



PROJECTE EXECUTIU

d'una instal·lació fotovoltaica per autoconsum de 1.239 kWn
a l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

ROSA LOPEZ
GARCIA -
DNI
43421570P

Firmado digitalmente por ROSA
LOPEZ GARCIA - DNI 43421570P
Nombre de reconocimiento
(DN): cn=ES, sn=LOPEZ GARCIA,
givenName=ROSA,
serialNumber=IDCES-43421570P,
cn=ROSA LOPEZ GARCIA - DNI
43421570P
Fecha: 2025.10.30 12:23:18
+01'00'

Octubre 2025

SULMAG

CONSULTORA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA
c./Roger de Flor 36-08912 BADALONA
www.sulmag.com
CIF B-65708976

ÍNDEX GENERAL

DOCUMENT I: MEMÒRIA TÈCNICA I ANNEXOS

MEMÒRIA

ANNEX 1. Càlcul de producció

ANNEX 2. Càlculs justificatius

ANNEX 3. Documentació fotogràfica

ANNEX 4. Estudi de seguretat i salut

ANNEX 5. Estudi de gestió de residus

ANNEX 6. Pla de treball

ANNEX 7. Justificació de preus

ANNEX 8. Informació tècnica dels equips

ANNEX 9. Pla de control de qualitat

ANNEX 10. Certificat de solidesa

DOCUMENT II: PLÀNOLS

DOCUMENT III: PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES

DOCUMENT IV: PRESSUPOST

ÍNDEX

1.	ANTECEDENTS	2
2.	OBJECTE I TITULAR	2
2.1.	OBJECTE	2
2.2.	TITULAR	2
3.	EMPLAÇAMENT I ACCESSOS	2
4.	NORMATIVA VIGENT	4
5.	TAULA RESUM DE LA INSTAL·LACIÓ	5
6.	DESCRIPCIÓ DE LA SOLUCIÓ ADOPTADA	6
6.1.	PREMISSES DE DIMENSIONAT	6
6.2.	DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ	10
6.3.	MÒDULS FOTOVOLTAICS I CAMP FOTOVOLTAIC	13
6.4.	INVERSOR DE POTÈNCIA	15
6.5.	ESTRUCTURES DE SUPORT	18
6.6.	TRAÇAT DE LA LÍNIA DE DISTRIBUCIÓ	18
6.7.	LÍNIA D'EVACUACIÓ CC	34
6.8.	LÍNIA DE DISTRIBUCIÓ DE CA	36
6.9.	DISPOSITIUS DE PROTECCIÓ	37
6.10.	CONNEXIÓ DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA LÍNIA INTERIOR	41
6.11.	CONNEXIÓ A TERRA	41
6.12.	SISTEMA DE MONITORATGE I GESTIÓ DE L'ENERGIA	42
7.	ESTUDI ENERGÈTIC I DE RENDIMENTS	48
8.	ASPECTES AMBIENTALS	49
8.1.	CANVI CLIMÀTIC	49
8.2.	BALANÇ ENERGÈTIC	49
9.	MESURES A TENIR EN COMPTE PER LA INSTAL·LACIÓ I EL MANTENIMENT FUTUR	49
9.1.	EDIFICI BOMBAMENT I REACTIUS:	50
9.2.	EDIFICI BOMBAMENT I AIGUA TRACTADA:	51
9.3.	EDIFICI BOMBAMENT NORD	51
10.	PLANIFICACIÓ, PRESSUPOST I PCA	51
11.	POSSADA EN MARXA I RECEPCIÓ DEL SUBMINISTRAMENT	51
11.1.	PROVES DE LA INSTAL·LACIÓ	51

11.2.	POSADA EN MARXA	51
11.3.	RECEPCIÓ DEL SUBMINISTRAMENT	52
12.	EQUIP REDACTOR PROJECTE EXECUTIU	53

ANTECEDENTS

L'Energètica és una empresa pública que es dedica a produir i subministrar energia d'origen renovable. La seva acció se centra a promoure la producció d'energia neta, bastir la sobirania energètica de Catalunya, vetllar per l'equilibri territorial del país i contribuir a la justícia social energètica.

L'ENERGÈTICA neix per accelerar la transició energètica de Catalunya i garantir que es fa amb respecte al territori. S'ocupa de tot tipus d'activitats, obres i serveis relacionats amb l'energia elèctrica procedent de fonts d'energia renovables.

Els recursos fòssils són finits i contaminants. No poden ser una opció de futur en l'actual context d'emergència climàtica. L'ENERGÈTICA contribueix a la sostenibilitat i a la protecció del medi ambient generant i subministrant energia neta provinent de l'energia solar, eòlica o hidràulica.

Catalunya ha de reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle en un 55% l'any 2030 i arribar a la neutralitat d'emissions de carboni l'any 2050. L'ENERGÈTICA hi contribuirà generant energia neta per a tot el sector públic del país.

La petició de punt de connexió ha estat denegada per no existir capacitat d'accés i per tant la modalitat d'autoconsum serà sense excedents.

OBJECTE I TITULAR

2.1. OBJECTE

El present document té per objectiu definir les condicions tècniques de la instal·lació solar fotovoltaica d'autoconsum que es té previst realitzar sobre les cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus.

- La instal·lació fotovoltaica tindrà una potència nominal de 1.239 kW i serà autoconsum sense excedents major de 100 kW segons RD 244/2019 de 5 d'Abril, per el que es regula les condicions administratives, tècniques i econòmiques del autoconsum.(text consolidat) BOE N°83 de 6 d'Abril de 2019.
- La modalitat seleccionada serà d'autoconsum individual sense excedents d'una instal·lació major a 100 kW. La petició de punt de connexió ha estat denegada per no existir capacitat d'accés i per tant la modalitat d'autoconsum serà sense excedents.

MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

2.2. TITULAR

El titular de la instal·lació de Generació serà la empresa pública L'Energètica

Titular de la instal·lació de Generació:

Nom: Salut Sant Joan de Reus – Baix Camp

CIF: Q4300351F

Adreça: Avda. Dr. Josep Laporte, 2, 43204 Reus (Tarragona)

Titular del subministrament

Nom: Salut Sant Joan de Reus – Baix Camp

CIF: Q4300351F

CUPS: ES0031408442087001PY0F

Tarifa d'accés: Tarifa 6.1 TD

Potència contractada: 3.118 kW (P1-P6)

EMPLAÇAMENT I ACCESSOS

L'Energètica ha seleccionat diversos emplaçaments per instal·lar mòduls solars fotovoltaics per autoconsum. Un dels emplaçaments seleccionats és l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus.

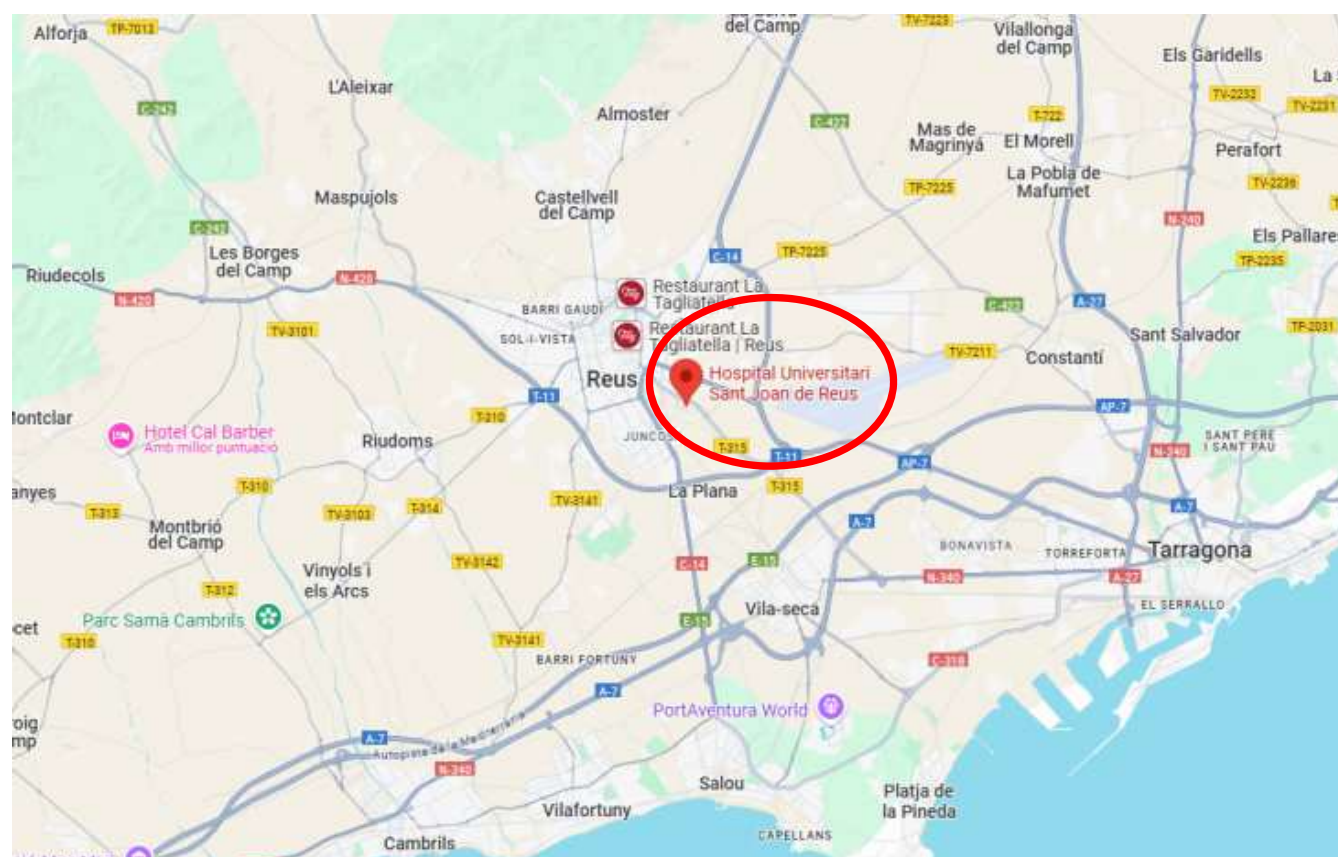
L'Hospital està emplaçat en terrenys corresponents al terme municipal de Reus.

Tot seguit es detalla la situació geogràfica de l'equipament:

Ubicació	Hospital universitari Sant Joan de Reus Avda. Dr. Josep Laporte, 2, 43204 Reus (Tarragona)
Coordenades	41.144685 N 1.123192 E
Cota Terreny	93 m.s.n.m

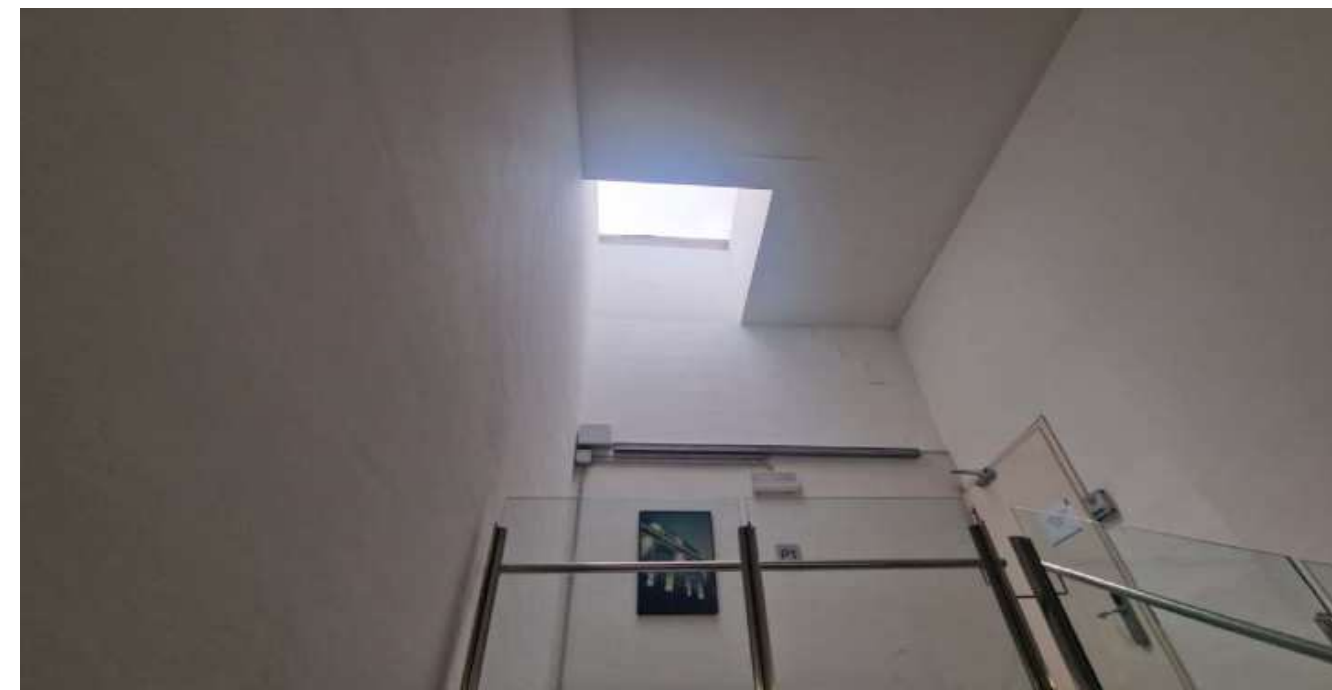
MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus



Imatge 1. Ubicació de la zona de treballs

L'accés a la coberta principal es realitza per l'interior de l'edifici, es pot pujar fins al segon pis amb l'ascensor i a través d'una porta amb accés amb clau es pot accedir fins la coberta principal de l'equipament hospitalari que dona accés a les espines de la A a la F i per accedir a la coberta que dona a la façana sud caldrà emplaçar una escala fixa. En el cas de l'edifici de Gerència, l'accés es realitza a través d'una trapa on cal emplaçar una escala existent a l'hospital cada cop que es vulgui accedir.



Imatge 3. Accés amb trapa on s'emplaça una escala per accedir a la coberta de Gerència



Imatge 2. Imatge aèria zona de treballs



Imatge 4. Escala d'accés a la coberta principal del Hospital

Arribar-hi és senzill s'hi pot accedir a través de la T-315 (Avda. Bellissens) a la qual es pot accedir a través de l'autovia T-11 que uneix la AP-7 i Tarragona amb Reus, o directament des de la vila de Reus, localitzable fàcilment fent servir aplicacions de navegació com Google Maps. No hi haurà cap problema per fer la descàrrega del material i hi ha espais a la zona per deixar els materials, tot i que caldrà coordinar amb el personal de manteniment de l'Hospital per establir protocols d'accés i zones d'abassegament de materials i punts d'emplaçament de mitjans elevadors per la descàrrega dels equips amb la senyalització que demani l'equipament tant en la zona de les espines com en l'edifici de Gerència.

Segons es defineix en el document de càlcul de sobrecàrregues del Hospital, la sobrecàrrega d'us serà de 150Kg/m2, per tant no es podrà superar aquesta dada quan es descarregui tot el material i sempre tenim en compte en espaiar els palets 2 metres entre ells i intentar buscar bigues i dobles bigues per seguretat.

NORMATIVA VIGENT

Normativa vigent per a instal·lacions Fotovoltaïques

- **RD 244/2019** de 5 d'Abril, per el que es regula les condicions administratives, tècniques i econòmiques del autoconsum.(text consolidat) BOE N°83 de 6 d'Abril de 2019
- **Llei 24/2013**, de 26 de desembre del Sector Elèctric, en el seu article 9 defineix l'autoconsum i distingeix varies modalitats d'autoconsum.(text consolidat). BOE N° 310 de 27 de desembre 2013.
- **Reial Decret Llei 15/2018**, de 5 d'octubre, de mesures urgents per la transició energètica i la protecció de consumidors. BOE N° 242 del 6 d'Octubre de 2018.
- **RD900/2015** d'autoconsum, de 9 d'octubre, pel qual es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de les modalitats de subministrament d'energia elèctrica amb autoconsum.
 - **Nota:** Norma derogada, amb efectes del 7 d'Abril del 2019, a excepció dels apartats del 1 al 4 i 7 de la disposició addicional 1 i les disposicions addicionals 2, 5 y 6 i la disposició transitòria 7, per la disposició derogatòria única. a) del Reial Decret 244/2019, de 5 de abril. Ref. BOE-A-2019-5089. A tenir en compte les disposicions transitòries 1 i 2 del cita Reial Decret.
- **RD 1955/2000** de l'1 de desembre, per el que es regulen les activitats de transport, distribució, comercialització, subministrament i procediments d'autorització d'instal·lacions d'energia elèctrica.(text consolidat) BOE N°310 del 27 de Desembre del 2000.
- **RD 1699/2011**, de 18 de novembre, pel que es regula la connexió a xarxa d'instal·lacions de producció de petita potència. (text consolidat) BOE N° 295 de 8 de desembre de 2011

- **RD 1048/2013**, de 27 de desembre, pel qual s'estableix la metodologia pel càlcul de la retribució de l'activitat de distribució d'energia elèctrica i el pagament dels drets d'escomesa previstos al article 6 del RD 1699/2011, de 18 de novembre.
- **Reial Decret 842/2002** del 2 d'agost pel qual s'aprova el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT) i les seves instruccions complementàries.(text consolidat) N° BOE N°224 de 18 de Setembre de 2002.
- **Decret 74/2007**, de 27 de març, pel qual es modifica l'article 13.1 del Decret 363/2004, de 24 d'agost, pel qual es regula el procediment administratiu per a l'aplicació del Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió.
- **RD 413/2014**, de 6 de juny que regula l'activitat de producció d'energia elèctrica a partir de fonts d'energia renovables, cogeneració i residus. (text consolidat). BOE N° 140 del 10 Juny de 2014.
- **Reial Decret 337/2014** de 9 de Maig pel qual s'aproven el Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en instal·lacions elèctriques d'alta tensió i les seves instruccions tècniques complementaries ITC-RAT01 a 23. BOE N° 139 de 9 Juny de 2014.
- **Reial Decret 1110/2007**, de 24 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament unificat de punts de mesura del sistema elèctric. BOE N° 224 de 18 de Setembre de 2007
- **Real Decret 647/2020** de 7 Juliol per que es regulen aspectes necessaris per la implementació dels codis de xarxa en determinades instal·lacions elèctriques. BOE N° 187 de 08 Juliol de 2020.
- **Decret 308/1996**, de 2 d'agost, sobre procediment administratiu aplicables a les instal·lacions en règim especial.
- **Llei del Sector Elèctric 54/1997** del 24 de novembre de 1997, estableix un nou marc de funcionament del sistema elèctric Espanyol. Estableix un règim especial per aquelles instal·lacions que utilitzen fonts d'energia renovables, amb una potència instal·lada menor de 50MW. BOE N° 285 de 28 de novembre de 1997.
- **Decret Llei 16/2019**, de 26 de novembre, de mesures urgents per l'emergència climàtica i l'impuls a les energies renovables.
- **Decret 352/2001**, de 18 de desembre, sobre procediment administratiu aplicable a les instal·lacions d'energia solar fotovoltaica connectades a la xarxa elèctrica (DOGC 3544, de 02/01/2002).
- Condicions Tècniques de l'IDAE d'instal·lacions solars fotovoltaïques connectades a xarxa, publicades al 2011.
- Resolució de la direcció General de Política energètica i Mines del 31 de Març de 2001, per la que es determina el model de contracte tipus i model de factura per a instal·lacions solars fotovoltaïques connectades a la xarxa de baixa tensió.
- Ordre de 30 de setembre de 2002, per la que se estableix el procediment per prioritzar l'accés i la connexió a la xarxa elèctrica per evacuació d'energia de les instal·lacions de generació

contemplades en el RD 2818/1998 sobre producció d'energia elèctrica per instal·lacions proveïdes per recursos o fonts d'energia renovables, residus i cogeneració.

