° (1, 2 i 3) |
| | 10° (4) |

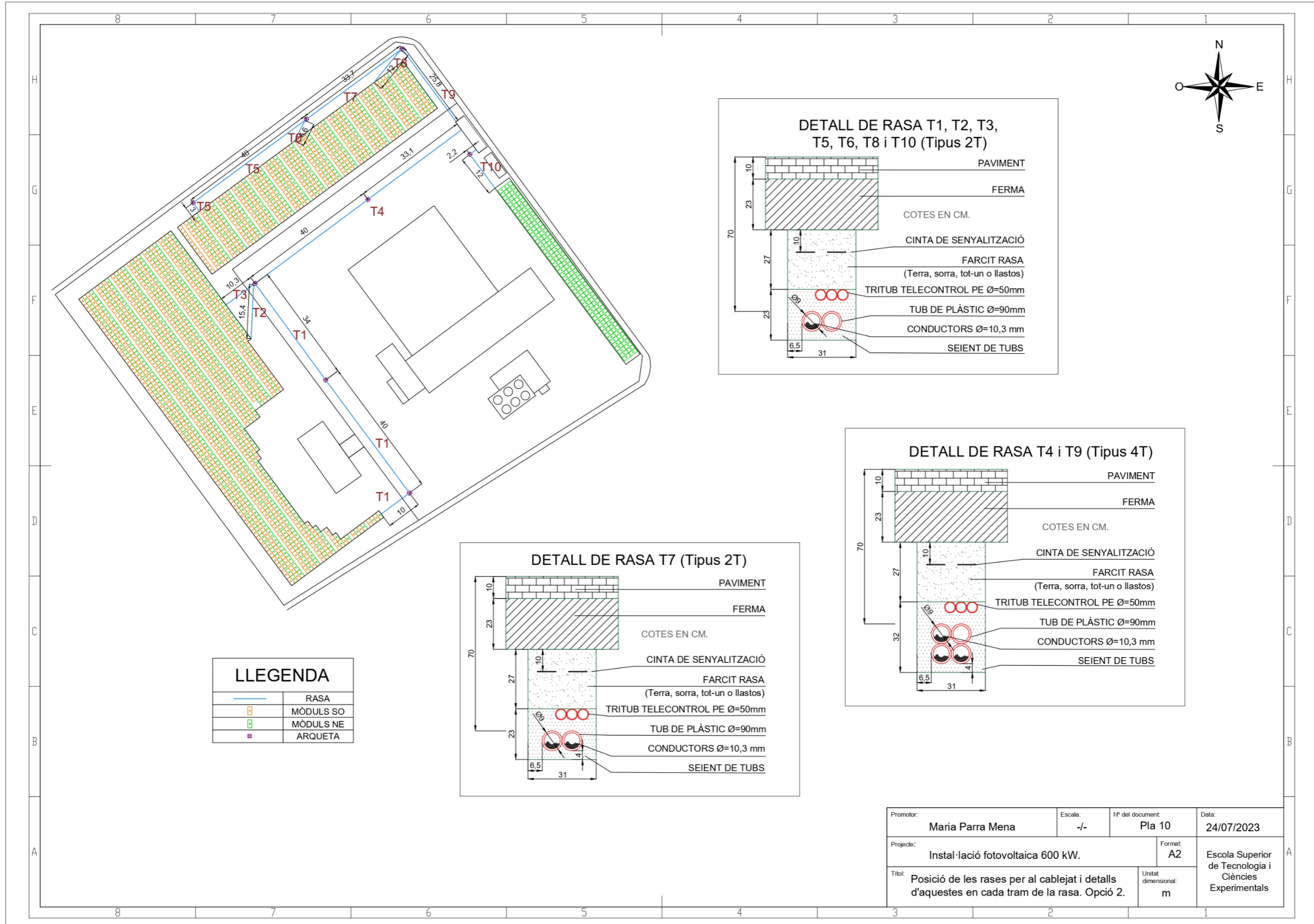
| | | | | | | | |
|-----------|--|---------|-------|---------------------|-------|--|------------|
| Promotor: | Maria Parra Mena | Escala: | 1:500 | Nº del document: | Pla 5 | Data: | 15/07/2023 |
| Projecte: | Instal·lació fotovoltaica 600 kW. | | | Format: | A2 | Escola Superior de Tecnologia i Ciències Experimentals | |
| Títol: | Zones 1, 2 i 3 plaques orientades cap al NE i SO, Zona 4 plaques orientades cap al NE. | | | Unitat dimensional: | m | | |