- **RD Llei 9/2013**, de 12 de juliol pel qual s'adopten mesures urgents per garantir l'estabilitat financera del sistema elèctric.

Altres normatives d'aplicació a tenir en compte en Documents Tècnics d'instal·lacions Fotovoltaïques:

- **Reial Decret 614/2001** Disposicions mínimes per a la protecció de la salut i la seguretat dels treballadors vers el risc elèctric.
- **Reial Decret 314/2006** del 17 de març, pel que s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació.
- **Directiva 2002/96/CE** del Parlament Europeu i del Consell de 27 de gener de 2003 sobre residus d'aparells elèctrics i electrònics (RAEE).
- **Directiva 2002/95/CE** del Parlament Europeu i del Consell de 27 de gener de 2003 sobre restriccions a la utilització de determinades substàncies perilloses en aparells elèctrics i electrònics.
- **Directiva 2009/28/CE** del Parlament Europeu i del Consell, de 23 d'abril de 2009, relativa al foment de l'ús d'energia procedent de fonts renovable
- **Llei 31/1995**, de 8 de novembre, de prevenció de riscos laborals.
- **Reial Decret 105/2008**, d'1 de febrer, pel qual es regula la producció i gestió dels residus de construcció i demolició.
- **Reial Decret 186/2016**, de 6 de maig, pel qual es regula la compatibilitat electromagnètica dels equips elèctrics i electrònics.
- **Llei 49/1960** de 21 de juliol sobre propietat horitzontal. (text consolidat) BOE N° 177 23 juliol de 1970.
- **Reial Decret Legislatiu 2/2004** de 5 de Març per que s'aprova el text refós de la Llei Reguladora de les Hisendes locals. BOE n° 59 de 9 de Març de 2004
- **Reial Decret 470/2021** de 29 de juny, pel qual s'aprova el Codi Estructural
- **Reglament Delegat (UE) 2016/364 de la Comissió**, d'1 de juliol de 2015, relatiu a la classificació de les propietats de reacció al foc dels productes de construcció de conformitat amb el Reglament (UE) n° 305/2011 del Parlament Europeu i del Consell.
- **Decret 192/2023**, de 7 de novembre, de la seguretat industrial dels establiments, les instal·lacions i els productes

MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus



TAULA RESUM DE LA INSTAL·LACIÓ

DADES GENERALS ARQUITECTÒNIQUES

Tipus d'integració: Autoportant Est-Oest i sud fixat a perfils coberta	
Inclinació (graus)	10°
Orientació (graus azimuth)	-65° SE / +115° NO -- +25° SE

TIPUS INSTAL·LACIÓ

Tipologia	Autoconsum individual sense excedents de més de 100 kW
Referència Cadastral	2568104CF4526H1002MH

DADES PLANTA FOTOVOLTAICA

Nom que identifica la instal·lació	IESFV Hospital Universitari Sant Joan de Reus
Grup i subgrup de classificació	b.1.1
Potència pic (kWp)	1.376,98
Potència nominal (kW)	1.239

INVERSORS DE POTÈNCIA

Número d'inversors de potència	13
Potència de l'inversor (kW)	6 x 150 kW / 1 x 115 kW / 2 x 100 kW / 4 x 6 kW
Tensió/Freqüència	400 V/50 Hz

CAMP FOTOVOLTAIC

Número total de mòduls	2.894 (2.736 a instal·lar -- 158 existents)
Tipus tecnologia	HPBC (Hybrid passivated back contact) 108 Cèl·lules
Potència dels mòduls (Wp)	490 (230 els mòduls existents)
Composició. N° strings	92 de 24 mòduls / 24 de 22 mòduls
Superfície Total Mòduls	5.580 m²
Intensitat màxima mòdul Imp	14,83 A
Tensió màxima mòdul Vmp	33,73 V
Intensitat curtcircuit Isc mòdul	15,53 A
Tensió circuit obert mòdul Voc	40,75 V

DADES GENERACIÓ

Estimació energia generada kWh/any	1.839.300
KWh/KWp	1.345

SISTEMA DE MONITORATGE Plataforma de Monitoratge Fusion Solar del fabricant del Inversors Huawei i Plataforma monitoratge de l'Energètica

DESCRIPCIÓ DE LA SOLUCIÓ ADOPTADA

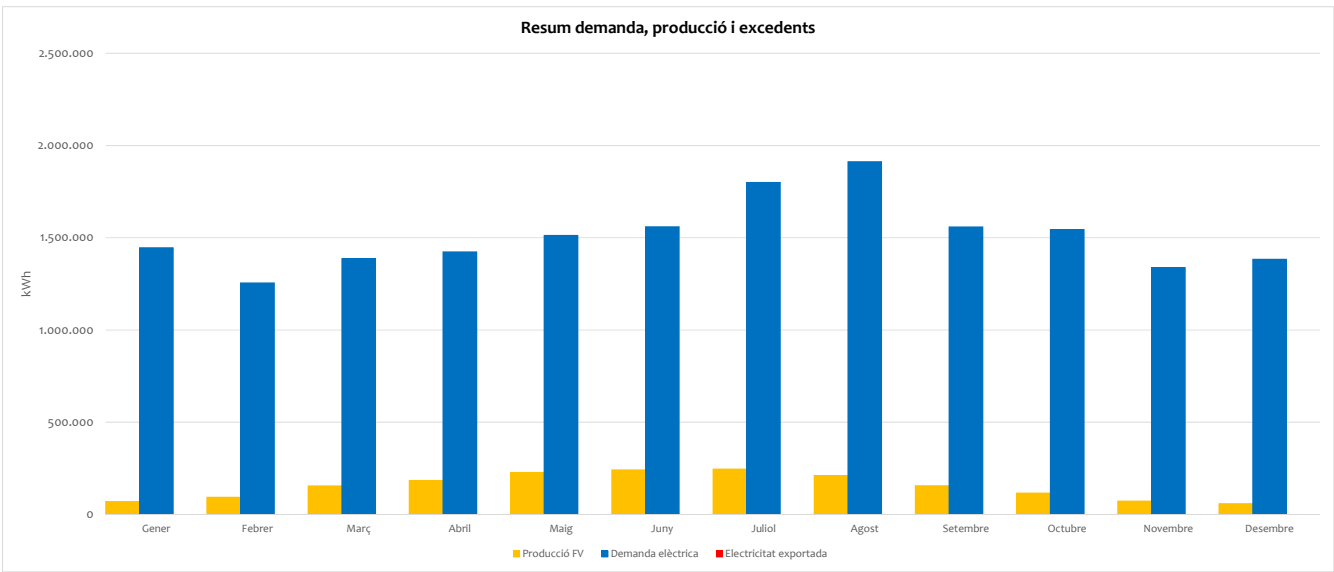
6.1. PREMISSES DE DIMENSIONAT

El Projecte s'ha realitzat segons les següents premisses de treball:

- Balanç Energètic:** Tota l'energia generada en aquest projecte serà autoconsumida a tal efecte s'han creuat les corbes de generació horària anual previstes segons simulació realitzada de la instal·lació fotovoltaica i les corbes horàries anuals (any 2024) de consum del conjunts d'edificis del complex Hospitalari, tots units a una sola escomesa.

	Producció FV	Demanda elèctrica	Consum xarxa	Electricitat exportada	Autoconsum FV	Cobertura FV
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	%
Gener	70.215	1.446.144	1.375.929	0	70.215	4,86%
Febrer	94.042	1.256.125	1.162.083	0	94.042	7,49%
Març	155.651	1.387.738	1.232.087	0	155.651	11,22%
Abril	185.179	1.424.157	1.238.978	0	185.179	13,00%
Maig	228.395	1.513.549	1.285.154	0	228.395	15,09%
Juny	241.841	1.559.949	1.318.108	0	241.841	15,50%
Juliol	246.561	1.800.817	1.554.256	0	246.561	13,69%
Agost	212.409	1.912.842	1.700.433	0	212.409	11,10%
Setembre	156.548	1.559.716	1.403.168	0	156.548	10,04%
Octubre	116.527	1.544.561	1.428.034	0	116.527	7,54%
Novembre	72.907	1.339.236	1.266.329	0	72.907	5,44%
Desembre	59.211	1.383.640	1.324.429	0	59.211	4,28%
TOTAL	1.839.486	18.128.474	16.288.988	0	1.839.486	10,15%

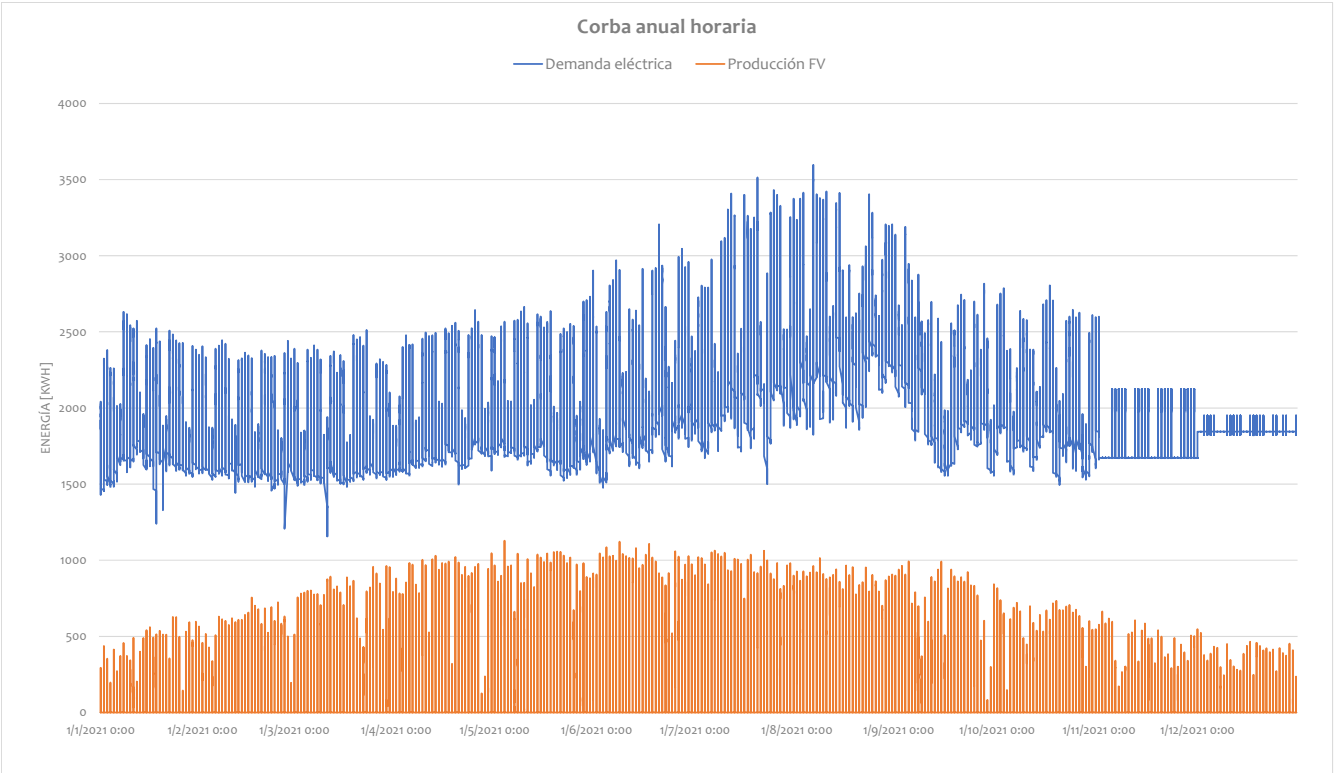
Imatge 5. Dades de consum i generació prevista en creuament horari



Imatge 6. Comparació mensual del consum vs la generació

MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus



Imatge 7. Creuament de corbes horàries de consum vs generació

Rati cobertura	10,15%
Rati autoconsum FV	100%

Com es pot comprovar el rati d'autoconsum és del 100% i no hi haurà excedents, tot assolint un rati de cobertura per damunt dels 10%.

- Donada la manca d'excedents i la impossibilitat d'assolir un punt de Connexió per la negativa de distribuïdora al respecte, la Modalitat d'autoconsum serà la d'una Instal·lació generadora d'autoconsum sense d'excedents de més de 100 kW.
- Situació geogràfica:** La irradiació i temperatura local s'han obtingut de la base de dades Meteonorm 8.
- Actualment l'equipament disposa d'un petit sistema de generació fotovoltaica, ocupant parcialment l'espina A i una part de la façana de l'edifici, s'ha considerat escaient desmantellar el sistema coplanar emplaçat a la coberta, ja que l'ocupació d'espai per equips més moderns i eficients permetrà emplaçar molta més potència i generar més energia, d'altra banda els mòduls de façana es mantindran i de fet els mòduls de coberta s'abassegaran a l'hospital per tal de

poder disposar d'equips de reposició, ja que són mòduls de 230 Wp i d'una antiguitat superior als 12 anys impossibles de localitzar al mercat.



Imatge 8. Mòduls existents a façana i que es mantindran



Imatge 9. Mòduls coplanars a desmantellar localitzats a l'espina A

MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

- **Espai disponible:** S'aprofitarà l'espai disponible i lliure d'ombreig de totes les cobertes principals dels edificis del complex, excloent tant sols per raons evidents la zona de l'heliport i les 3 petites cobertes i que no disposen d'accés localitzades al sud de la façana principal del complex.



Imatge 10. Imatge amb la zona de Treball en verd i zona descartada en vermell

- En les visites realitzades durant l'any 2025 es va observar que els potencials generadors d'ombres sobre el camp fotovoltaic són els canvis de cota entre edificis, xemeneies, antenes, parallamps, murs perimetrals i altres espais per a localització d'equipaments varis a coberta, es va evitar l'afectació per ombreig persistent evitant emplaçar alguns equips en la zona i calculant llur afectació en les simulacions realitzades. Tot seguit es presenten imatges d'alguns dels objectes generadors d'ombreig i dels diferents emplaçaments on es col·locaran els mòduls fotovoltaics:

MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus



Imatge 11. Coberta sobre façana principal



Imatge 13. Coberta edifici de Gerència



Imatge 12. Espais entre espines



Imatge 14. Coberta Espina A

MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus



Imatge 15. Coberta Espina B



Imatge 17. Coberta Espina D



Imatge 16. Coberta espina C amb objectes generadors d'ombres



Imatge 18. Coberta Espina E



Imatge 19. Coberta Espina F, amb parallamps i altres obstacles

Per tot això, els plantejaments inicials són els següents:

- Emplaçament d'estructura fotovoltaica autoportant amb una orientació dels mòduls Est-Oest (-65° a $+115^\circ$) a 10° d'inclinació en les zones de les espines, espais entre espines i edifici de Gerència i un sistema ancorat a coberta amb inclinació de 10° i orientat a sud ($+25^\circ$) en la zona plana de l'acabament de façana.
- La disposició dels strings es realitzarà per facilitar les tasques alhora de cablejar el camp fotovoltaic i en cap cas unint mòduls de diferents orientacions existents en un mateix string.
- El sistema s'ha dissenyat tot aprofitant l'espai disponible, evitant les ombres existents i deixant suficients passos per tal de poder accedir a tots els recons de les cobertes per llur futur manteniment.
- Els mòduls seleccionats són d'alta eficiència de 490 W de 108 mitges cèl·lules de tecnologia HPBC (Hybrid Passivated back contact) i Zero Bussbar per evitar risc de microruptures. Certificats IEC 61215, 61730, anti-PID (Degradació induïda per potencial). Mínim 30 anys de garantia per defectes de fabricació i 30 anys de producció lineal de potència. S'entregarà el Flash test en Excel. No es permetrà modificació de les dimensions dels equips, ja que s'han analitzat diferents alternatives de mercat fins assolir el rati potència i zona de pas òptim.

MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

- S'han previst 13 inversors, 6 de 150 kW amb un mínim de 7 punts de seguiment de màxima potència o MPPTs, 1 inversor de 115 kW amb un mínim de 10 punts de seguiment de màxima potència o MPPTs, 2 inversors de 100 kW amb un mínim de 10 punts de seguiment de màxima potència o MPPTs i 4 inversors de 6 kW amb 1 punt de seguiment de màxima potència per els mòduls existents a façana.
- Instal·lació de varies línies de vida permanents a les diferents cobertes. A l'Estudi Bàsic de Seguretat i Salut i a l'annex nº2 Especificacions dels equips, es poden veure les línies de vida previstes.
- Com l'energia serà auto-consumida i no hi haurà excedents per tal de facilitar la tramitació de la instal·lació s'ha seleccionat la modalitat d'autoconsum sense excedents amb potència de fins a 100 kW amb no abocament dels mateixos a la xarxa elèctrica, segons RD15/2018 i RD244/2019.
- Les estructures seran d'alumini i amb cargolaria d'acer inoxidable, per una millor durabilitat del conjunt. Mínim una garantia de 15 anys dels materials.

6.2. DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ

La instal·lació fotovoltaica presenta una potència nominal de **1.239 kWn**, composta per **2.736** mòduls fotovoltaics de **490 W**, i s'aprofitaran **158** mòduls de **230 W** ja instal·lats a façana. Amb una potència total pic de **1.376,98 kWp**, 1.340,64 kWp de nous mòduls i 36,34 kWp amb mòduls existents. Sobre l'edifici principal on es localitzen les espines, els espais entre espines i la coberta que continua la façana s'emplaçaran 2.296 mòduls, i sobre l'edifici de gerència 440 mòduls addicionals tots ells de 490 W, a banda dels ja instal·lats a façana que són 158 de 230 W.

S'instal·laran estructures fotovoltaiques amb orientació Est – Oest a les zones de les espines, espais entre espines i edifici de gerència (-65° SE / $+115^\circ$ NO) amb un inclinació de 10° . I amb la mateixa inclinació però orientats a sud ($+25^\circ$ SO) s'emplaçaran dues fileres de mòduls sobre la coberta que remata la façana principal de l'edifici.

La connexió dels mòduls es durà a terme mitjançant els connectors ràpids que duen incorporats, i que en cap cas en podran tallar ja que es perdria la garantia del producte.

Els mòduls de les espines i espais entre espines es connectaran a 6 inversors de 150 kW, els mòduls de la coberta de façana es connectaran a un inversor de 115 kW i els mòduls de l'edifici de gerència es connectaran a 2 inversors de 100 kW, per últim es substituiran els inversors existents a coberta on es

connectes els mòduls de façana i s'emplaçaran 4 inversors de 6 kW i es conduirà quan escaigui el cablejat de continua fins aquests inversors.

La connexió de les instal·lacions fotovoltaïques es realitzarà a les dues sales on es localitzen els quadres elèctrics de BT principals anomenades ET1 i ET2.

A la ET1, localitzada a la zona nord oest del soterrani es connectaran els 3 inversors de 150 kW de les espines A, B i C, i l'inversor de la coberta de façana de 115 kW, i tots ells es localitzaran a la mateixa sala.

A la ET2, localitzada a la zona nord est del soterrani es connectaran els 3 inversors de 150 kW de les espines E, F i G, i els 2 inversors de la coberta de l'edifici de gerència de 100 kW, els 3 inversors de 150 kW s'emplaçaran a la sala de la ET2 i els 2 inversors de 100 kW a un espai tècnic localitzat a mig camí que més endavant es localitzarà en plànols.

Per últim els inversors de 6 kW s'emplaçaran a coberta i es connectaran a un subquadre de ventilació localitzat a coberta.



Imatge 20. Implantació mòduls per inversors i geolocalització sales tècniques ET1 i ET2

MEMÒRIA

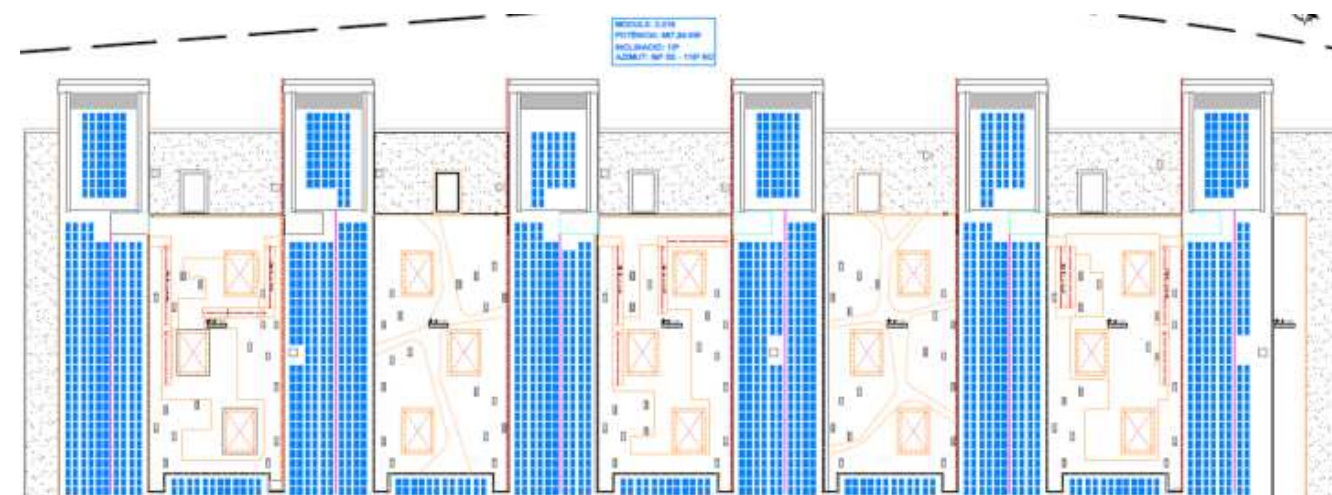
Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

Totes les cobertes on s'emplaçaran mòduls fotovoltaics són planes i transitables, però caldrà que els treballadors es fixin a les línies de vida alhora d'executar els treballs en la zona perimetral. Les estructures de suportació dels mòduls seran d'alumini autoportants amb petit llast, i la coberta de de façana amb una solució ancorada directament als perfils localitzats a les corretges de coberta. En tots els casos els mòduls es subjecten als perfils d'alumini de l'estructura mitjançant grapes de subjecció. Tots els mòduls s'instal·laran en horitzontal (veure plànol núm. 2.1 "2. Implantació").

De sud a nord trobem els següents subcamps fotovoltaics:

- ZONA ESPINES I ESPAIS ENTRE ESPINES

El subcamp està compost per 2.016 mòduls emplaçats Est-Oest amb una estructura autoportant amb un pic de potència de 987,84 kWp, que es connectaran a 6 inversors de 150 kW, a cada inversor es connectaran 14 strings de 24 mòduls, i donat que els inversors disposen de 7 MPPTs amb 3 entrades per MPPT, es faran servir els 7 MPPTs realitzant un paral·lel a cadascun d'ells i **sempre amb mòduls amb la mateixa orientació**.

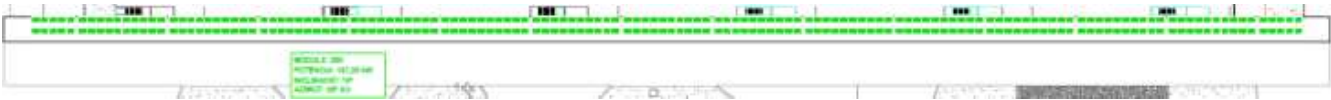


Imatge 21. Implantació Zona espines i espais entre espines

- ZONA COBERTA SOBRE FAÇANA

El subcamp està compost per 280 mòduls orientats a sud i fixades ambdues fileres a la perfilaria que subjecte la coberta, amb un pic de potència de 137,20 kWp, que es connectaran a un inversor de 115 kW amb 8 strings de 24 mòduls i 4 strings de 22 mòduls, ocupant la totalitat dels 10 MPPTs i on caldrà realitzar 2 paral·lels, **sempre amb strings del mateix número de mòduls i de la primera filera**. Com es pot comprovar en aquesta coberta els mòduls s'han emplaçat en 2 fileres i no les 3 possibles pel risc de caiguda i l'impacte paisatgístic, per tant alhora d'emplaçar els equips caldrà fixar-los al més al nord

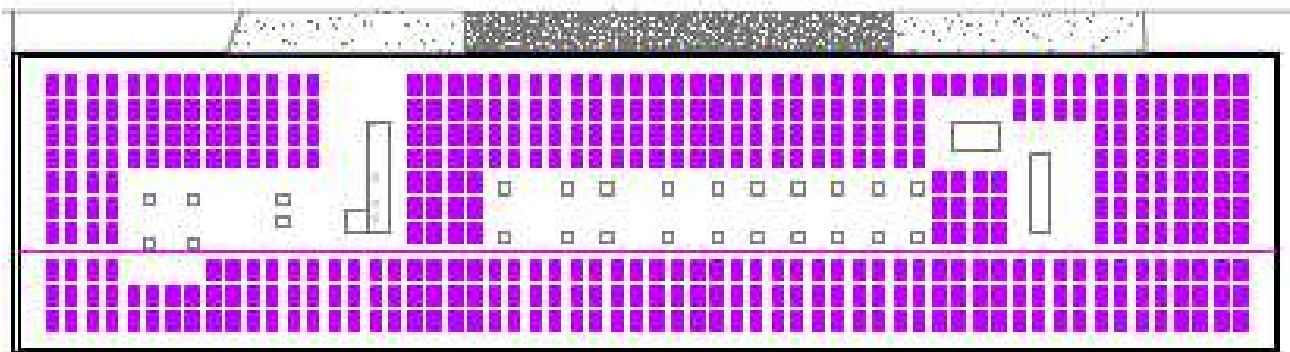
possible, deixant l'espai on es localitzen els punts d'ancoratge per fixar l'arnés de treball i les línies de vida.



Imatge 22. Implantació zona coberta sobre façana principal

- EDIFICI DE GERÈNCIA

El subcamp està compostat per 440 mòduls emplaçats Est-Oest amb una estructura autoportant amb un pic de potència de 215,60 kWp, que es connectaran a 2 inversors de 100 kW, a cada inversor es connectaran 10 strings de 22 mòduls ocupant la totalitat dels 10 MPPTs existents i en cap cas realitzant paral·lels.



MÒDULS: 440
POTÈNCIA: 215,60 kW
INCLINACIÓ: 10°
AZIMUT: 85° S-E - 116° NO

Imatge 23. Implantació Zona Edifici de Gerència

El mòduls de la zona de façana ja estan connectats i allà tant sols caldrà substituir els inversors existents per inversors nous, i ajustar el número de strings i mòduls connectats a cada inversor per compensar-los de la millor manera possible, allargant el cable de continua quan escaigui.

S'ha tingut en compte el possible ombreig dels diferents obstacles tal i com es pot comprovar als plànols de connexionat dels strings.

La distribució dels inversors per edifici és la següent:

MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

ZONA	Potència inversor kW	Nº de Mòduls	Potència unitària (W _p)	Nº sèries i mòduls x sèrie	Potència total (kW _p)
ESPINES I ESPAIS ENTRE ESPINES	6 x 150	2.016	490	84 x 24	987,84
COBERTA FAÇANA	115	280	490	8 x 24 4 x 22	137,20
EDIFICI DE GERÈNCIA	2 x 100	440	490	20 x 22	215,60
FAÇANA	4 x 6	158*	230*		36,34
TOTAL	6 x 150 115 2 x 100 4 x 6	2.736 158*	490 230*	92 x 24 24 x 22	1.340,64 36,34

*existents

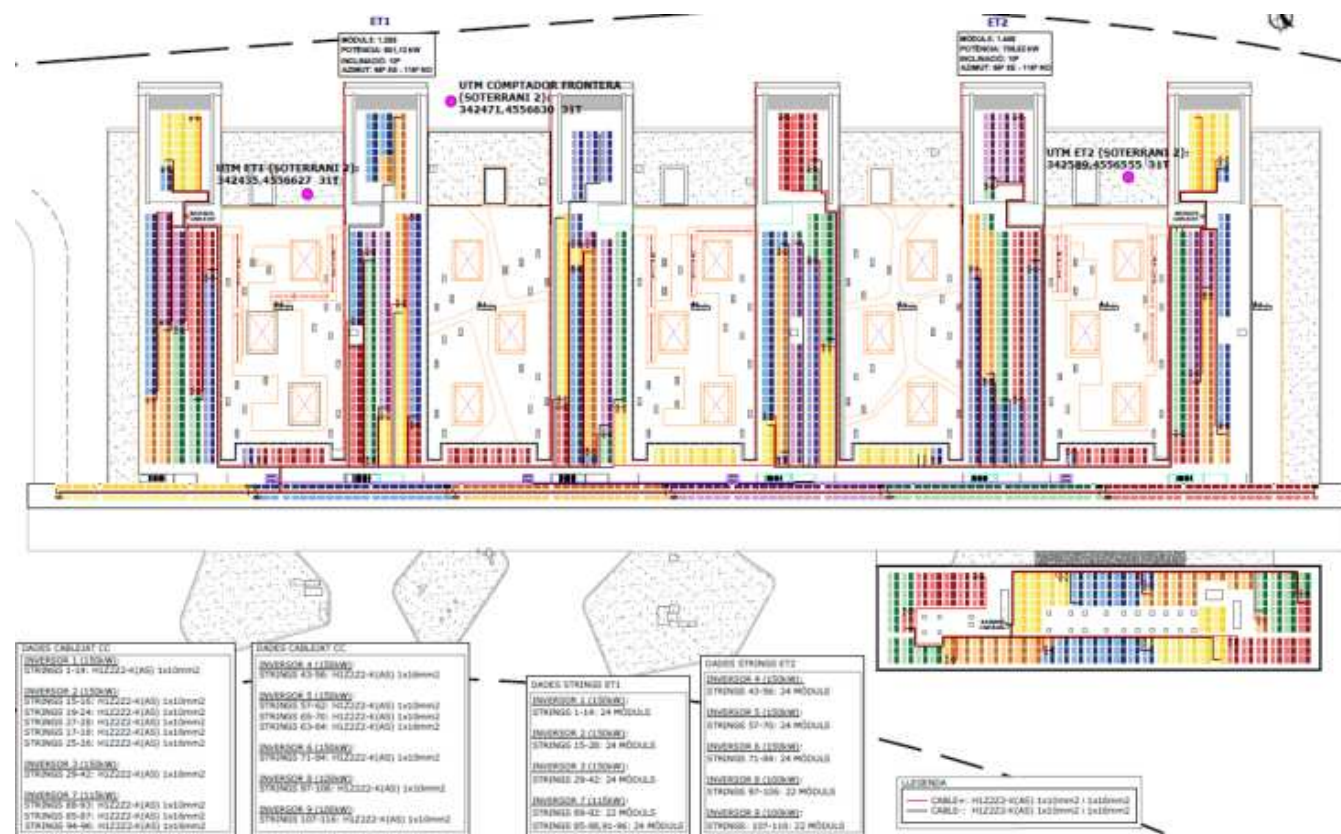
Tot seguit es mostraran els paràmetres elèctrics definits per aquesta instal·lació:

	Nº total strings	Nº mòduls x string	Potencia mòdul (W)	Vmp *CC (V)*	Imp String CC (A)*	Voc CC (V)*	Isc String CC (A)*	Potencia pic (Wp)
STRINGS 1-14 (INV 1) STRINGS 15-28 (INV 2) STRINGS 29-42 (INV 3) STRINGS 43-56 (INV 4) STRINGS 57-70 (INV 5) STRINGS 71-84 (INV 6)	84	24	490	809,52	14,83	978	15,53	84 x 11.760
STRINGS 89-92 (INV7)	4	22	490	742,06	14,83	896,5	15,53	4 x 10.780
STRINGS 85-88, 93-96 (INV7)	8	24	490	809,52	14,83	978	15,53	8 x 11.760
STRINGS 97- 106 (INV8) STRINGS 107-116 (INV9)	20	22	490	742,06	14,83	896,5	15,53	20 x 10.780
TOTAL	116		490					1.340.640

*Condicions Standard de mesura (STC). 100W/m2, AM 1,5 i 25°C temp

** Els inversors 10 a 13 de 4 kW es connectaran als strings existents a façana mirant d'equilibrar al màxim la potència pic de cadascun d'ells.

Tot seguit es presenta una imatge de la unió dels strings de tot el conjunt, si es vol consultar a nivell de detall el connexionat de cada subcamp es pot adreçar a l'annex plànols.



Imatge 24. Distribució dels strings

El dimensionament dels strings s'ha dissenyat de tal manera que la tensió de la mateixa es situï a l'interval MPPT o rang de tensió de l'inversor en el que aquest és capaç de seguir el punt de màxima potència, optimitzant així el rendiment de la instal·lació.

Els cables de les sèries es conduiran darrera dels mòduls ben embridats i pels perfils de les estructures quan sigui possible, sinó aniran per safata fins als baixants de les espines A i F i el baixant de l'edifici de gerència, els passos entre fileres i strings es faran en safata o a través de tubs corrugats per intempèrie. Caldrà garantir que cap connector i cablejat quedi tocant la coberta.

Les caixes de protecció de corrent continu IP65, de doble aïllament i classe II inclouran: fusibles seccionables per a cada string i descarregadors de sobretensions tipus I+II i seccionadors manuals en càrrega. Les caixes de protecció es localitzaran al costat de l'emplaçament seleccionat per a cada inversor.

A la sortida de la caixa de protecció de corrent continu, els diferents strings aniran a l'inversor de potència que es connectaran pels connectors destinats d'entrada per garantir els seguiments independents definits.

Els inversors de 150 kW i 115 kW emplaçats a les ETs 1 i 2 es connectaran a l'armari de protecció de Corrent Altern nova instal·lació, l'envolvent serà la mateixa que les existents a la Sala tècnica. En el cas dels inversors de 100 kW de gerència s'emplaçarà una caixa de protecció de CA per cada inversor i es portaran les dues línies procedents de cada inversor fins a la ET 2 i allà connectar la mateixa a l'armari de FV de nova instal·lació de la ET2. En el cas dels inversors de 6 kW emplaçats a coberta es col·locarà una petita caixa de protecció de CC i de CA al costat dels mateixos. Els armaris FV de la ET1 i de la ET2 es connectaran al quadre elèctric principal de cada Sala, que més endavant s'identificarà en la línia de distribució. Cal destacar que sempre es connectaran aigües amunt de les bateries de condensadors existents per no afectar-les.

El monitoratge de la planta es farà inicialment amb la plataforma de monitoratge dels inversors seleccionats, en aquest cas anomenada FUSION SOLAR. La planta disposarà de sonda de irradiància amb control de temperatura de mòdul i ambient, amb la inclinació dels subcamps existents. Si l'Hospital ho requereix podrà accedir als equips de monitoratge per poder enviar dades al seu a altres plataformes de monitoratge o a qualsevol SCADA de control. També es podrà connectar el datalogger a la plataforma de monitoratge de l'Energètica.