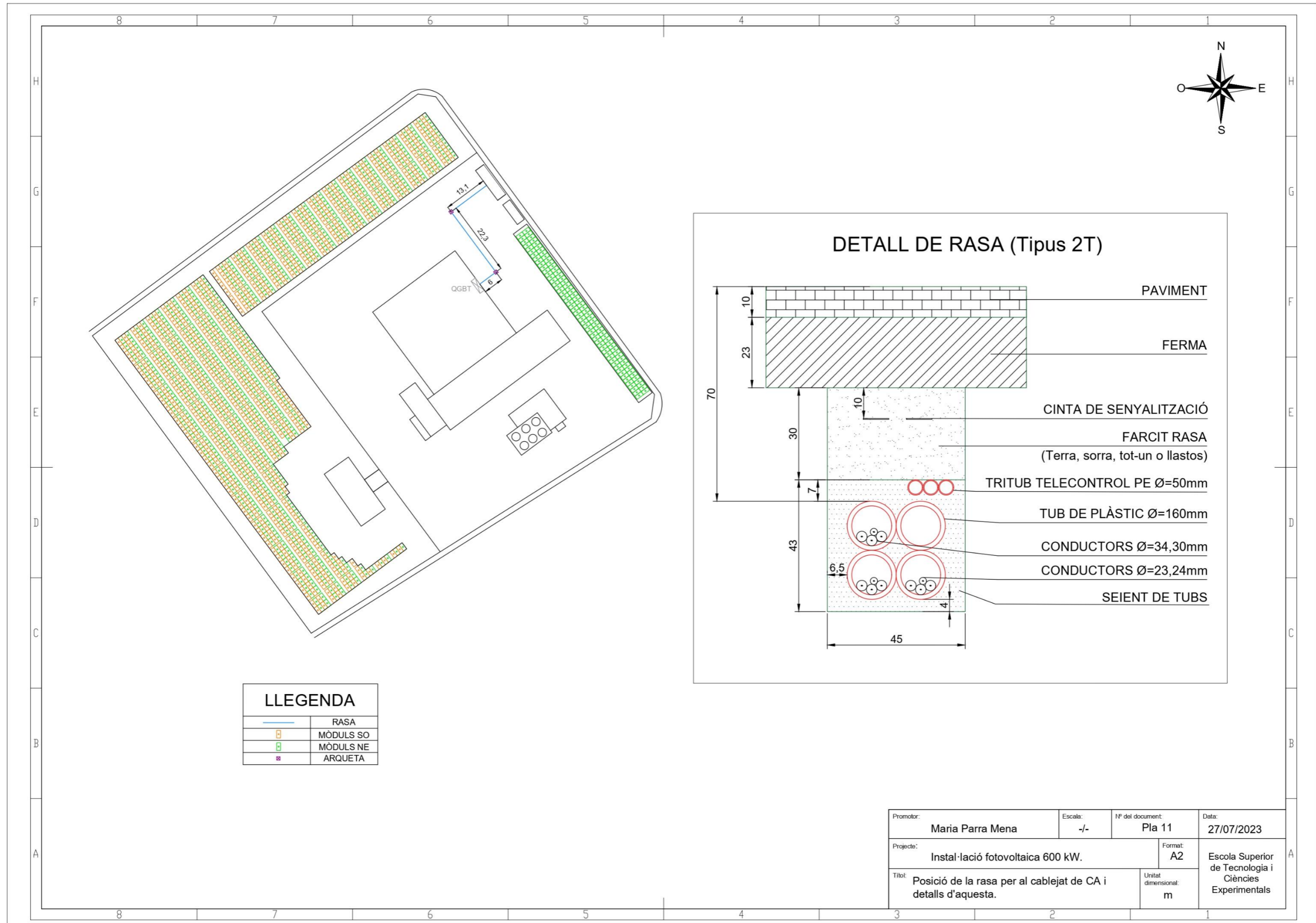


| | | | | | | | |
|-----------|---|---------|-------|---------------------|-------|--|------------|
| Promotor: | Maria Parra Mena | Escala: | 1:500 | Nº del document: | Pla 8 | Data: | 27/07/2023 |
| Projecte: | Instal·lació fotovoltaica 600 kW. | | | Format: | A2 | Escola Superior de Tecnologia i Ciències Experimentals | |
| Títol: | Dimensions i detall de la caseta dels inversors, quadres elèctrics i comptador. | | | Unitat dimensional: | m | | |





| | | | |
|---|----------------|-----------------------------------|--|
| Promotor: Maria Parra Mena | Escala: -/- | Nº del document: Pla 10 | Data: 24/07/2023 |
| Projecte: Instal·lació fotovoltaica 600 kW. | | Format: A2 | Escola Superior de Tecnologia i Ciències Experimentals |
| Títol: Posició de les rases per al cablejat i detalls d'aquestes en cada tram de la rassa. Opció 2. | | | |



LLEGENDA

| | |
|--|-----------|
| | RASA |
| | MÒDULS SO |
| | MÒDULS NE |
| | ARQUETA |

| | | | |
|--|----------------|-----------------------------------|--|
| Promotor: Maria Parra Mena | Escala: -/- | Nº del document: Pla 11 | Data: 27/07/2023 |
| Projecte: Instal·lació fotovoltaica 600 kW. | | Format: A2 | Escola Superior de Tecnologia i Ciències Experimentals |
| Títol: Posició de la rasa per al cablejat de CA i detalls d'aquesta. | | Unitat dimensional: m | |

DOCUMENT IV - PLEC DE CONDICIONS

ÍNDEX PLEC DE CONDICIONS

| | |
|--|------------|
| 1. Objecte | 271 |
| 2. Obra civil..... | 272 |
| 2.1. Condicionament del terreny | 272 |
| 3. Qualitat dels materials | 274 |
| 3.1. Estructures suports de formigó..... | 274 |
| 3.2. Marquesines fotovoltaïques..... | 274 |
| 3.3. Mòduls fotovoltaïcs..... | 275 |
| 3.4. Inversors..... | 275 |
| 3.5. Conductors elèctrics..... | 276 |
| 3.6. Edifici d'inversors d'obra i equip de protecció i mesura..... | 279 |
| 4. Normes d'execució de les instal·lacions..... | 282 |
| 5. Probes reglamentàries..... | 283 |
| 6. Condicions d'ús, manteniment i seguretat | 285 |
| 7. Certificats i documentació | 286 |
| 8. Conclusió | 287 |

1. Objecte

El plec de condicions determina les condicions mínimes acceptables per a la adequada execució de les obres de muntatge del projecte d'estudi, especificades en el corresponent document del projecte i en base al PCT-C-REV-2011 del IDAE.

Aquestes obres es refereixen al subministrament i instal·lació dels materials i elements prefabricats necessaris per a la construcció d'una planta generadora d'energia solar fotovoltaica, amb la seua connexió a la xarxa.

Els requisits enumerats ací, poden canviar i es poden aplicar diferents solucions segons la situació. No obstant això, aquestes hauran de quedar ben justificades i no implicar una reducció dels requisits mínims de qualitat especificats en aquest plec de condicions tècniques.