Actualment existeix una planta Solar en l'espina A, que serà desmantellada. A pressupost hi ha unes partides per aquestes tasques.

Els mòduls seran abassegats i per aprofitar material es faran servir els pallets dels mòduls que s'instal·laran i es guardaran on indiqui l'Hospital, perquè serviran per recanvi dels mòduls que estan instal·lats a façana. Els llasts seran reutilitzats per la col·locació de les safates. El que sí que serà desmantellat i portat a deixalleria serà: estructura i instal·lació elèctrica, caixes de connexió i els inversors antics de la façana.

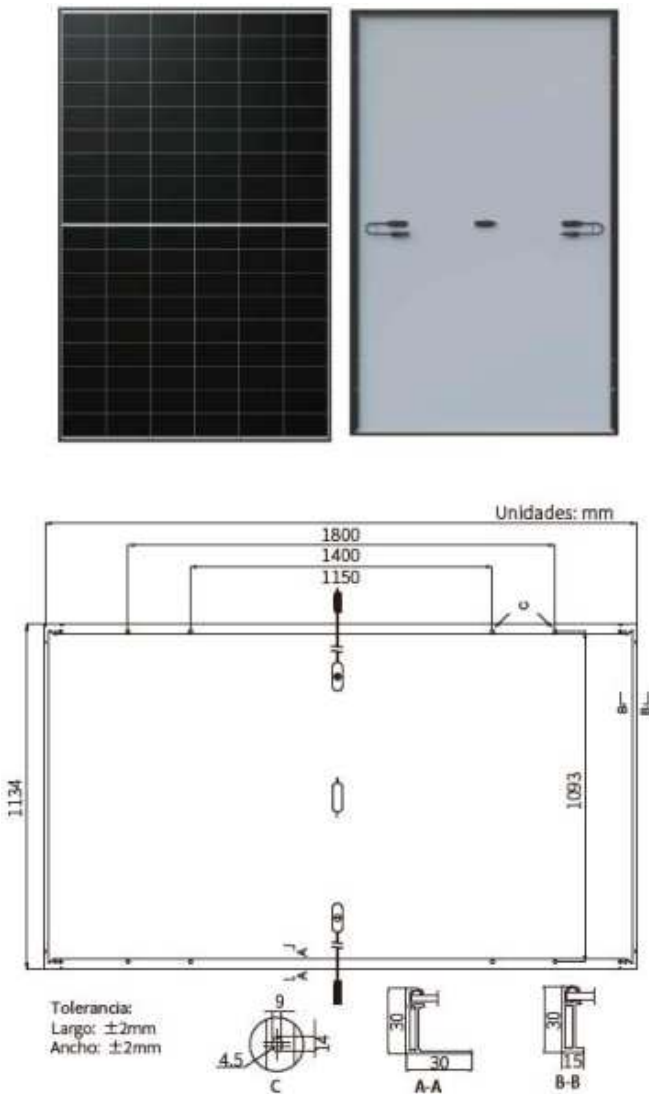
A continuació es desenvolupen els elements que formen part de la Planta FV.

6.3. MÒDULS FOTOVOLTAICS I CAMP FOTOVOLTAIC

La instal·lació s'ha dissenyat amb mòduls monocristal·lins de 54 cèl·lules M11 amb tecnologia HPBC (Hybrid passivated back contact) més HTJ (Heterojunction), amb Zero Bussbar a la part davantera del mòdul de 108 cèl·lules partides de **490 Wp** de potència. Eficiència del 24%. Caldrà que siguin TIER 1 per Bloomberg i caldrà que siguin AAA segons la piràmide de bancabilitat de PVTech i garantia de 25

anys per defectes de fabricació i 30 anys de potència Els mòduls seleccionats compliran la següent normativa i disposaran dels certificats següents:

- Marcat CE segons la Directiva 2006/95/CE del Parlament Europeu.
- IEC61215 (UNE-EN 6125) per a mòduls fotovoltaics de silici cristal·lí per us terrestre.
- IEC 61730 (UNE-EN 61730, harmonitzada per la Directiva 2006/95/CE, sobre la qualificació de la seguretat dels mòduls fotovoltaics.
- Compliment de la norma UNE-EN 50380 sobre informació de les fulles de dades i les plaques de característiques dels mòduls fotovoltaics.
- Disposar de sistemes de qualitat en el seu procés de fabricació (normes ISO9001/ ISO14001).
- Certificat amb control de PID (Potential Induced Degradation)



Imatge 25. Imatge del mòdul de 490 W

MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

Tot seguit es mostren les característiques principals que han de complir com a mínim els mòduls fotovoltaics.

Parámetros mecánicos

Configuración de células	108 (6×18)
Caja de conexiones	IP68, three diodes
Cable de salida	4mm², +400, -200mm/±12 00mm longitud personalizable
Vidrio	Vidrio frontal templado de 3,2mm
Marco	Marco negro de aleación de aluminio anodizado
Peso	21,6kg
Dimension	1800×1134×30mm
Embalaje	36uds. por palet / 216uds. por 20' GP / 864uds. por 40' HC

Características eléctricas	STC: AM1.5 1000W/m² 25°C		NOCT: AM1.5 800W/m² 20°C 1m/s		Incertidumbre de prueba para Pmax: ±3%	
Modelo de panel	LR7-54HVH-475M	LR7-54HVH-480M	LR7-54HVH-485M	LR7-54HVH-490M	LR7-54HVH-495M	LR7-54HVH-500M
Condición de la prueba	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Potencia máxima (Pmax/W)	475	362	480	365	485	369
Tensión en circuito abierto (Voc/V)	40,18	38,18	40,29	38,29	40,40	38,39
Corriente de cortocircuito (Isc/A)	15,03	12,08	15,13	12,16	15,23	12,24
Tensión a máxima potencia (Vmp/V)	33,16	31,52	33,28	31,63	33,40	31,74
Corriente a máxima potencia (Imp/A)	14,33	11,49	14,43	11,57	14,53	11,65
Eficiencia de módulo(%)	23,3	23,5	23,8	24,0	24,3	24,5

Parámetros operativos

Temperatura operativa	-40°C ~ +85°C
Tolerancia de generación operativa	0 ~ 3%
Tensión máxima del sistema	DC1500V (IEC)
Clasificación máxima del fusible de serie	25A
Temperatura operativa nominal de la célula	45±2°C
Tipo de protección	Class II
Clase de resistencia al fuego	IEC Class C

Cargas mecánicas

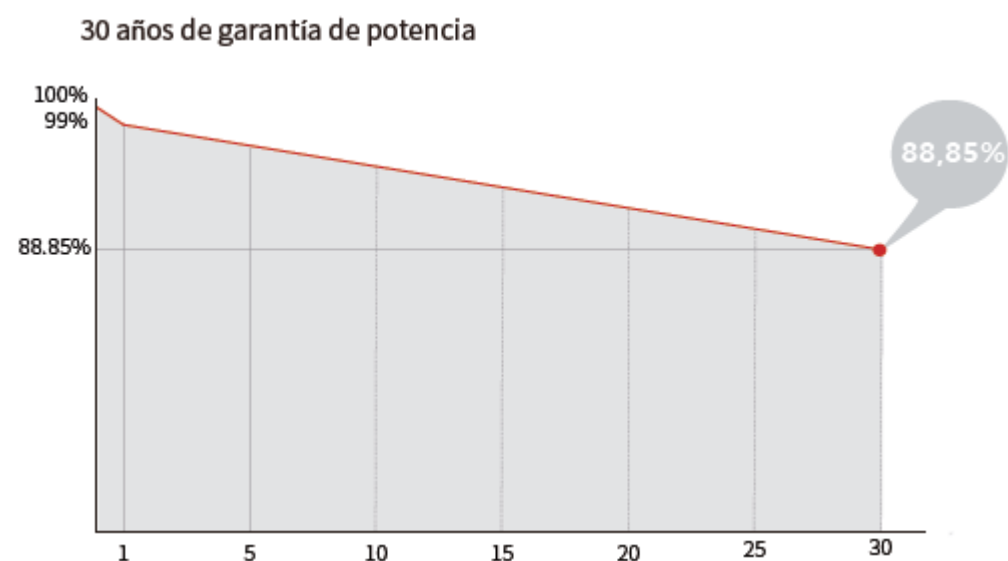
Carga estática máxima en la cara delantera	5400Pa
Carga estática máxima en la cara trasera	2400Pa
Prueba de granizo	Pedrisco de 45mm a velocidad de 30m/s

Clasificaciones de temperatura (STC)

Coefficiente de temperatura de Isc	+0,050%/°C
Coefficiente de temperatura de Voc	-0,200%/°C
Coefficiente de temperatura de Pmax	-0,260%/°C

Imatge 26. Característiques físiques i elèctriques del mòdul seleccionat

La **garantia** del mòdul per desperfectes de fàbrica cobrirà com a mínim **25 anys**, a més també garantirà **30 anys** de garantia lineal de la potència nominal (màxima degradació de rendiment del 0.55% p.a.).



Imatge 27. Garantia mòdul fotovoltaic

La caixa de connexions dels mòduls porta incorporats díodes de derivació que eviten la possibilitat d'averia de les cèl·lules, per ombrejats parcials d'un o diversos mòduls. Els panells presenten connectors ràpids per a facilitar la connexió dels mòduls. El marc està fet amb aliatge d'alumini anoditzat i el vidre que cobreix i protegeix les cèl·lules és d'alta transparència. Com a característica cal esmentar l'antiombreg a nivell de cèl·lules, que permet fer un bypass en cas d'ombregat puntual, per excrements d'aus i d'altres.

Es subministrarà el manual d'instal·lació per compliment amb les estructures a ser instal·lades per evitar pèrdues de garanties futures.

6.4. INVERSOR DE POTÈNCIA

La funció bàsica d'aquest equip consisteix en convertir el corrent continu generat pels mòduls fotovoltaics en corrent altern. La instal·lació constarà de 13 inversors, 6 d'ells de 150 kW, 1 de 115 kW, 2 de 100 kW i 4 inversors de 6 kW.

Els inversors realitzaran el seguiment del punt de màxima potència del sistema (MPPT) en el rang de tensions indicat a la taula. És a dir, en cada moment, d'acord a les condicions meteorològiques, els inversors cercaran la tensió i intensitat de corrents màxims del sistema per a extreure la màxima potència i així optimitzar la producció d'energia.

Els equips seleccionats són inversors string d'intempèrie IP66 amb 7 seguidors del punt de màxima potència (MMPT) en el cas dels inversors de 150 kW, 10 seguidors en els inversors de 115 i 100 kW i

MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

amb 1 seguidor en els cas dels inversors de 6 kW amb 3 àrees d'entrada en el cas dels inversors de 150 kW i 2 àrees d'entrada diferenciades per a cada MPPT amb connectors independents en la resta, el que facilita la instal·lació dels strings segons han estat dissenyats.

L'eficiència màxima de l'equip seleccionat ha de ser com a mínim del 98,6% i l'eficiència europea del 98,4 % en el cas dels inversors de 150, 115 i 100 kW i de com a mínim 98,6% i l'eficiència europea del 97,7%. Els inversors es demanaran amb els següents accessoris i funcionalitats:

- Seccionador de desconexió de la part de Corrent Continua
- Monitorització de la pressa de terra i de xarxa
- Descarregadors de sobretensió de CC: DPS Tipus II monitoritzat
- Descarregador de sobretensió Tipus II CA monitoritzat
- Protecció contra polarització inversa de CC
- Resistència al curtcircuit de CA
- Unitat de seguiment de la corrent residual sensible a la corrent universal
- Interfície Ethernet
- Garantia de 5 anys



Imatge 28. Imatge inversors de 150, 115 i 100 kW a l'esquerra i 6 kW a la dreta

Es seguiran les instruccions de muntatge dels inversors en el seus manuals. Els inversors hauran de complir amb la normativa vigent per a aquest tipus d'instal·lacions, que se cita a continuació:

- Directiva de Baixa Tensió 2014/35/UE
- Directiva de Compatibilitat Electromagnètica 2014/30/UE

- Compleix amb la normativa establerta en el Reial Decret 1669/2011 sobre connexió d'instal·lacions fotovoltaïques de petita potència a la xarxa de baixa tensió:
 - Si la tensió a la línia de distribució cau per desconexió de la mateixa o bé per caiguda de la xarxa general, l'inversor no genera tensió en aquesta línia, fent d'aquesta manera impossible el funcionament en illa, segons la norma UNE-EN 62116
 - La connexió automàtica a la xarxa es produeix quan la tensió de la xarxa està dintre del rang comprès entre 340v i 440v i al mateix temps la freqüència de xarxa és dintre del rang entre 49Hz i 51Hz. La desconexió automàtica es produeix de forma immediata quan la freqüència, la tensió, o ambdues no estan dintre dels límits esmentats.
 - La desconexió i reconexió de l'inversor en el punt d'injecció es controlat pel software. Aquest software i els seus retocs no són accessibles a l'usuari.
 - Reconexió a la xarxa en 180 seg. Quan la tensió i freqüència es trobin en els límits establerts.
 - Compliment de separació galvànica segons normativa vigent.
 - Marcatge CE.

S'adjuntaran els certificats per garantir el compliment de les citades normatives.

A continuació es detallen les principals característiques tècniques que han de complir com a mínim els inversors:

- Inversor 150 kW

Technical Specification		SUN2000-150K-MG0
Efficiency		
Max. efficiency		98.6% @400V, 98.8% @480V
European efficiency		98.4%
Input		
Max. Input Voltage ¹		1,100 V
Max. Current per MPPT		48A
Max. Current per Input		23A
Max. Short Circuit Current per MPPT		66A
Start Voltage		200 V
MPPT Operating Voltage Range ²		200 V ~ 1,000 V
Number of MPP trackers		7
Max. input number per MPP tracker		3
Output		
Nominal AC Active Power		150,000 W
Max. AC Apparent Power		165,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)		165,000 W
Nominal Output Voltage		380 V/400 V/480Vac
Rated AC Grid Frequency		50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current		227.9 A @380 V, 216.5 A @400 V, 180.4A @480Vac
Max. Output Current		253.2 A @380 V, 240.5 A @400 V, 200.5A @480Vac
Adjustable Power Factor Range		0.8 leading... 0.8 lagging
alternating current THDI		<1%
Protection		
Anti-islanding Protection		Yes
AC Overcurrent Protection		Yes
DC Reverse-polarity Protection		Yes
PV-array String Fault Monitoring		Yes
DC Surge Arrester		Type II
AC Surge Arrester		Type II
DC Insulation Resistance Detection		Yes
Residual Current Monitoring Unit		Yes
Smart String Level Disconnect		Yes
Arc Fault Protection		Yes
Terminal Temperature Detection		Yes
PID Recovery		Yes
PV Ground-Fault Protection		Yes
Communication		
Display		LED indicators; WLAN adaptor + FisionSolar APP
RS485		Yes
USB		Yes
Smart Dongle-4G		Smart Dongle ~ 4G / WLAN (Optional)
Monitoring BUS (MBUS)		Yes (isolation transformer required)
General Data		
Dimensions (W x H x D)		1,000 x 710 x 395 mm
Weight (with mounting plate)		102 kg
Operating Temperature Range		-25°C ~ 60°C
Cooling Method		Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude		4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity		0 ~ 100%
DC Connector		Amphenol HH4
AC Connector		Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree		IP66
Topology		Transformerless

Imatge 29. Dades tècniques inversor seleccionat de 150 kW

- Inversor 115 kW

Technical Specification		SUN2000-115KTL-M2
Efficiency		
Max. efficiency		98.6% @400 V, 98.8% @480 V
European efficiency		98.4% @400 V, 98.6% @480 V
Input		
Max. Input Voltage ¹		1,100 V
Max. Current per MPPT		30 A
Max. Current per Input		20 A
Max. Short Circuit Current per MPPT		40 A
Start Voltage		200 V
MPPT Operating Voltage Range ²		200 V ~ 1,000 V
Nominal Input Voltage		600 V @400 Vac, 720 V @480 Vac
Number of MPP trackers		10
Max. Input number per MPP tracker		2
Output		
Nominal AC Active Power		115,000 W
Max. AC Apparent Power		125,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)		125,000 W
Nominal Output Voltage		400 V / 480 V, 3W+(N)+PE
Rated AC Grid Frequency		50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current		166.0 A @400 V, 138.4 A @480 V
Max. Output Current		182.3 A @400 V, 151.9 A @480 V
Adjustable Power Factor Range		0.8 leading... 0.8 lagging
Max. Total Harmonic Distortion		< 3%
Protection		
Input-side Disconnection Device		Yes
Anti-islanding Protection		Yes
AC Overcurrent Protection		Yes
DC Reverse-polarity Protection		Yes
PV-array String Fault Monitoring		Yes
DC Surge Arrester		Type II
AC Surge Arrester		Type II
DC Insulation Resistance Detection		Yes
Residual Current Monitoring Unit		Yes
Smart String Level Disconnecter		Yes
Communication		
Display		LED indicators; WLAN adaptor + FusionSolar APP
RS485		Yes
USB		Yes
Smart Dongle-4G		Smart Dongle - 4G / WLAN (Optional)
Monitoring BUS (MBUS)		Yes (isolation transformer required)
General Data		
Dimensions (W x H x D)		1,035 x 700 x 365 mm
Weight (with mounting plate)		≤ 93 kg
Operating Temperature Range		-25°C ~ 60°C
Cooling Method		Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude		4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity		0 ~ 100%
DC Connector		Amphenol Helios H4
AC Connector		Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree		IP66
Topology		Transformerless