2. Obra civil

2.1. Condicionament del terreny

L'execució de tots els treballs afectarà principalment als de replanteig i explanació, comprènent excavacions i farciments, talussos i elements de contenció, excavació de buidatge a cel obert, rases i pous, i tots aquells treballs complementaris d'intubacions, acovardeixis, desguàs, etc.

També quedaran inclosos els treballs de càrrega, transport i abocaments. Tot això en complet acord amb aquest apartat del plec de condicions i la documentació gràfica corresponent.

Excavació de rases

L'excavació s'executarà pel Contractista d'acord amb les disposicions vigents en el moment de l'execució i adoptarà totes les mesures de seguretat contemplades en l'Estudi de Seguretat i Salut.

Es prendran les precaucions necessàries per a impedir l'alteració de la capacitat portant del sòl en l'interval de temps que hi haja entre l'excavació i l'execució de la següent unitat d'obra. La unitat inclou amb caràcter general l'apuntament, que el Contractista haurà d'executar segons totes les disposicions vigents en el moment de fer-lo, realitzant els càlculs necessaris.

Les rases es faran verticals fins a la profunditat triada, col·locant-se en els casos en què la naturalesa del terreny el faci precís. Es procurarà deixar un pas de 50 cm entre la rasa i les terres extretes, amb la finalitat de facilitar la circulació del personal de l'obra i evitar la caiguda de terres en la rasa. S'han de prendre totes les precaucions precises per a no tapar amb terres registres de gas, telèfon, boques de reg, embornals, etc.

Durant l'execució dels treballs en la via pública es deixaran passos suficients per a vehicles i vianants, així com els accessos als edificis, comerços i garatges. Si és necessari interrompre la circulació es precisarà una autorització especial.

En els passos de carruatge, entrades de garatge, etc., tant existents com futurs, els creus seran executats amb tubs, d'acord amb les recomanacions de l'apartat corresponent i prèvia autorització de la Direcció d'Obra.

En l'obertura de rases es tindran en compte les següents consideracions, quant a grandària d'aquestes:

- Es considera com a rasa normal per a cables la que té 0,60 m d'amplària mitjana i profunditat 1,10 m tant en voreres com en calçada. Aquesta profunditat podrà augmentar-se per criteri exclusiu del Supervisor d'Obres.
- Les dimensions mínimes de les rases seran les indicades en els plans.

Els productes procedents de les excavacions que no vagin a ser utilitzats en farciments, seran transportats a abocador. Amb caràcter general, no es permetrà l'abocament dels productes de neteja a l'interior de la parcel·la. Els productes i enderrocs procedents de les demolicions seran transportats íntegrament a l'abocador, no permetent-se el seu abocament en obra.

3. Qualitat dels materials

La qualitat dels materials s'ajustarà a la "Norma Tècnica per a instal·lacions de Baixa i Mitja Tensió. Tècnics d'execució". A més, tots els materials i equips emprats tindran el marcat CE i ser de primera qualitat.

No es podran utilitzar materials sense que prèviament hagen sigut acceptats per la Direcció d'Obra, podent ser aquests rebutjats per la mateixa, encara després d'haver sigut col·locats, si no compleixen les condicions exigents.

3.1. Estructures suports de formigó

L'actuació que es durà a terme per a l'ancoratge de l'estructura suport dels panells solars fotovoltaics al terreny de la parcel·la, consistirà en la fonamentació de les sabates i de les barres que conformen la base de l'estructura.

Els nivells de control de qualitat del material col·locat en obra, i de l'execució, seran els fixats pel Director d'Obra, en correspondència amb els coeficients de ponderació establerts. El material de fabricació de les estructures podrà ser acer galvanitzat en calent o bé d'alumini.

3.2. Marquesines fotovoltaïques

Les marquesines actuaran com aparcaments coberts i al mateix temps com a suport dels mòduls que s'ubicaran a la seva coberta. Les dimensions de la sabata seran adequades conforme al fabricant de l'estructura.

Els nivells de control de qualitat del material col·locat en obra, i de l'execució, seran els fixats pel Director d'Obra, en correspondència amb els coeficients de ponderació establerts.

Els pilars i bigues realitzats mitjançant perfils d'acer tipus biga-calaix de diferent secció i gruix d'acord amb els càlculs estructurals conforme al CTE en la ubicació de l'aparcament.

Les corretges d'acer tipus "C" galvanització sendzimir, fixades de manera perpendicular a les mènsules mitjançant caragols especials, sobre aquestes corretges de secció

i gruix variable segons els càlculs estructurals, s'instal·len posteriorment els perfils d'alumini que suporten els panells solars.

La coberta mitjançant xapa trapezoidal de gruix 0,6 mm galvanitzat.

3.3. Mòduls fotovoltaics

Els mòduls hauran de satisfer les especificacions requerides pel Director de l'obra.

El mòdul portarà de forma clarament visible i indeleble el model i nom o logotip del fabricant, així com una identificació individual o nombre de sèrie traçable a la data de fabricació. Els marcs laterals seran d'alumini o acer inoxidable. A més, tant aquesta com l'estructura de fixació dels propis mòduls es connectaran a terra.

No es realitzaran perforacions addicionals en el mòdul, es fixaran a l'estructura tal com especifiqui el fabricant fent ús dels forats ja existents.

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

La potència màxima i corrent de curtcircuit reals referides a condicions estàndard hauran d'estar compreses en el marge del $\pm 3\%$ dels corresponents valors nominals de catàleg.

Els mòduls fotovoltaics estaran garantits amb un període de 12 anys contra defectes de fabricació i amb una garantia de rendiment de 25 anys.