Imatge 30. Dades tècniques inversor seleccionat de 115 kW

- Inversor 100 kW

Especificaciones Técnicas		SUN2000-100KTL-M2
Eficiencia		
Máxima eficiencia		98.6% @ 400 V, 98.8% @ 480 V
Eficiencia europea ponderada		98.4% @ 400 V, 98.6% @ 480 V
Entrada		
Máx. tensión de entrada ¹		1,100 V
Rango de tensión a potencia máx.		540V~800V
Intensidad de entrada máxima por MPPT		30 A
Intensidad de entrada máxima por string		20 A
Intensidad de cortocircuito máxima		40 A
Tensión de arranque		200 V
Rango de tensión de operación ²		200 V ~ 1,000 V
Tensión nominal de entrada		600 V @ 400 Vac, 720 V @ 480 Vac
Número de MPPTs		10
Número de entradas por MPPT		2
Salida		
Potencia nominal activa de AC		100,000 W
Máx. potencia aparente de AC		110,000 VA
Máx. Pot. Activa de AC (cosφ=1)		110,000 W
Tensión nominal de salida		380 V/ 400 V/ 480 V, 3W+(N)+PE
Frecuencia nominal de red de AC		50 Hz / 60 Hz
Intensidad nominal de salida		144.4 A @ 400 V, 120.3 A @ 480 V
Máx. intensidad de salida		160.4 A @ 400 V, 133.7 A @ 480 V
Factor de potencia ajustable		0.8 capacitivo ... 0.8 inductivo
Máx. distorsión armónica total		< 3%
Protection		
Dispositivo de desconexión del lado de entrada		SI
Protección anti-Isla		SI
Protección contra sobreintensidad de AC		SI
Protección contra polaridad inversa DC		SI
Monitorización de fallos a nivel de string		SI
Descargador de sobretensiones de DC		Tipo II
Descargador de sobretensiones de AC		Tipo II
Detección de resistencia de aislamiento DC		SI
Monitorización de corriente residual		SI
Protección ante fallo por arco eléctrico		SI
Desconexión a nivel de string		SI
Comunicaciones		
Pantalla		Indicadores LED; WLAN adaptor + FusionSolar APP
RS485		SI
USB		SI
Smart Dongle-4G		Smart Dongle - 4G / WLAN (Opcional)
Monitorización BUS (MBUS)		SI (Transformador de aislamiento requerido)
Datos Generales		
Dimensiones (A x A x P)		1,035 x 700 x 365 mm
Peso (soporte incluido)		≤93 kg
Rango de Temperatura en operación		-25°C ~ 60°C
Método de refrigeración		Sistema Inteligente de Refrigeración Forzada
Máx. Altitud en operación		4,000 m
Humedad relativa		0 ~ 100%
Conector de DC		Amphenol Helios H4
Conector de AC		Conector resistente al agua + Terminal OT/DT
Grado de Protección		IP66
Tipología		Sin transformador
Consumo de energía durante la noche		< 3.5 W

Imatge 31. Dades tècniques inversor seleccionat de 100 kW

- Inversor 6 kW

Especificaciones técnicas	SUN2000 -3KTL-M1	SUN2000 -4KTL-M1	SUN2000 -5KTL-M1	SUN2000 -6KTL-M1	SUN2000 -8KTL-M1	SUN2000 -10KTL-M1
Eficiencia						
Eficiencia Máxima	98.2%	98.3%	98.4%	98.6%	98.6%	98.6%
Eficiencia europea	96.7%	97.1%	97.5%	97.7%	98.0%	98.1%
Entrada (FV)						
Potencia FV max. recomendada ¹	4,500 Wp	6,000 Wp	7,500 Wp	9,000 Wp	12,000 Wp	15,000 Wp
Tensión máxima de entrada ²	1,100 V					
Rango de tensión de operación ³	140 V ~ 980 V					
Tensión de arranque	200 V					
Tensión nominal de entrada	600 V					
Intensidad max. por MPPT	13.5 A					
Intensidad max. de cortocircuito	19.5 A					
Cantidad de MPPTs	2					
Nº max. de entradas por MPPT	1					
Entrada (CC Batería)						
Batería compatible	HUAWEI Smart String ESS 5kWh ~ 30kWh					
Rango de tensión de operación	600 V ~ 980 V					
Max. intensidad de operación	16.7 A					
Potencia máxima de carga	10,000 W					
Potencia máxima de descarga	3,300 W	4,400 W	5,500 W	6,600 W	8,800 W	10,000 W
Salida (con conexión a la red)						
Conexión a red eléctrica	Trifásico					
Potencia nominal activa de CA	3,000 W	4,000 W	5,000 W	6,000 W	8,000 W	10,000 W
Máx. potencia aparente de CA	3,300 VA	4,400 VA	5,500 VA	6,600 VA	8,800 VA	11,000 VA ⁴
Tensión nominal de Salida	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 3W / N+PE					
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz					
Máx. intensidad de salida	5.1 A	6.8 A	8.5 A	10.1 A	13.5 A	16.9 A
Factor de potencia ajustable	0.8 capacitivo ... 0.8 inductivo					
Máx. distorsión armónica total	≤ 3 %					
Salida (Fuera de la red)						
Máx. potencia aparente	3,000 VA	3,300 VA	3,300 VA	3,300 VA	3,300 VA	3,300 VA
Tensión nominal de Salida	220 V / 230 V					
Máx. intensidad de salida	13.6 A	15 A	15 A	15 A	15 A	15 A
Factor de potencia ajustable	0.8 capacitivo ... 0.8 inductivo					
Características y protecciones						
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí					
Protección anti-isla	Sí					
Protección de polaridad inversa en CC	Sí					
Monitorización de aislamiento	Sí					
Protección contra descargas atmosféricas CC	Sí, compatible con la clase de protección TIPO II según EN / IEC 61643-11					
Protección contra descargas atmosféricas CA	Sí, compatible con la clase de protección TIPO II según EN / IEC 61643-11					
Monitorización de corriente residual	Sí					
Protección contra sobrecorrientes de CA	Sí					
Protección contra cortocircuitos de CA	Sí					
Protección contra sobretensión de CA	Sí					
Protección ante fallo por arco	Sí					
Control de receptor ripple	Sí					
Recuperación PID integrada ⁵	Sí					
Carga inversa de la batería desde la red	Sí					
Datos generales						
Rango de temperatura de operación	-25 ~ + 60 °C					
Humedad de operación relativa	0 %RH ~ 100 %RH					
Altitud de operación	0 ~ 4,000 m (13,123 ft.) (Disminución de la capacidad eléctrica a partir de 2000 m)					
Ventilación	Convección natural					
Pantalla	LED integrado; Integrado WLAN + FusionSolar App					
Comunicación	RS485; WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE; 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Opcional)					
Peso (Incluido soporte de montaje)	17 kg					
Dimensiones (Incluido soporte de montaje)	525 x 470 x 146.5 mm					
Grado de protección	IP65					
Consumo de energía durante la noche	< 5.5 W ⁶					

Imatge 32. Dades tècniques inversor seleccionat de 6 kW

6.5. ESTRUCTURES DE SUPORT

El sistema d'ancoratge i els elements estructurals utilitzats proporcionaran bona resistència als agents atmosfèrics. L'estructura suportarà vents forts, segons els valors mínims recollits en el Codi Tècnic d'Edificació (CTE), en el seu apartat sobre "Seguridad Estructural-acciones en la edificación" (SE-AE), així com altres agents atmosfèrics (pluja, calamarsa, neu, etc.). Hi ha dues tipologies d'estructures desenvolupades per aquest projecte que són:

A. Coberta Espines (coberta principal) i Edifici de Gerència

La solució plantejada per aquestes cobertes és autoportant amb 10° d'inclinació amb orientació EST-OEST amb llast de petit calibratge de 17.2 kg.



Imatge 33. Detall vista 3D del conjunt i detall EPDM

L'estructura serà d'alumini d'alta qualitat 6082-T6 i la cargolaria d'acer inoxidable. Amb l'objectiu de no perforar la coberta de l'hospital, l'ancoratge de les estructures de suport dels mòduls fotovoltaics es recolzant a la coberta mitjançant daus de formigó, el pes dels quals per aquesta instal·lació és de 17,2 kg. Per minimitzar el pes puntual dels llasts de formigó, la unió dels mateixos es realitzarà en forma de

mallà solidària, d'aquesta manera el pes instal·lat és el mateix però distribuït en tota la superfície útil. Els mòduls es recolzen sobre suports triangulars formats per els perfils d'alumini.

S'instal·laran llasts de 17.2 kg distribuïts uniformement. La distància entre fileres s'ha definit en 35 cm. Per poder deixar un mínim pas per manteniment.

En pressupost s'han definit més unitats de llasts totals per la col·locació de les safates a la coberta de l'edifici de Gerència ja que en la coberta principal per a aquest us es reciclaran les estructures de la fotovoltaica antiga a desmantellar.

Alhora d'instal·lar els mòduls, les grapes no han d'entrar en contacte amb el vidre davanter i no han de deformar l'estructura. Així mateix, cal assegurar que s'eviten efectes d'ombres de les grapes sobre el mòdul i el marc del mòdul no es pot modificar en cap circumstància.

És imprescindible fer servir com a mínim quatre grapes per cada mòdul, dues grapes a cada costat curt del mòdul, úniques en el final de filera i solidàries entre mòduls en la resta de casos i seguir les instruccions del fabricant per no perdre la garantia.

A continuació es mostra un exemple d'instal·lació realitzada amb unes estructures similars a les proposades:

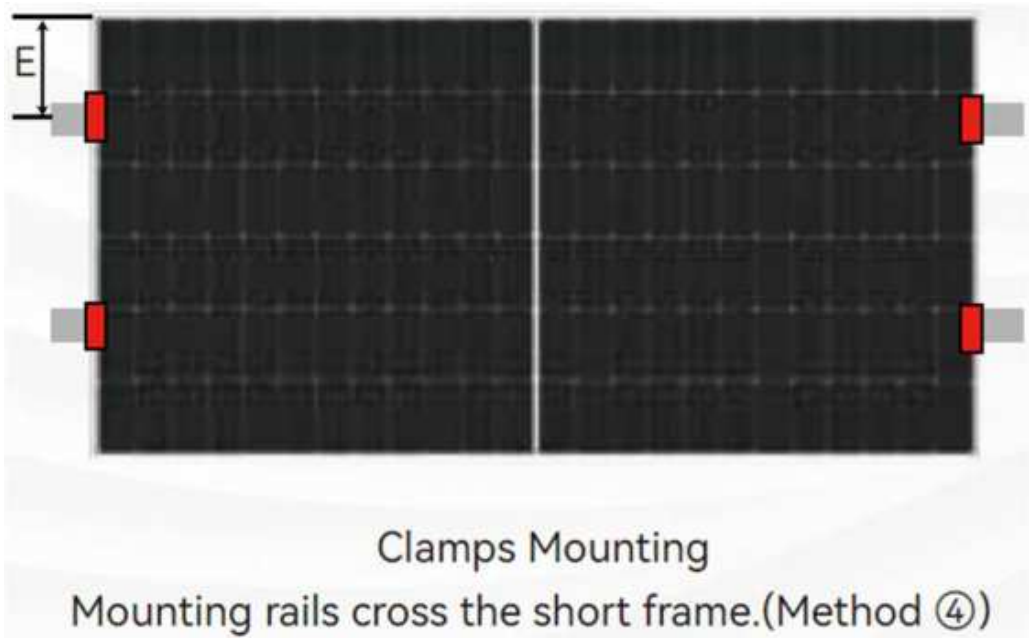


Imatge 34. Visualització d'estructura similar a la proposada

MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

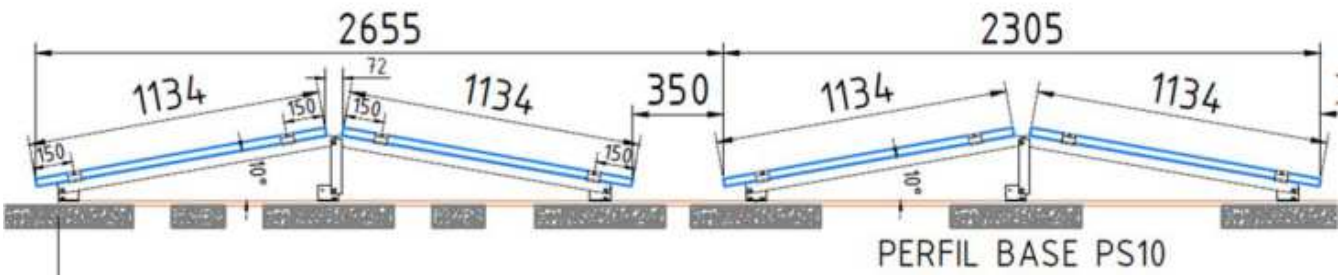
Tot seguit es mostra la taula de les distàncies permeses per la col·locació de les grapes en el mòdul seleccionat per aquest Projecte i una imatge de llur emplaçament.



Module Type	Installation Method	Bolts Mounting		Clamps Mounting					
		Mounting rails cross the long frame		Mounting rails cross the long frame				Mounting rails cross the short frame	Clamps are mounted at the corners of short frame
		Outer Four-hole	Inner Four-hole	250≤D≤350	350≤D≤450	450≤D≤550	500≤D≤600	150≤E≤250	
		Method①	Method②	Method③				Method④	Method⑤
54-cell Framed Mono-facial Modules	LR7-54HVH-xxxM*	/	/	+5400, -2400	/	/	/	+2400, -2000	+2400,-1600
	LR7-54HVB-xxxM*	/	/	+5400, -2400	/	/	/	+2400, -2000	+2400,-1600

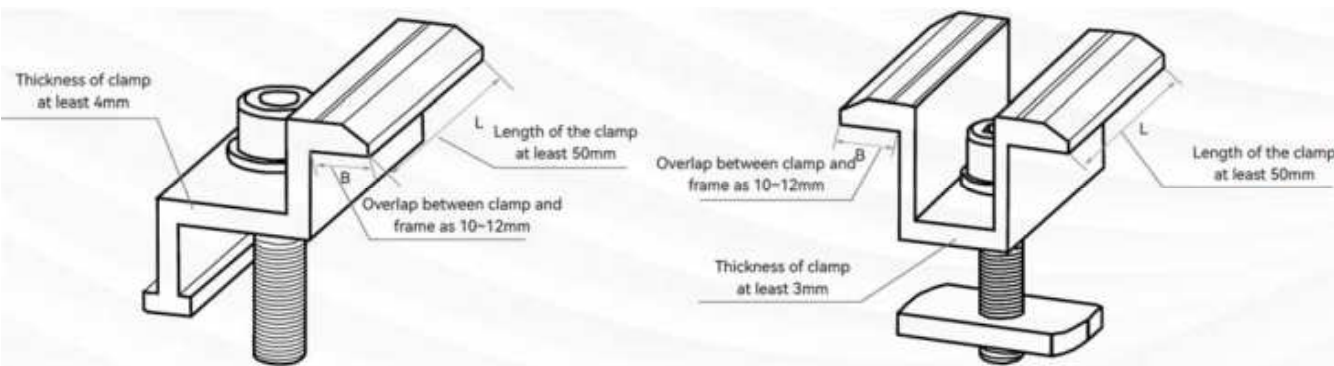
Imatge 35. Taula per definir la posició de les brides de subjecció a l'estructura

En aquest cas la brida es col·loca en el costat curt del mòdul, com es pot observa en la següent imatge en secció



Imatge 36. Secció i detall col·locació llasts i brides de subjecció

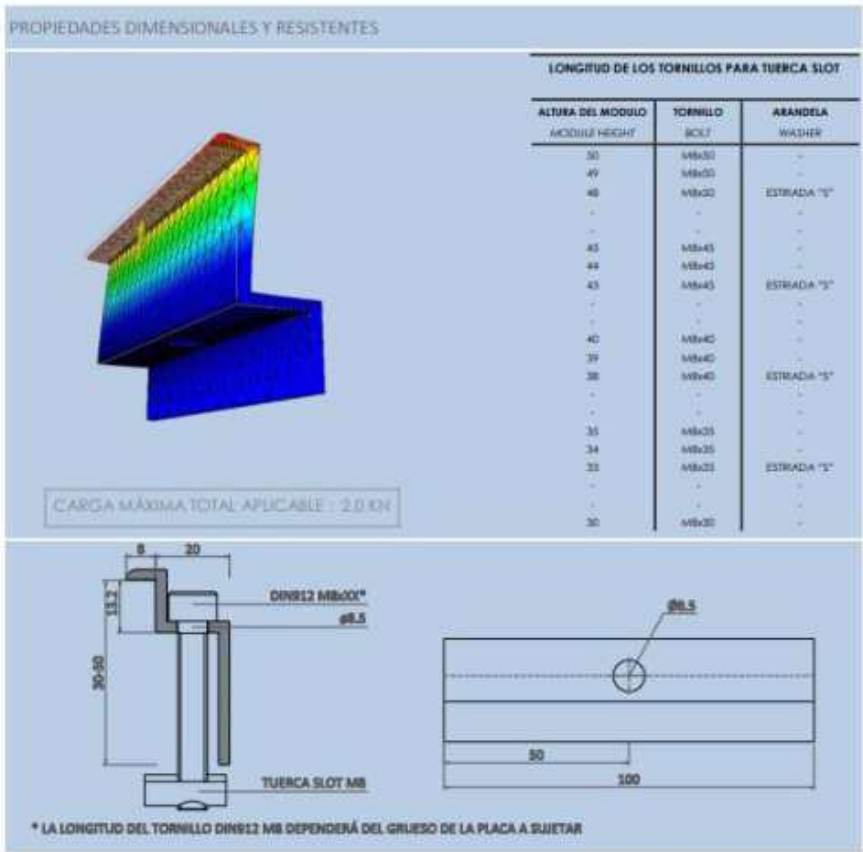
La grapa o brida de subjecció definida com a A en el gràfic anterior no té que ser més petita de 50mm. I la grapa B de 50mm. La mètrica serà M8 i el parell de collament fixat pel fabricant dels mòduls estarà entre 12 N.m i 16 N.m. i caldrà realitzar el procés amb dinamomètrica per llur garantit.



Imatge 37. Detall de la grapa A i B

Les brides seran d'alumini 6063- T5 amb la cargolaria d'acer inoxidable.

	For Apretat (Nm)	F _{0.2} (N/mm ²)	F _u (N/mm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	ν	ρ (kg/m ³)
Brides, Alumini EN AW- 6063-T6		130	175	70.000	27.000	0,3	2.700
Tornilleria M8, Acer inoxidable A2-70	18	450	700				

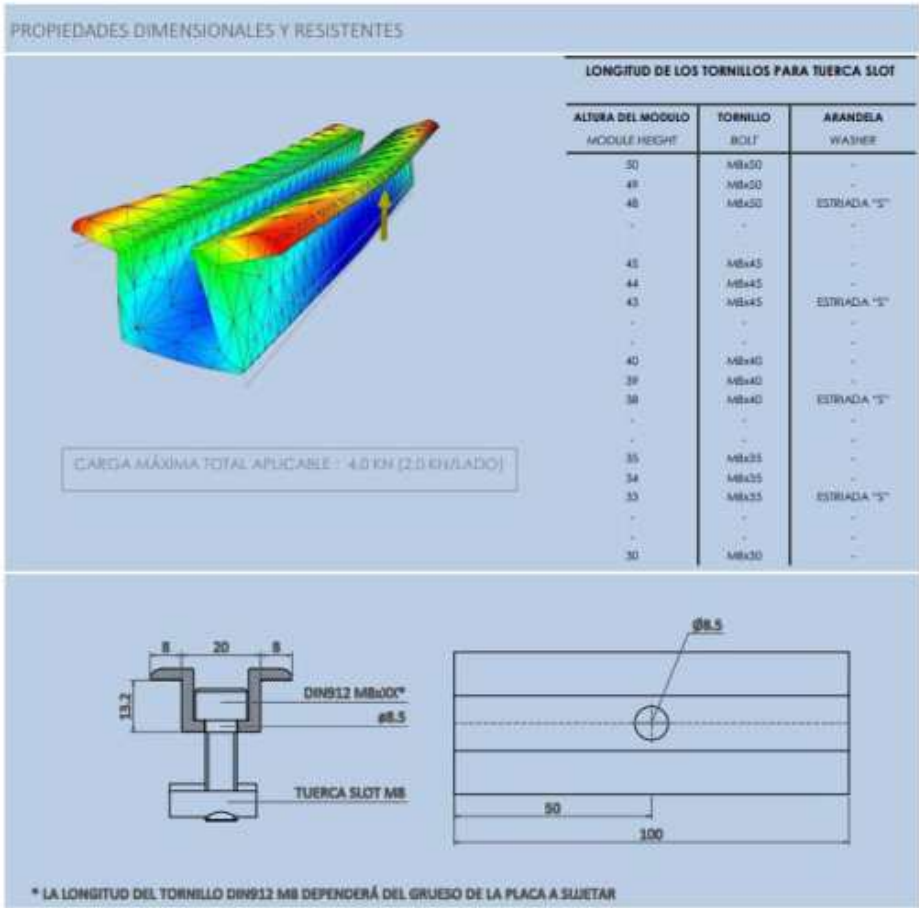


Imatge 38. Detall de la brida d'extrem

MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

	For Apretat (Nm)	F _{0.2} (N/mm ²)	F _u (N/mm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	ν	ρ (kg/m ³)
Brides, Alumini EN AW- 6063-T6		170	175	70.000	27.000	0,3	2.700
Tornilleria M8, Acer inoxidable A2-70	18	450	700				



Imatge 39. Detall de la brida intermitja

El perfil serà d'alumini 6082-T6 i tindrà com a mínim les següents característiques:

	F _{0.2}	F _u (N/mm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	ν	ρ (Kg/m ³)
Perfiteria, Alumini EN AW- 6082-T6	250	290	70.000	27.000	0,3	2.700

PROPIEDADES MECÁNICAS	AREA (cm ²)	I _x (cm ⁴)	I _y (cm ⁴)	W _x (cm ³)	W _y (cm ³)	Av _y (cm ²)
	2,15	1,00	5,32	0,82	1,63	0,60

Imatge 40. Detall mínim del perfil d'alumini

B. Coberta acabament de Façana Principal

La solució plantejada per aquesta coberta és orientada sud amb una inclinació de 10° i seguint la orientació de la coberta, fixant la perfil·laria a les IP existents en l'acabat de la coberta. Totes les estructures de subjecció dels mòduls seran d'alumini anoditzat d'alta qualitat 6082-T6 i la cargolaria d'acer inoxidable per minimitzar la corrosió futura.

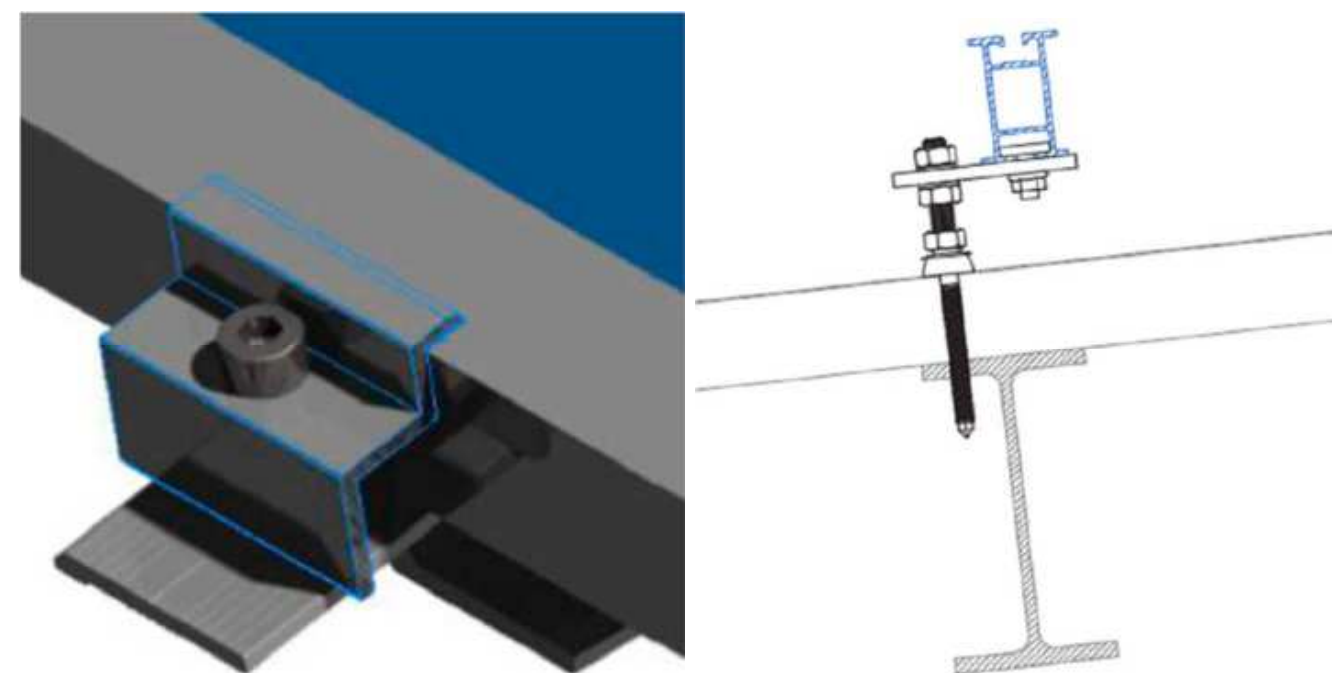


Imatge 41. Detall vista 3d del conjunt

S'instal·laran unes guies d'alumini anoditzat ancorades a la coberta sandwich mitjançant anclabots fixats a les IPs existents, sobre aquest perfil·l base s'emplaçaran dos suports triangulars per mòdul i solidaris amb el mòdul del costat per tal d'assolir els 10° d'inclinació, que permetran millor rendiment i autorentat sense impacte visual. Els mòduls fotovoltaics es fixaran per llur costat curt amb les mateixes brides descrites l'anterior solució i en el mateix emplaçament per mantenir garanties sobre els triangles fixats als perfils base.

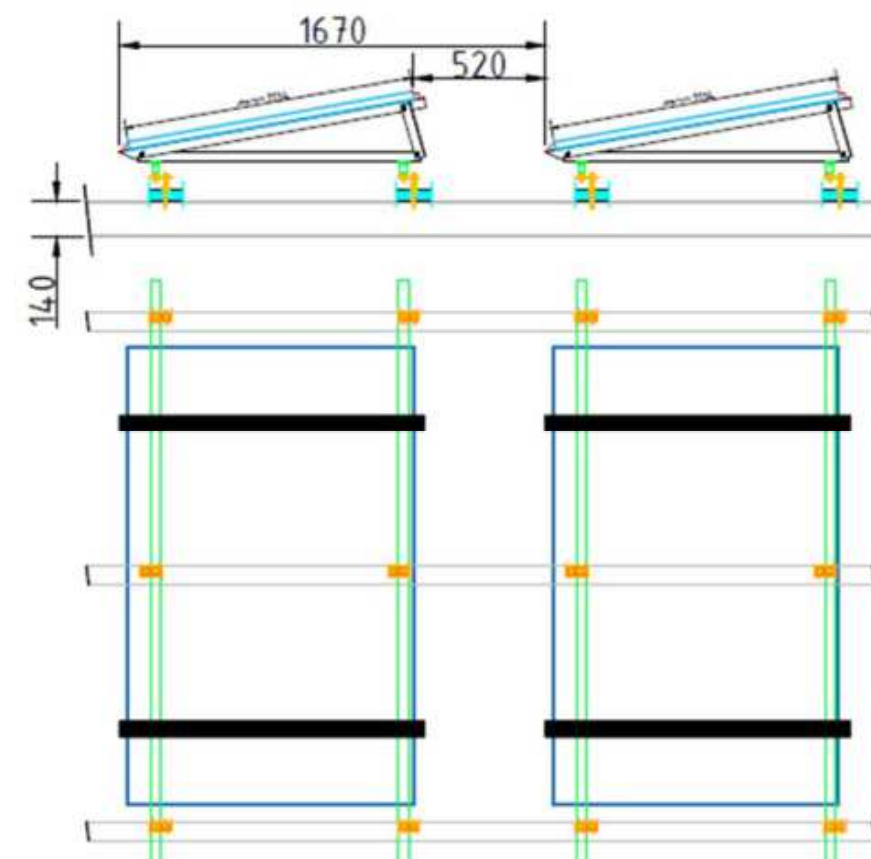
MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus



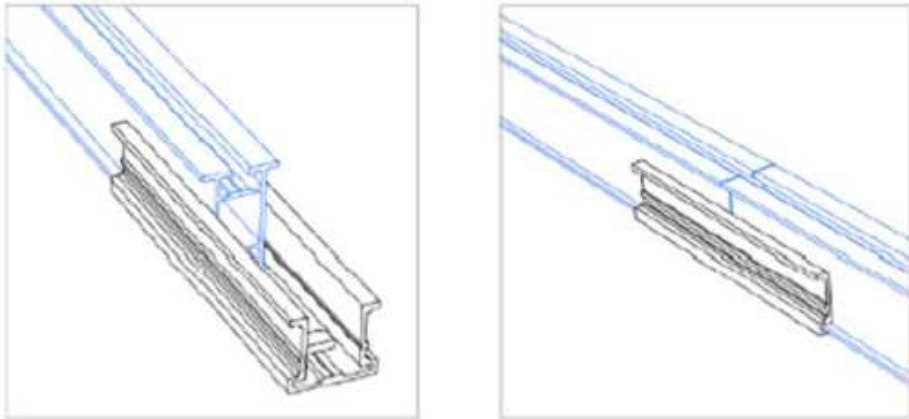
Imatge 42. Detall brides i detall anclabot

La distancia entre fileres serà de 520 mm cosa que permetrà un fàcil pas per manteniment.



Imatge 43. Detall vista de l'estructura proposada

Caldrà emplaçar reforços en la unió dels perfils base, tot seguit



Imatge 44. Detall unions de reforç perfils base

	Par. Apretat (N/m)	F _{u2} (N/mm ²)	F _u (N/mm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	ν	ρ (Kg/m ³)
Platina, acer inoxidable UNE EN 10088		230	520	210.000	81.000	0,3	7.850
Tornilleria acer inoxidable A2-70		450	700				
Tornilleria M8, Acer inoxidable A2-70	18	450	700				

PROPIEDADES MECÁNICAS		AREA (cm ²)	I _x (cm ⁴)	W _x (cm ³)	A _y (cm ²)
		2,40	0,07	0,24	2,40
Fijación M10x50-8xL-E3	Según homologación Z.14.4.532				

PROPIEDADES DIMENSIONALES

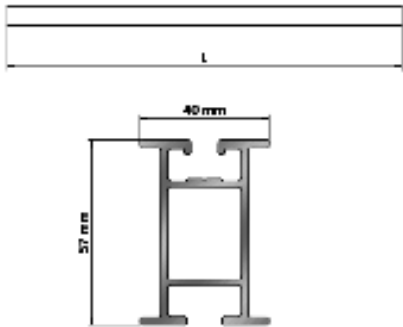
L	FIJACIÓN
15 mm - 60 mm	M10x50-80mm
60 mm - 105 mm	M10x50-125mm
95 mm - 140 mm	M10x50-160mm

Imatge 45. Imatge del anclabot a instal·lar a corretges

MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

El perfí Base tindrà les següents caracteritiques:



	F _{u2} (N/mm ²)	F _u (N/mm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	ν	ρ (Kg/m ³)
Perfileria, Aluminio EN AW- 6082-T6	250	290	70.000	27.000	0,3	2.700

PROPIEDADES MECÁNICAS		AREA (cm ²)	I _x (cm ⁴)	I _y (cm ⁴)	W _x (cm ³)	W _y (cm ³)	A _y (cm ²)
		4,56	18,36	6,22	6,31	3,22	1,83

Imatge 46. Característiques del perfil base

El proveïdor de les estructures entregarà el producte amb marcat CE segons EN 1090-1:2009+A1:2011, document de declaració de prestacions del conjunt de l'estructura, document de càlcul signat amb el càlcul de vent i neu amb els paràmetres definits en el CTE i document de garantia d'un mínim de 15 anys anti-corrosió en totes les parts d'alumini anoditzat i acer inoxidable.

El conjunt ha estat dimensionat per a suportar les accions que determina el “Código Técnico de la edificación” (CTE), en concret el document bàsic sobre “Seguridad estructural”, CTE SE-AE. Les carregues a considerar són:

- Càrrega pel propi pes de l'estructura i mòduls (Acció permanent).
- Càrrega pel pes de la neu (Acció variable).
- Càrrega pel vent, frontal i de succió (Acció variable).

L'empresa responsable del subministrament entregarà un **càlcul d'estabilitat de l'estructura portant proposada si és diferent que la que incorpora el present Document**, que serà equivalent als elements plantejats per obtenir l'acceptació de la Direcció Tècnica. Una proposta de solució de muntatge diferent no serà acceptada a no se que es consideri de rendiment igual o superior i sempre acceptat part de la Propietat i la Direcció.

6.6. TRAÇAT DE LA LÍNIA DE DISTRIBUCIÓ

En aquest punt s'explica en detall el traçat de línia de distribució per a cada edifici i ET per tal de poder entendre millor el projecte. En tots els casos la línia comença en els mòduls, sota els mateixos caldrà embridar els cables que els uneixen per la seva part posterior, per evitar que en cap cas toquin a terra, per passar el cablejat entre les diferents fileres d'un mateix string, es faran servir les pròpies estructures, les safates i en el cas d'algun cablejat únic tubs corrugats per exterior amb protecció UV, per protecció del cablejat i evitar que el cablejat i els connectors quedin a terra, totes les peces d'ancoratge i d'unió seran d'acer inoxidable. Tots els strings es recolliran en safates i aquestes durant tot el cablejat de continu fins a la zona on s'ubiquen els inversors, les safates s'ancoraran als llasts, a les estructures o amb accessoris per recolzament a terra o en baixants especials subministrats per el fabricant de les safates, es reutilitzaran els llast de la coberta antiga existent per aquest tema. Les safates portaren tapa i a l'extrem de cada tram portaren una brida d'acer inoxidable per evitar que es despreguin amb el vent.



Imatge 47. Safates cobertes

En el camp fotovoltaic s'ubicaran unes caixes per Corrent continu amb seccionadors i descarregadors de sobretensió tipus 1+2 per cada dos strings per tal de poder seccionar el camp per tasques de manteniment i per protecció dels mòduls solars amb el descarregadors de sobretensió que seran tipus 1+2 per l'existència de parallamps. L'estructura solar té que estar unida a la infraestructura del

parallamps, es pactarà amb l'empresa de manteniment la forma i els punts d'unió previstos. Aquests punts s'uniran amb cable nu de 50 mm². Els cables entraran per la part baixa de les caixes de protecció de corrent continu amb premsaestopes per garantir l'estanquitat de les mateixes i estaran instal·lades amb perfils d'acer galvanitzats i ancorades als llasts amb cargolaria d'acer inoxidable, sempre garantint que no facin ombrejat als mòduls solars. Les caixes seran de doble aïllament amb porta transparent. A la sortida d'aquestes caixes el cablejat anirà sota safata de reixa i entrarà a l'edifici per els colls de signe metàl·lics i segellats fins arribar a la sala dels inversors, més endavant s'explica el traçat en detall de cada ET.

A la sala d'inversors els cables de CC entraran per la part baixa de les caixes de protecció de corrent continu amb premsaestopes per garantir l'estanquitat de les mateixes, aquestes caixes disposaran de seccionadors en càrrega, fusibles per cada pol i descarregador de sobretensió tipus 1+2, i a la sortida de les caixes aniran cap els inversors de potència.

El traçat de CC i de CA anirà per safates diferenciades i no compartiran safata en cap moment. A la sortida dels inversors el cablejat d'altern en els inversors ubicats a les ET's aniran sota safata perforada a la sala i de reixa per el terra tècnic fins arribar al armari de connexió de la fotovoltaica on s'ubicaran les proteccions de cada inversor: un interruptor magnetotèrmic i un interruptor diferencial per cadascun i a través d'un embarrat s'uniran l'interruptor general de FV amb el seu corresponent interruptor diferencial tipus A i descarregador de sobretensió tipus 1+2. Es garantirà que la connexió estigui aigües amunt de la bateria de condensadors per no afectar a la seva mesura.