3.4. Inversors

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

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 de sortida estiguin en els següents marges, en qualsevol condició d'operació:

$V_{NOM} \pm 5 \%$, (220 VRMS o 230 VRMS)

50 Hz $\pm 2 \%$

L'inversor serà capaç de lliurar la potència nominal de forma continuada, en el marge de temperatura ambient especificat pel fabricant. Aquests estaran protegits enfront de les següents situacions:

- Tensió d'entrada fora del marge d'operació.
- Desconnexió de l'acumulador.
- Curtcircuit en la sortida de corrent altern.
- Sobrecàrregues que excedeixin la durada i límits permesos.

L'autoconsum de l'inversor sense càrrega connectada serà menor o igual al 2% de la potència nominal de sortida. I 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 de "stand-by" per a reduir aquestes pèrdues quan l'inversor treballa en buit (sense càrrega).

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

- Potència nominal (VA).
- Tensió nominal d'entrada (V).
- Tensió (VRMS) i freqüència (Hz) nominals de sortida.
- Fabricadora (nom o logotip) i número de sèrie.
- Polaritat i terminals.

3.5. Conductors elèctrics

Conductors elèctrics corrent continu

Els conductors actius utilitzats per a les línies dels strings seran de coure i estaran aïllats com a mínim per a una tensió nominal de 1.800 V per a CC

Conductors elèctrics corrent altern

Els conductors actius utilitzats per a les línies de distribució i d'abocament seran de coure o alumini, i estaran aïllats com a mínim per a una tensió nominal de 1.000 V. El tipus de denominació serà RZ1-K.

Conductors de protecció

Els conductors de protecció, seran de coure i presentaran el mateix aïllament que els conductors actius. S'instal·laran per la mateixa canalització que aquests i la seva secció estarà d'acord amb el que es disposa en la Instrucció REBT-017.

Identificació dels conductors

Els conductors dels circuits de corrent continua seran identificats en color vermell o negre.

Els conductors de la instal·lació han de ser fàcilment identificats, especialment pel que respecta als conductors neutre i de protecció (negre, gris, marró (F) i blau (N)) per a CA. Per a CC s'utilitzaran els colors vermell (+) i negre (-).

Aquesta identificació es realitzarà pels colors que presenten els seus aïllaments o per aïllament no susceptibles de coloració. Quan existisca un conductor neutre en la instal·lació, o es preveja per a un conductor de fase la seua passada posterior a conductor neutre, s'identificaran aquests pel color blau. Al conductor de protecció se l'identificarà pel doble color groc-verd.

Tots els conductors de fase o en el seu cas, aquells per als quals no es preveja la seva passada posterior a neutre, s'identificaran pels colors marró o negre. Quan es considere necessari identificar tres fases diferents, es podrà utilitzar-se el color gris per a la tercera. Es complirà en tot moment, el que s'estableix en la vigent REBT.

Tub protector

Els tubs protectors segons NT-IEEV, i el vigent Reglament, hauran de complir amb les condicions següents:

- Tub aïllats flexibles, en canalització encastada.
- Tub aïllants rígids flexible en calent, en instal·lació en superfície a l'interior de canaleta.

Els tubs hauran de suportar, com a mínim, sense cap deformació, 60°C en el cas de tubs aïllants constituïts per policlorur de vinil o polietilè.

Per a més de cinc conductors per tub o per a conductors de seccions diferents a instal·lar pel mateix tub, la secció inferior d'aquest serà, com a mínim, igual a tres vegades la secció total ocupada pels conductors.

Per a l'execució de les canalitzacions, sota tubs protectors, es tindran en compte les prescripcions generals següents:

- El traçat de les canalitzacions es farà seguint preferentment línies paral·leles a les verticals i horitzontals, que limiten el local on s'efectua la instal·lació.
- Serà possible la fàcil introducció i retirada dels conductors en els tubs, després de col·locats i encastats, disposant per a això els registres que es considerin convenient i que en trams rectes no estaran separats entre si, més de 15 metres.
- El nombre de corbes en angle recte situades entre dos registres consecutius, no serà superior a 3. Els conductors s'allotjaran en els tubs després de col·locats aquests.
- Els registres podran estar destinats únicament a facilitar la introducció i retirada dels conductors en els tubs a servir al mateix temps com a caixes d'entroncaments o derivació.
- Per a la col·locació dels conductors se seguirà l'assenyalat en la instrucció REBT-018.

Quan els tubs es col·loquin encastats, es tindran a més en compte les següents prescripcions:

- La instal·lació de tubs normals serà admissible quan la seva posada en obra s'efectue després d'acabat els treballs de construcció i d'esquerdejat de parets i sostres, podent l'arrebossat d'aquests, aplicar-se posteriorment.
- En la Instrucció REBT 019, es recomana les condicions per a la instal·lació dels tubs a l'interior dels elements de la construcció. En qualsevol cas, les fregues no posaran en perill la seguretat de les parets o sostres en què es practiquen. Les dimensions de les fregues seran suficients perquè els tubs queden recoberts per una capa d'1 cm de gruix, com a mínim, del revestiment de les parets o sostres. En els angles, el gruix d'aquesta capa, pot reduir-se a 0,5 cm.
- No s'establiran entre forjat i revestiment, tubs destinats a la instal·lació elèctrica de les plantes inferiors. Per a la instal·lació corresponent a la pròpia planta, únicament podran instal·lar-se, en aquestes condicions, tubs blindats que hauran de quedar recoberts per una capa de formigó o morter d'1 cm de gruix com a mínim, a més del revestiment.
- Les tapes dels registres i de les caixes de connexió han de quedar accessibles i desmuntables una vegada finalitzada l'obra. Els registres i caixes quedaran enrasats amb la superfície exterior del revestiment de la paret o sostre quan no s'instal·len a l'interior d'un allotjament tancat practicable.
- Igualment en el cas d'utilitzar tubs normals encastats en parets, és convenient disposar els recorreguts horitzontals a 50 cm, com a màxim de sòls o sostres i els verticals a una distància dels angles de cantonades no superior a 20 cm.