Els inversors de l'edifici de gerència s'ubicaran la sala tècnica sobre el pàrquing per tot seguit sortir fins una caixa de protecció d'altern per a cada inversor que durà un interruptor magnetotèrmic i un interruptor diferencial tipus A i per safata perforada galvanitzada en calent amb tapa per paret, sostre i terra tècnic fins a la sala Tècnica ET2 on es connectarà al Armari de fotovoltaica a la seva protecció prevista. Tot el traçat serà amb safata perforada galvanitzada en calent.

En el cas del 4 petits inversors de façana es connectarà la CA a un quadre de ventilació localitzat a la coberta principal a l'espina D. Aquest inversors seran canviats per uns nous i es posaran quadres de protecció de CC per cadascun, ja que actualment no disposen, aquest quadres portaran seccionadors en càrrega, fusibles i protecció de sobretensió tipus 1+2. A la sortida dels inversor de potència ja en corrent altern també es posarà una caixa de protecció per corrent altern amb un interruptor magnetotèrmic i un diferencial tipus A i sota safata perforada d'acer galvanitzat en calent arribaran al quadre principal abans de la connexió a l'armari de ventilació on es posarà l'interruptor general i el seu diferencial general amb la seva corresponent protecció de sobretensions tipus 1+2 i es connectarà a l'embarrat principal del armari de ventilació. En tots els casos les safates disposaran d'un índex de corrosió mínim de 7.

MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

6.1.1. SUBCAMP ET1: COBERTA SOBRE FAÇANA I ESPINES A, B I C



Imatge 48. Mòduls fotovoltaics connectats a la ET1

El cablejat de CC de les cobertes de les 3 espines i de la coberta de façana es trobaran en un mateix punt (en vermell) de l'espina A, on es practicarà un passa murs protegit contra la pluja en forma de coll de cigne que estarà instal·lat, impermeabilitzat i segellat abans de l'entrada del cablejat a l'edifici.



Imatge 49. Foto d'exemple d'entrada de cablejat a un edifici similar

En aquest punt es faran baixar els 54 strings corresponents a 3 inversors de 150 kW per les espines i un inversor de 115 kW per la coberta de façana. S'aprofitarà el primer baixant tècnic existent que va de coberta i fins els pis tècnic entre la planta baixa i el primer pis de l'Hospital.

En aquest punt caldrà desmantellar temporalment les lames de la façana posterior del pis tècnic per fer passar a el cablejat fixat a safata fins la paret del baixant que arriba al soterrani fent passar el cablejat per sota l'escala d'accés al pits tècnic. En aquest punt caldrà practicar un passa murs i ja fer baixar tot el cablejat per l'espai tècnic que connecta fins al soterrani.

Aquesta maniobra que es descriu és exactament idèntica a la que caldrà realitzar en el cas de l'espina F per la baixada del cablejat de de les espines D, E i F on en aquest punt es dona per explicat.



Imatge 50. En vermell zona baixant cablejat espina A



Imatge 51. Pas del baixant de coberta al baixant del soterrani a planta tècnica



Imatge 52. Pas darrera les lames on es fixarà la safata



Imatge 53. Pas de cablejat en groc a planta tècnica de un baixant a l'altre Espina A

MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus



Imatge 54. Baixant de planta tècnica a soterrani

Un cop arribats al soterrani i tot tenint present que el cablejat que baixa és de Corrent Continu, caldrà emplaçar una safata dedicada des de l'espai tècnic, en el passadís i fins accedir a la ET1. La safata estarà dividida en dos trams de 200 mm per facilitar la seva instal·lació i separar el cablejat positiu del negatiu.



Imatge 55. Passadís d'espai tècnic a la ET1



Imatge 56. Traçat safates CC soterrani d'espai tècnic a ET1 en blanc

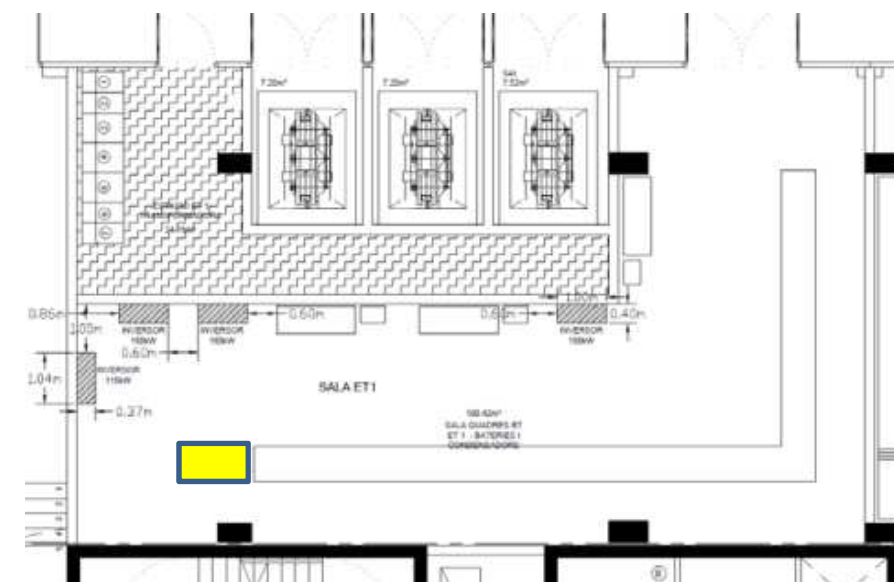


Imatge 57. Traçat safates ET1

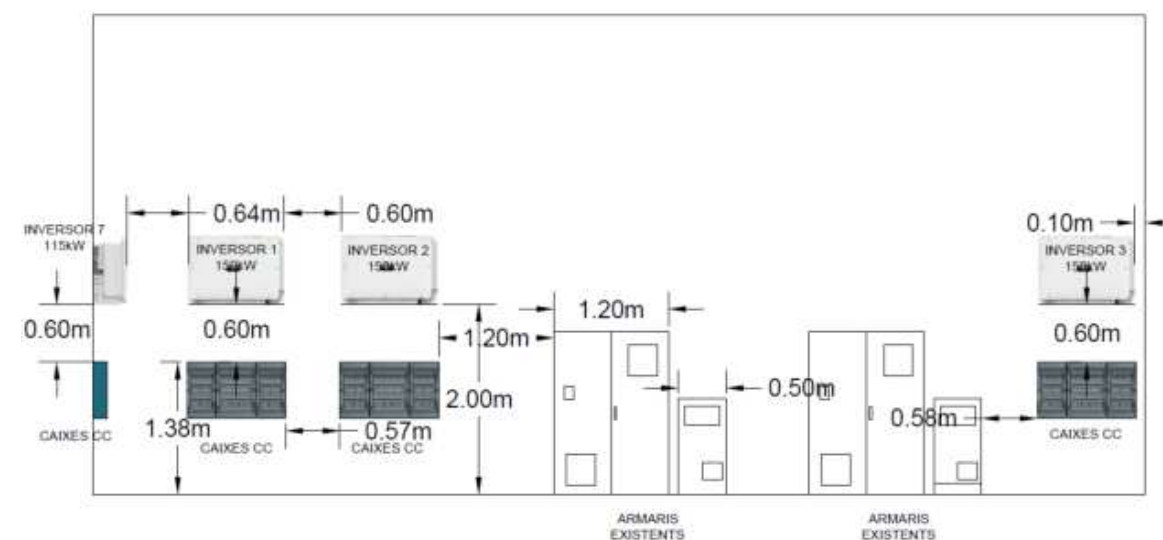
MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

Tots els passa murs seran ignifugats per mantenir la separació sectoritzada d'incendis. A la ET1 s'emplaçaran els 4 inversors, just a sota de cadascun d'ells s'emplaçaran les caixes de protecció de Corrent Continua, per on entrarà el cablejat provinent de coberta per tot seguit entrar a l'inversor. La sortida d'alterna dels 4 inversors es conduirà per safata perforada galvanitzada en calent amb tapa en paret i per terra tècnic de reixa fins l'emplaçament de l'armari de protecció de corrent altern, l'armari caldrà necessàriament que sigui del mateix fabricant de tots els armaris existents a la sala, per mantenir l'estètica i on s'emplaçaran les proteccions de CA per a cada inversor i la unió de tots ells, per tot seguit connectar el subcamp fotovoltaic amb l'embarat del quadre general de baixa.



Imatge 58. Emplaçament inversors i quadre de CA (groc) a la ET1

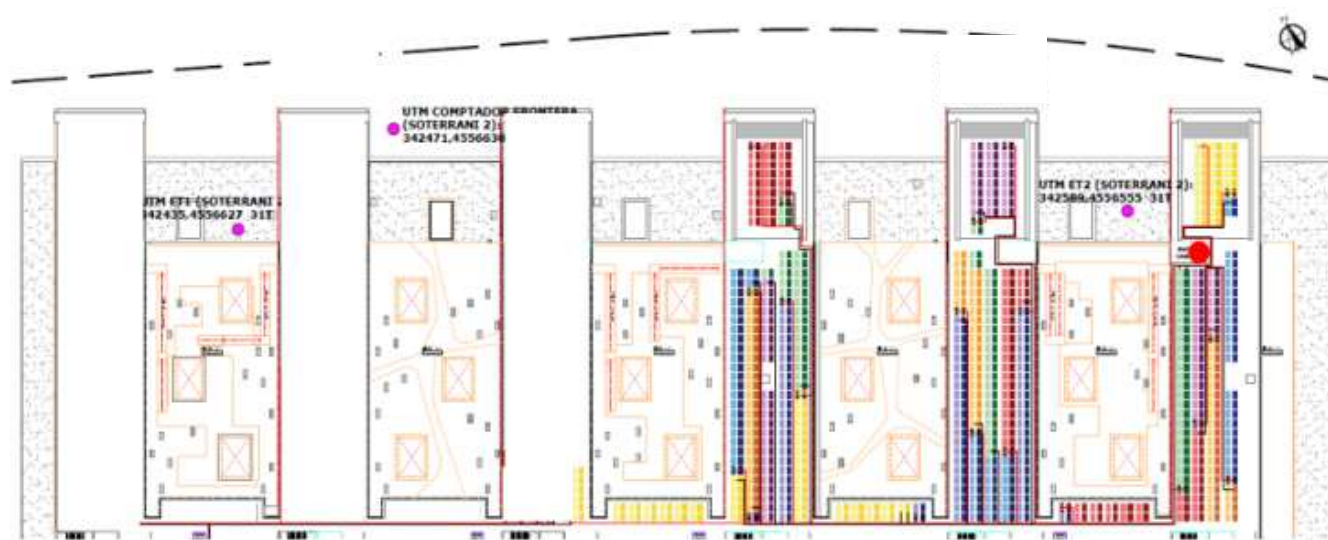


Imatge 59. Alçat inversors ET1

MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

6.1.2. SUBCAMP ET2: ESPINES D, E i F



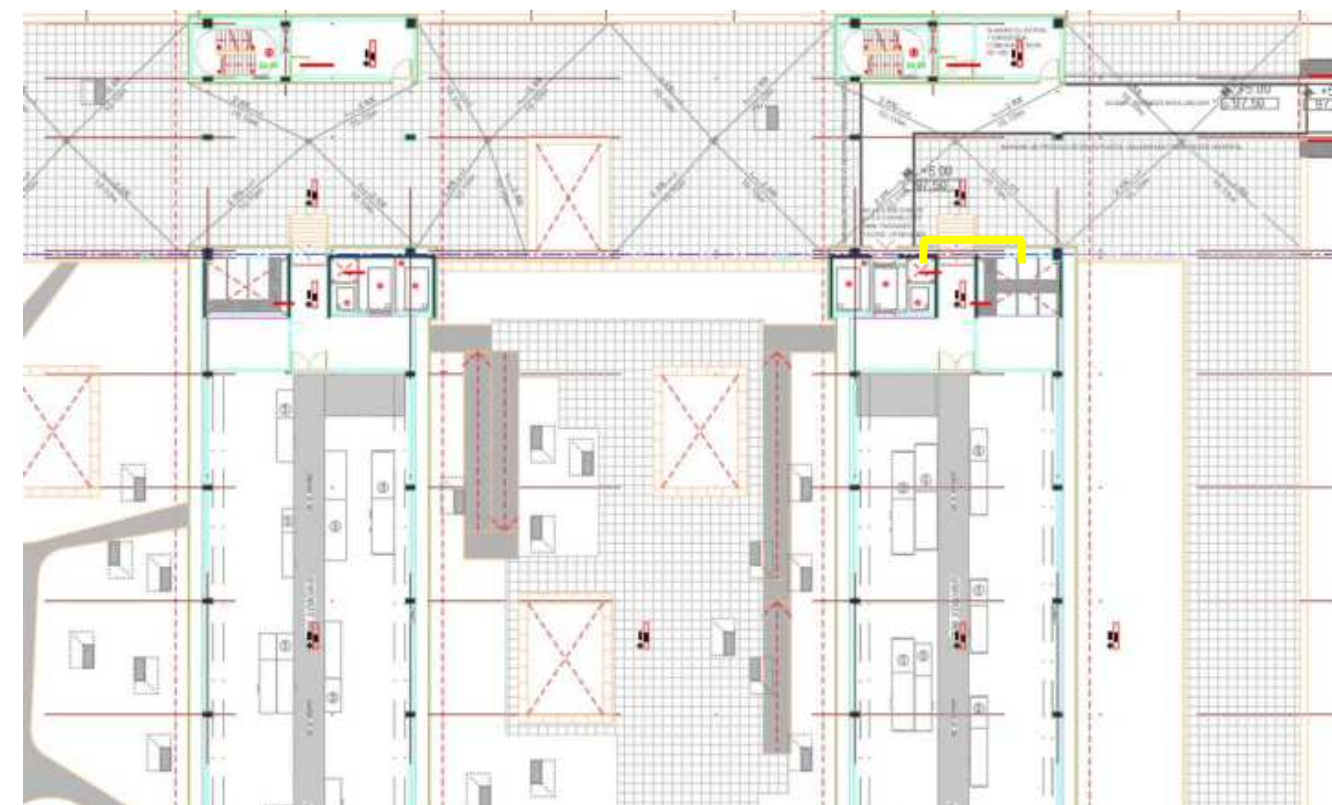
Imatge 60. Mòduls fotovoltaics sobre espines E, D i F connectats a la ET2

El cablejat de CC de les cobertes de les 3 espines D, E i F es trobaran en un mateix punt (en vermell) de l'espina F, on es practicarà un passa murs protegit contra la pluja en forma de  coll de cigne on es faran baixar els 42 strings corresponents a 3 inversors de 150 kW. Aquesta maniobra que es descriu és exactament idèntica a la realitzada en el cas de l'espina A on en aquest punt es dona per explicat.



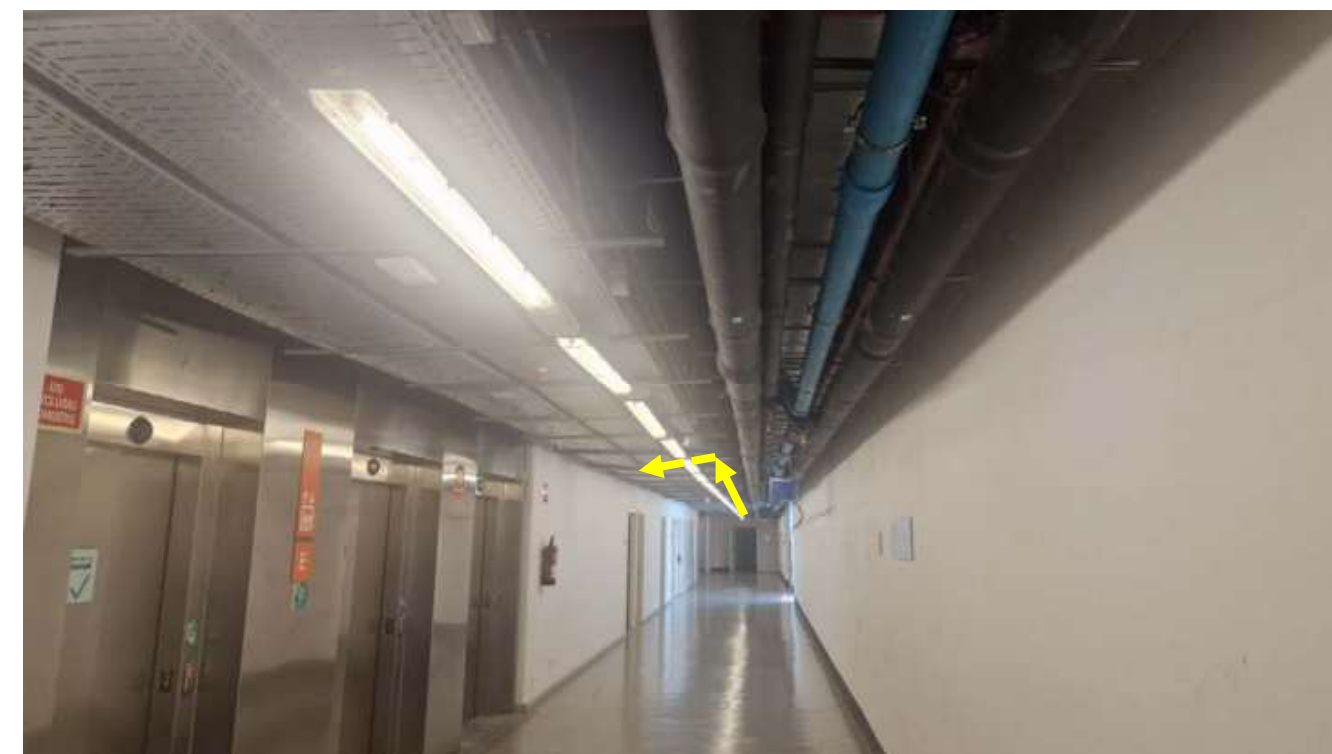
Imatge 61. zona baixant cablejat espina F, a tocar de les xemeneies existents

Tots els passa murs seran ignifugats per mantenir la separació sectoritzada d'incendis. El cablejat positiu i el cablejat negatiu es portaran separats, dintre de l'edifici per facilitar el seu emplaçament s'ha previst dos safates de 200 mm.



Imatge 62. Pas de cablejat en groc a planta tècnica de un baixant a l'altre Espina F

Un cop arribats al soterrani i tot tenint present que el cablejat que baixa és de Corrent Continu, caldrà emplaçar una safata dedicada des de l'espai tècnic, en el passadís i fins accedir a la ET2.