Aparells de protecció

Els interruptors automàtics seran de tall omnipolar, i tindran una capacitat de tall suficient per a la intensitat de curtcircuit que pugui produir-se en un punt qualsevol de la instal·lació.

Els interruptors diferencials hauran de resistir els corrents de curtcircuit que puguin presentar-se en el punt de la seva instal·lació. El nivell de sensibilitat d'aquests interruptors respondrà a l'assenyalat en la Instrucció REBT-021.

Els dispositius de protecció contra sobrecàrregues i curtcircuits dels circuits interiors tindran els pols protegits que corresponguen al nombre de fases del circuit que protegeixen i les seves característiques d'interrupció estaran d'acord amb els corrents admissibles en els conductors del circuit que protegeixen.

3.6. Edifici d'inversors d'obra i equip de protecció i mesura

Característiques mecàniques

Disposarà d'un sòl amb capacitat portant suficient per a suportar el pes dels 6 inversors (90 kg per inversor) i un fals sòl (sòl tècnic) d'uns 10 cm. Serà necessari que baix de cada cos de l'inversor hi haja un buit de com a mínim 0,30 x 0,30 m que permeti el pas del cablejat i d'aire per a una millor refrigeració. Aquest buit podrà estar cobert amb tramex (tipus de reixeta metàl·lica sinònim d'engraellat o entramat).

Dimensions

Aquestes seran suficients per a ubicar els 6 inversors especificats + 1 m addicional (mínim). L'altura interior serà com a mínim de 2,20 m i l'amplària interior serà com a mínim de 2,4 m.

Accessos

Els accessos hauran de permetre el pas de persones i del inversor en funció de com s'introduïsquen els inversors en el prefabricat. El material de la porta d'accés estarà fabricat en xapa d'acer galvanitzat recoberta amb pintura epoxy polièster.

Els prefabricats hauran de tindre uns buits per al pas de tubs en la part del fals sòl, tant en la paret davantera com en la posterior i en la del lateral esquerre per a facilitar la entrada del cablejat.

Refrigeració

Si l'inversor no porta extractor incorporat, s'instal·larà un extractor monofàsic SO-DECA o similar convenientment dimensionat per a fer circular un caudal suficient (lliure de pèrdua de cargues) per l'interior de l'equip.

Reixeta de ventilació

Les reixetes utilitzades en el prefabricat estaran formades per làmines en forma de "V" invertida (tipo Louver) que impedisquen la entrada de pluja en l'interior del prefabricat. Addicionalment les reixetes disposaran de malla anti insectes.

Protecció contra incendis

S'instal·larà un extintor de CO₂ d'eficàcia mínima 21B (B: líquids i gasos combustibles) ubicat junt a la porta de la entrada al prefabricat de formigó. S'elegeix un extintor de CO₂ perquè no condueix la electricitat i elimina l'oxigen sense fer malbé els elements, podent-se netejar sense ningun problema una vegada sufocat l'incendi.

Il·luminació

El prefabricat anirà equipat amb els punts de llum necessaris per a aconseguir un nivell d'il·luminació mínim, així com un llum d'emergència d'autonomia no inferior a 1 hora, col·locada damunt de la porta. Els punts de llum es col·locaran de tal manera que tant la part frontal com la posterior dels inversors queden perfectament il·luminats

Acabat

L'acabat de les superfícies exterior s'efectuaran amb pintura de color blanc en les parets, i marró en el perímetre de les cobertes o sostre, portes i reixetes de ventilació.

Les peces metàl·liques exposades a l'exterior estaran tractades adequadament contra la corrosió.

Quadres elèctrics

Tots els equips elèctrics instal·lats en el prefabricat hauran d'estar protegits segons marca el REBT. Aquestes proteccions conformaran un quadre de baixa tensió d'interior situat junt a la porta del prefabricat.

Hi haurà un quadre elèctric de CA, en aquest s'unificaran totes les eixides dels inversors, i es portaran fins el quadre general en el interior de l'edifici. Les proteccions que hi haurà en aquest quadre, es detallen més avant en el apartat corresponents de proteccions.

A més aquest quadre comptarà amb un dispositiu logger (registrador) de dades de sistemes d'alimentació fotovoltaica. Aquest serà el model Smartlogger 1.000 del

fabricant Huawei, i actuarà complementari a l'inversor, també s'encarregarà de la convergència de ports, la conversió de protocols, la obtenció i emmagatzematge de dades i de la monitorització i manteniment de l'aportació fotovoltaica.

No farà falta disposar d'un quadre elèctric de CC, ja que les proteccions necessàries de CC, venen incorporades en cada inversor, tal i com es veurà en el punt de proteccions de la Memòria.

Comptadors elèctrics

El comptador a utilitzar serà bidireccional, s'encarregarà de mesurar la energia produïda pel sistema fotovoltaic i de mesurar els consums que pogueren produir-se per part de la instal·lació fotovoltaica.

El comptador que s'utilitza estarà degudament homologat i complirà amb la normativa vigent per a aquest tipus de dispositius (instruccions MIE BT-015, ITC-BT-16 i RD 1663/2000). Aquest anirà marcat per la distribució de la zona del lloc on es realitza la instal·lació fotovoltaica d'estudi.

4. Normes d'execució de les instal·lacions

Sistema d'instal·lació

Les instal·lacions es realitzaran mitjançant algun dels següents sistemes:

- Conductors aïllats sota safata metàl·lica de vareta amb tapa.
- Conductors aïllats sota tub metàl·lic aïllant rígid, instal·lat en muntatge superficial.
- Conductors aïllats sota tub de PVC aïllant flexible amb grau de protecció 7, i instal·lats en muntatge superficial.

Condicions

En l'execució de les instal·lacions, haurà de tindre's en compte:

- Els quadres elèctrics es situaran en lloc fàcilment accessible i d'ús general. Aquest quadre estarà realitzat amb materials no inflamables. Quan estiguen instal·lats en l'exterior seran de material resistent als efectes adversos amb un IP mínim d'IP65.
- Les canalitzacions admetran, com a mínim dos conductors actius d'igual secció, un d'ells, identificat com a conductor neutre i eventualment, un conductor de protecció quan siga necessari.
- No s'utilitzarà un mateix conductor neutre per a diversos circuits.
- Tot conductor ha de poder seccionar-se en qualsevol punt de la instal·lació en què es deriva, utilitzant un dispositiu apropiat, tal com un born de connexió, de manera que permeti la separació completa de cada circuit derivat de la resta de la instal·lació.
- Els aparells per a instal·lació sortint, han de fixar-se a les parets sobre una base aïllant. No obstant això, els aparells que per construcció disposen d'una base o dispositiu equivalent, poden fixar-se directament a les parets sense interposició d'una altra base.

5. Probes reglamentàries

Mesura de la resistència d'aïllament i rigidesa dielèctrica en CA

Les instal·lacions hauran de presentar una resistència d'aïllament almenys igual a $1.000 \times V$ ohms, sent V la tensió màxima de servei expressada en volts, amb un mínim de 250.000 ohm. Aquest aïllament s'entén per a una instal·lació en la qual la longitud del conjunt de canalitzacions i qualsevol que siga el nombre de conductors que les componen no excedisca de 100 m.

Quan aquesta longitud excedeix del valor anteriorment citat i puga fraccionar-se la instal·lació en canalitzacions d'aproximadament, 100 metres de longitud, bé per seccionament, desconexió, retirada de fusibles o obertura d'interruptors, cadascuna de les parts en què la instal·lació ha estat fraccionada ha de presentar l'aïllament que corresponga.

Quan no siga possible efectuar el fraccionament citat, s'admet que el valor de la resistència d'aïllament de tota la instal·lació siga, en relació amb el mínim que li corresponga, inversament proporcional a la longitud total de les canalitzacions.

L'aïllament es mesurarà en relació amb terra i entre conductors, mitjançant l'aplicació d'una tensió contínua subministrada per un generador, que proporciona en buit una tensió compresa entre 500 i 1.000 V, i com a mínim, 250 V amb una càrrega externa de 100.000 ohm.

Durant la mesura els conductors, incloent el conductor neutre o compensador, estaran aïllats de terra així com de la font d'alimentació d'energia a la qual estiguen units habitualment si les masses dels aparells receptors estan unides al conductor neutre. Es suprimiran aquestes connexions durant la mesura, restablint-les una vegada acabada aquesta.

La mesura d'aïllament en relació amb terra, s'efectuarà unint a aquesta el pol positiu del generador i deixant en principi, tots els aparells d'utilització connectats, assegurant-se que no existeix falta de continuïtat elèctrica en la part de la instal·lació que es verifica, els aparells d'interrupció es posaran en posició de tancat i els curtcircuits, instal·lats com en servei normal. Tots els conductors es connectaran entre si, incloent el conductor neutre o compensador, en l'origen de la instal·lació, que es verifica, i a aquest punt es connectarà el pol negatiu del generador.

Aquest assaig es realitzarà per a cadascun dels conductors inclòs el neutre o compensador, en relació amb terra, i entre conductors. Durant aquest assaig, els aparells d'interrupció es posaran en la posició de tancat i els curtcircuits instal·lats com en servei normal. Aquest assaig no es realitzarà en instal·lacions corresponents a locals que presenten risc d'incendi o explosió.

Mesura de terra

Per la importància que ofereix, des del punt de vista de la seguretat, qualsevol instal·lació de presa de terra, haurà de ser necessàriament comprovada pels serveis oficials en el moment de donar d'alta la instal·lació per al funcionament.

Una persona tècnicament competent efectuarà aquesta comprovació anualment en l'època en què el terreny estiga més sec. Per a això, es mesurarà la resistència de terra, reparant immediatament els defectes que es troben.

En els llocs en què el terreny no siga favorable en la bona conservació dels elèctrodes, aquests, així com també els conductors d'enllaç entre ells, fins al punt de posada a terra, es posaran al descobert per al seu examen, almenys una vegada cada cinc anys.

6. Condicions d'ús, manteniment i seguretat

Cada dos anys, es comprovaran els dispositius de protecció contra curtcircuits, contactes directes i indirectes, així com les seues intensitats nominals en relació amb la secció dels conductors que protegeixen.

Cada dos anys, es comprovarà l'aïllament de la instal·lació interior que entra, cada conductor i terra, i entre cada dos conductors, no haurà de ser inferior a 250.000 ohm.

Cada dos anys, es comprovaran els dispositius de protecció contra curtcircuits, així com les seues intensitats nominals en relació amb la secció dels conductors que protegeixen.

Cada dos anys i en l'època en la qual el terreny està més sec, es mesurarà la resistència de la terra i es comprovarà que no sobrepassa el valor prefixat, així mateix, es comprovarà mitjançant inspecció visual l'estat enfront de la corrosió de la connexió de la barra de posada a terra amb l'arqueta i la continuïtat de la línia que les uneix.

Cada dos anys, es comprovarà mitjançant inspecció visual l'estat enfront de la corrosió de totes les connexions així com la continuïtat de les línies.

7. Certificats i documentació

El present projecte haurà de presentar-se en els organismes oficials, acompanyat de la corresponent sol·licitud d'aprovació prèvia del projecte.

Una vegada acabada la instal·lació i prèvia la realització de les proves establertes en les instruccions REBT - 017 i 039, es presentarà el corresponent Certificat de Direcció i Final d'Obra, signat per Tècnic competent en la matèria, així com els corresponents Butlletins signats per Instal·lador Autoritzat.

8. Conclusió

Amb aquest document s'entén que s'ha descrit adequadament i en profunditat per a la seva correcta execució, les instal·lacions de referència, sense el perjudici de qualsevol ampliació o aclariment que les autoritats competents considerin oportunes

DOCUMENT V - PRESSUPOST

ÍNDEX PRESSUPOST

| | |
|---|------------|
| 1. Desglossament per capítols i partides | 293 |
| 2. Pressupost d'Execució Material (PEM) | 296 |
| 3. Pressupost d'Execució per Contracta (PEC) | 297 |

1. Desglossament per capítols i partides

Pressupost capítol nº. 1 - Obra civil

| Par-tida | Ut. | Concepte | Quantitat | Preu unitari (€) | Preu total (€) |
|----------|----------------|--|-----------|------------------|----------------|
| 1.1. | Ut. | Treballs professionals de topògraf per a preparació del terreny incloent geoposicionament d'elements. | 1 | 73.145,08 € | 73.145,08 € |
| 1.2. | m ² | Desbrossament i neteja superficial del terreny per mitjans mecànics, sense càrrega ni transport a l'abocador i amb p.p. de mitjans auxiliars. | 6.583,84 | 1,10 € | 7.242,22 € |
| 1.3. | m ² | Anivellació i compactació de terrenys a cel obert, per mitjans mecànics, amb aportació de 25 cm de llast, en un bon grau de compactació, i amb p.p. de mitjans auxiliars. | 6.583,84 | 8,50 € | 55.962,64 € |
| 1.4. | Ut. | Arqueta prefabricada enregisttable de formigó en massa amb parets de 10 cm de gruix i amb reforç de cercol perimetral en la part superior de 60 cm de diàmetre, mesures interiors de treball lliures de 1 m, amb tapa i marc d'acer preparat per suportar trànsit rodat pesat, amb junta de goma perimetral produint un tancament hermètic, i formació de forats perimetrals interiors per a connexions de tubs, incloent tall de calçada existent mitjançant radial, excavació i fins i tot retirada del material sobrant directament sobre camió i transport abocador. | 2 | 270,00 € | 540,00 € |
| 1.5. | ml | Rasa per a xarxa de baixa tensió per calçada, 1,20 x 0,50 m, sense conductors, cort de calçada existent mitjançant radial, excavació, farcit de rasa amb lilit de 5 cm i fins a 10 cm per sobre dels tubs amb formigó no estructural HNE-15, capa de 30 cm de llast compactat, ferm, reg d'imprimació, capa de rodadura de 6 cm d'aglomerat asfàltic en calent tipus S-12, 6 tubs de PVC corrugat doble capa de 160 mm, multitub de telecomunicacions, cinta de senyalització, fins i tot retirada del material sobrant directament sobre el camió i transport a abocador. | 25 | 172,00 € | 4.300,00 € |
| 1.6. | ml | Tancat de 2 m d'altura, realitzat amb malla simple torsió galvanitzada en calent de trama 50/14 i pals de tub d'acer galvanitzat per mitjà d'immersió, de 48 mm. De diàmetre, p.p. de pals de cantonada, javelines, tornapuntes, tensors, i accessoris, muntada fins i tot replanteig i rebut de pals amb formigó HM-20/P/20/I de central en dau 50 x 50 x 50, fins i tot construcció de porta d'accés d'igual material, de dues fulles 2 m cadascuna, amb suport entremig i cademat de tancament. | 300 | 18,00 € | 5.400,00 € |

| | | | | | |
|------|-----|---|----|----------|-------------------|
| 1.7. | Ut. | Sabata de formigó per a suport de les estructures del pàrquing fotovoltaic, incloent excavació, cimentació i ferro. | 13 | 220,00 € | <u>2.860,00 €</u> |
|------|-----|---|----|----------|-------------------|

Total pressupost capítol nº. 1.- Obra civil 149.449,94 €

Pressupost capítol nº. 2 - Equips de producció i suport

| Par-tida | Ut. | Concepte | Quanti-tat | Preu unitari (€) | Preu total (€) |
|--|-----|--|------------|------------------|--------------------|
| 2.1 | Ut. | Subministrament i instal·lació de mòdul fotovoltaic monocristal·lí de 540 Wp, amb cable elèctric i connectors MC4, incloent fixació i connexió. | 1.272 | 115,00 € | 146.280,00 € |
| 2.2 | Ut. | Subministració i instal·lació d'inversor fotovoltaic de 100 kW, incloent fixació i connexió. | 6 | 4.000 € | 24.000,00 € |
| 2.2 | Ut. | Subministrament i instal·lació de suports de formigó per a mòduls fotovoltaics, agrupats en diferents configuracions, incloent grua, fixació i connexió. | 1 | 39.560,00 € | 39.560,00 € |
| 2.3 | Ut. | Subministrament i instal·lació d'estructura pàrquing per a 24 vehicles, incloent perfils, i la coberta preparada per a instal·lació de 102 mòduls. | 1 | 22.100,00 € | <u>22.100,00 €</u> |
| Total pressupost capítol nº. 2.- Equips de producció i suport | | | | | 85.660,00 € |

Pressupost capítol nº. 3 - Elements de connexió i protecció

| Par-tida | Ut. | Concepte | Quanti-tat | Preu unitari (€) | Preu total (€) |
|--|-----|--|------------|------------------|--------------------|
| 3.1 | Ut. | Subministrament i instal·lació de quadre elèctric fotovoltaic, incloent aparells de protecció de baixa tensió, fixació i connexió, així com altres accessoris de muntatge. | 1 | 12.542,83 € | 12.542,83 € |
| 3.2 | Ut. | Subministrament i instal·lació de punt de connexió i abocament fotovoltaic, incloent aparells de protecció de baixa tensió, fixació i connexió, així com altres accessoris de muntatge. | 1 | 4.330,00 € | 4.330,00 € |
| 3.3 | Ut. | Subministrament i instal·lació de presa de terra per a la instal·lació fotovoltaica, incloent aparells de protecció de baixa tensió, fixació i connexió, així com altres accessoris de muntatge. | 1 | 2.200,00 € | <u>2.200,00 €</u> |
| Total pressupost capítol nº. 3.- Elements de connexió i protecció | | | | | 19.072,83 € |

Pressupost capítol nº. 4 - Cablejat

| Par-tida | Ut. | Concepte | Quanti-tat | Preu unitari (€) | Preu total (€) |
|--|-----|--|------------|------------------|-------------------|
| 4.1 | m | Subministrament i instal·lació de línies elèctriques de 10 mm ² H1Z2Z2-K Cu, incloent fixació i connexió. | 15 | 2,18 € | 32,70 € |
| 4.2 | m | Subministrament i instal·lació de línies elèctriques de 25 mm ² H1Z2Z2-K Cu, incloent fixació i connexió. | 310 | 4,80 € | 1.488,00 € |
| 4.3 | m | Subministrament i instal·lació de línies elèctriques de 50 mm ² RZ1-K, incloent fixació i connexió. | 25 | 9,62 € | 240,50 € |
| 4.4 | m | Subministrament i instal·lació de línies elèctriques de 95 mm ² RZ1-K, incloent fixació i connexió. | 30 | 17,21 € | 516,30 € |
| 4.5 | m | Subministrament i instal·lació de línies elèctriques de 185 mm ² RZ1-K, incloent fixació i connexió. | 45 | 32,96 € | 1.483,20 € |
| 4.6 | m | Subministrament i instal·lació de línies elèctriques de 400 mm ² RZ1-K, incloent fixació i connexió. | 45 | 73,14 € | 3.291,30 € |
| Total pressupost capítol nº. 4.- Cablejat | | | | | 7.052,00 € |

Pressupost capítol nº. 5 - Prefabricat d'inversors

| Par-tida | Ut. | Concepte | Quanti-tat | Preu unitari (€) | Preu total (€) |
|---|-----|--|------------|------------------|-------------------|
| 5.1 | Ut. | Subministrament i muntatge de mòdul prefabricat per a la col·locació de 6 inversors de 100 kW. | 1 | 5.547,72 € | 5.547,72 € |
| Total pressupost capítol nº. 5.- Prefabricat inversors | | | | | 5.547,72 € |

Pressupost capítol nº. 6 - Estudi de seguretat i salut

| Par-tida | Ut. | Concepte | Quanti-tat | Preu unitari (€) | Preu total (€) |
|---|-----|--------------------|------------|------------------|-------------------|
| 6.1 | Ut. | Seguretat i salut. | 1 | 1.652,00 € | 1.652,00 € |
| Total pressupost capítol nº. 6.- Estudi de seguretat i salut | | | | | 1.652,00 € |

Pressupost capítol nº. 7 - Gestió de residus

| Par-tida | Ut. | Concepte | Quanti-tat | Preu unitari (€) | Preu total (€) |
|---|-----|--------------------|------------|------------------|-----------------|
| 7.1 | Ut. | Gestió de residus. | 1 | 349,58 € | 349,58 € |
| Total pressupost capítol nº. 7.- Gestió de residus | | | | | 349,58 € |

2. Pressupost d'Execució Material (PEM)

En la Taula 37hi ha un resum de tots els costos que s'han desglossat en l'apartat anterior, per cada capítol descrit.

Taula 37. Pressupost d'Execució Material (PEM) per capítols. Font: Creació pròpia.

| Pressupost d'Execució Material, PEM | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| Capítol | Concepte | Import |
| 1 | Obra civil | 149.449,94 € |
| 2 | Equips de producció i suport | 85.660,00 € |
| 3 | Elements de connexió i protecció | 19.072,83 € |
| 4 | Cablejat | 7.052,00 € |
| 5 | Prefabricat d'inversors | 5.547,72 € |
| 6 | Estudi de seguretat i salut | 1.652,00 € |
| 7 | Gestió de residus | 349,58 € |
| TOTAL PEM | | 268.784,07 € |

Ascendeix el Pressupost d'Execució Material a la expressada quantitat de **DOS-CENTS SEIXANTA-HUIT MIL SET-CENTS HUITANTA-QUATRE EUROS AMB SET CÈNTIMS**.

3. Pressupost d'Execució per Contracta (PEC)

La Taula 38 resumeix tots els costos de la instal·lació, considerant el PEM junt amb tots els altres costos afegits, conformant així el Pressupost d'Execució per Contracta (PEC), i finalment incloent els honoraris del projecte i direcció d'obra, així com l'IVA, conformant el Pressupost Total.

Taula 38. Pressupost d'Execució per Contracta (PEC) i Pressupost Total. Font: Creació pròpia.

| Pressupost d'Execució per Contracta (PEC) i Pressupost Total | |
|--|---------------------|
| Subtotal PEM | 268.784,07 € |
| 12% de despeses generals, gestió administrativa i legalització | 32.254,09 € |
| 6% de Benfici Industrial | 16.127,04 € |
| Subtotal PEC | 317.165,21 € |
| 7% d'Honoraris Enginyeria | 22.201,56 € |
| Total | 339.366,77 € |
| 21% d'IVA | 71.267,02 € |
| Total amb IVA | 410.633,79 € |

Ascendeix el Pressupost Total a la expressada quantitat de **QUATRE-CENTS DEU MIL SIS-CENTS TRENTA-TRES EUROS AMB SETANTA-NOU CÈNTIMS**.



Escola Superior de Tecnologia
i Ciències Experimentals · ESTCE