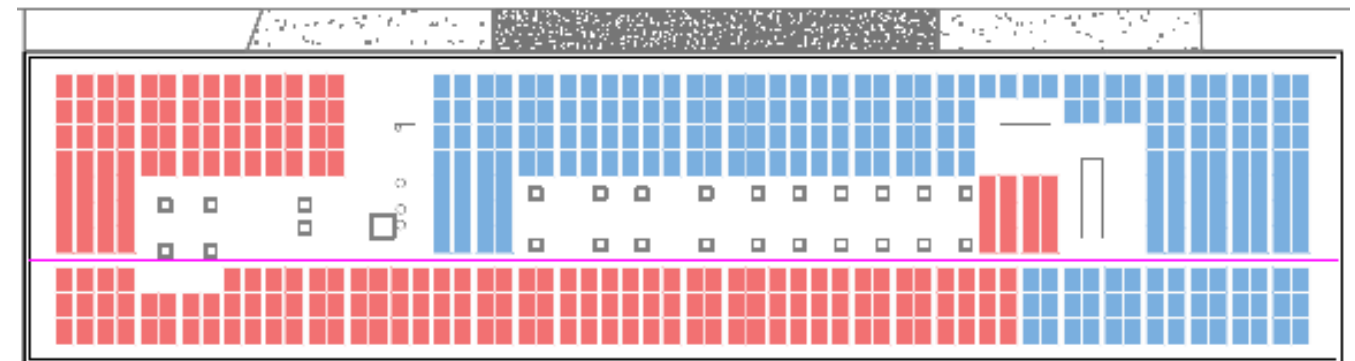


Imatge 63. Passadís d'espai tècnic a la ET1

MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

6.1.3. SUBCAMP ET2: EDIFICI GERÈNCIA



Imatge 66. Mòduls fotovoltaics sobre edifici de gerència connectats a la ET2

El cablejat de CC de la coberta de l'edifici de gerència es trobarà en un mateix punt que es el baixant existent a tocar de la trapa d'accés a coberta, on es practicarà un passa murs protegit contra la pluja en forma de coll de cigne igual que a l'espines A i F on es faran baixar els 20 strings corresponents a 2 inversors de 100 kW. Aprofitant el baixant s'arribarà a la planta baixa de l'edifici, i sempre per safata es seguirà en direcció nord fins accedir a la sala tècnica en construcció actualment on s'emplaçaran els dos inversors amb les corresponents caixes de protecció de Corrent Continu i les caixes de protecció de corrent altern. Les dues línies sortiran per separat i s'uniran a l'armari de FV ubicat a la ET2.



Imatge 67. Paret baixant de coberta fins cota planta baixa



Imatge 64. Traçat safates CC soterrani d'espai tècnic a ET2 en blanc



Imatge 65. Entrada passa murs ET2



Imatge 68. Traçat cablejat CC per baixant i planta baixa edifici Gerència

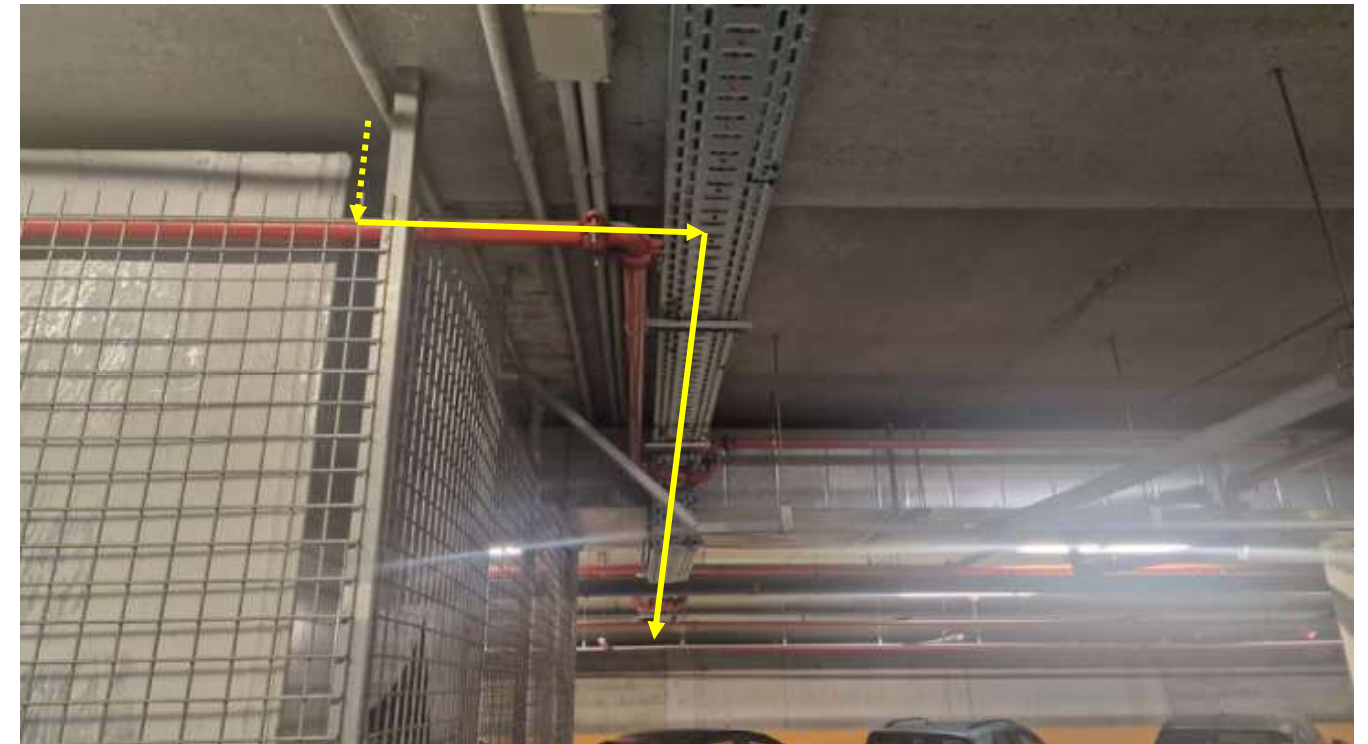


Imatge 69. Sala pendent d'obres on s'emplaçaran els inversors i les caixes de protecció de CC i CA

MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

El cablejat d'alterna es farà baixar a través d'un passa murs fins al soterrani, i aprofitant la safata existent o en paral·lel a la mateixa es conduirà el cablejat en direcció nord cap a l'edifici principal.



Imatge 70. Pas cablejat CA per aparcament del soterrani

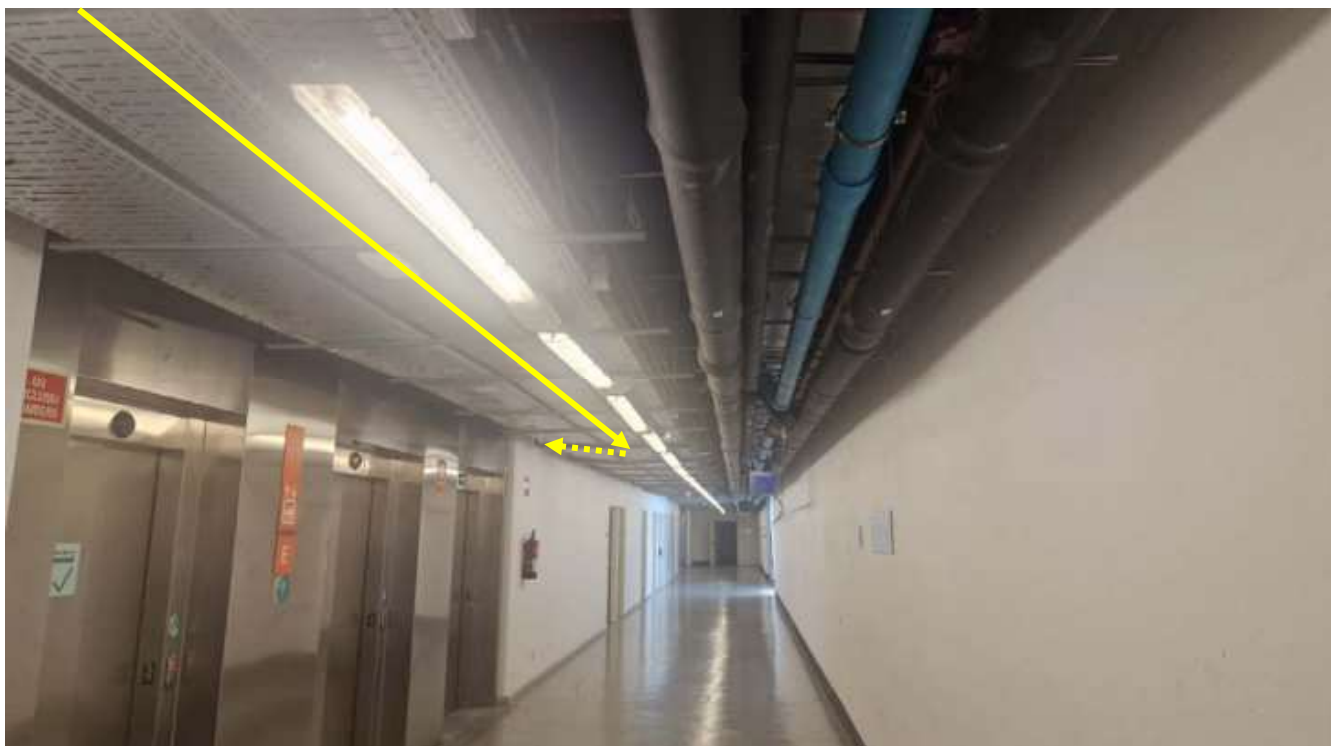


Imatge 71. Entrada cablejat a passadis de serveis provinent de l'aparcament

El cablejat de CA continuarà per safata nova al costat dels 4 conductes d'aigua existents per el futur espai d'hemodiàlisis, tot entrant i sortint d'aquest espai per ambdós passamurs.



Imatge 72. Cablejat de CA per futur espai d'hemodiàlisis

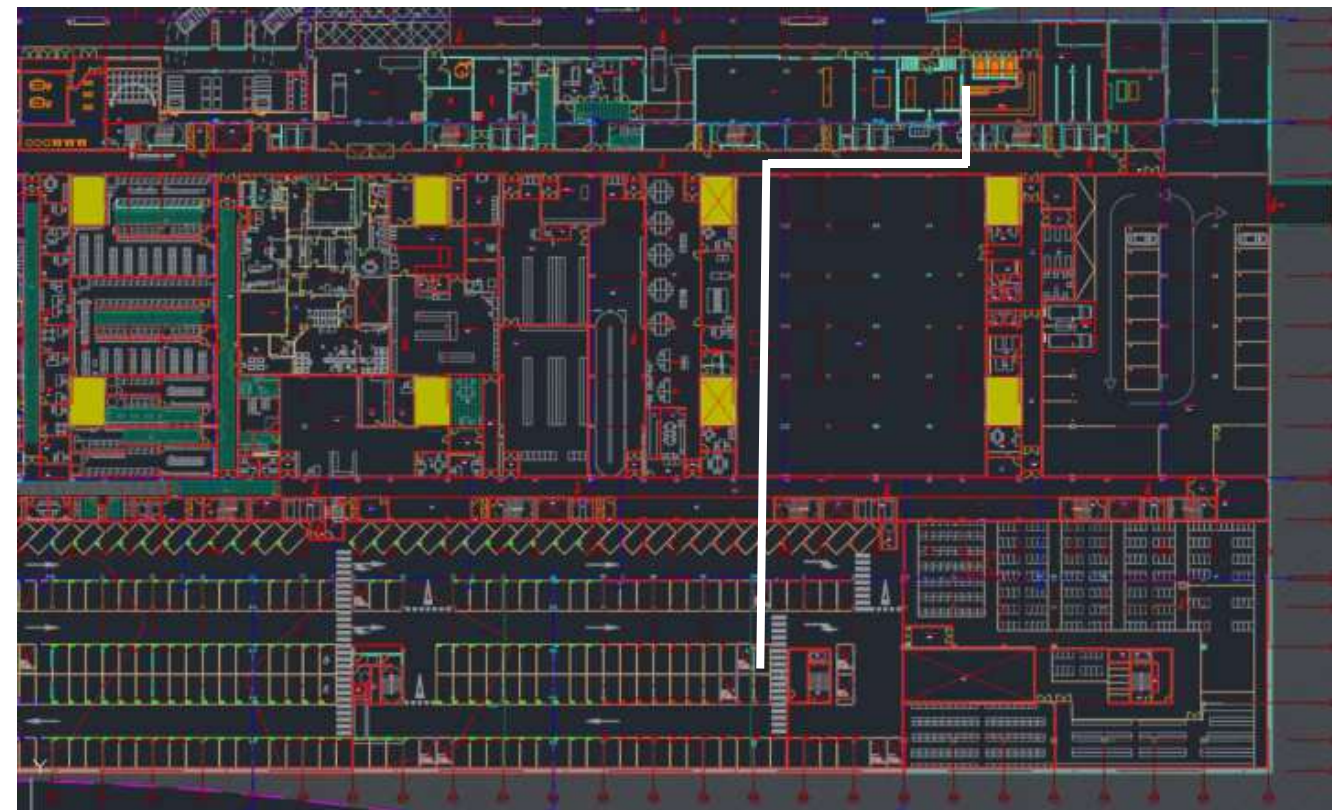


Imatge 73. Cablejat pel passadis nord fins a ET2

MEMÒRIA

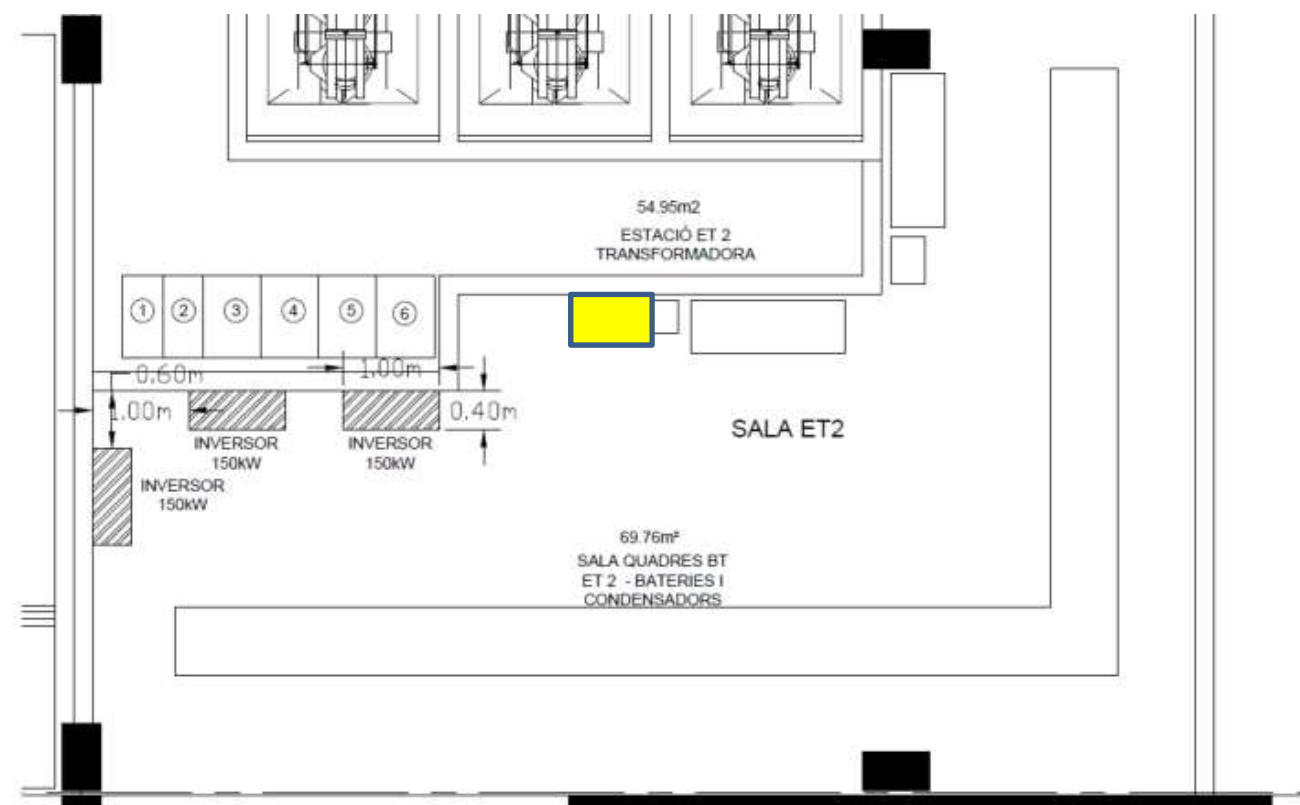
Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

Tot el cablejat de corrent altern que va de la sala d'inversors localitzada a la planta baixa de l'edifici de gerència fins a la ET2, caldrà que sigui igual que l'existent en l'Hospital en aquest trajecte, cable d'alta protecció antiincendis de color taronja, ZH RZ1-K (AS+). Tot seguit es marca sobre plànol en blanc el traçat del cable de CA fins a la ET2.



Imatge 74. Traçat cablejat CA edifici de gerència per soterrani fins a ET2

A la ET2 s'emplaçaran els 3 inversors provinents de les espines D, E i F, just a sota de cadascun d'ells s'emplaçaran les caixes de protecció de Corrent Continua, per on entrarà el cablejat provinent de coberta per tot seguit entrar a l'inversor. La sortida d'alterna dels 3 inversors existents a la sala més els cablejat de CA provinent de l'edifici de gerència es conduirà per safata en paret i per terra tècnic fins l'emplaçament de l'armari de protecció de corrent altern, l'armari caldrà necessàriament que sigui del mateix fabricant de tots els armaris existents a la sala, i on s'emplaçaran les proteccions de CA per a cada inversor de 150 kW i de la unió dels 2 inversors de 100 kW i per últim la unió de tots ells, per tot seguit connectar el subcamp fotovoltaic amb l'embarrat del quadre general de baixa de la ET2.



Imatge 75. Emplaçament inversors i quadre de CA (groc) a la ET2

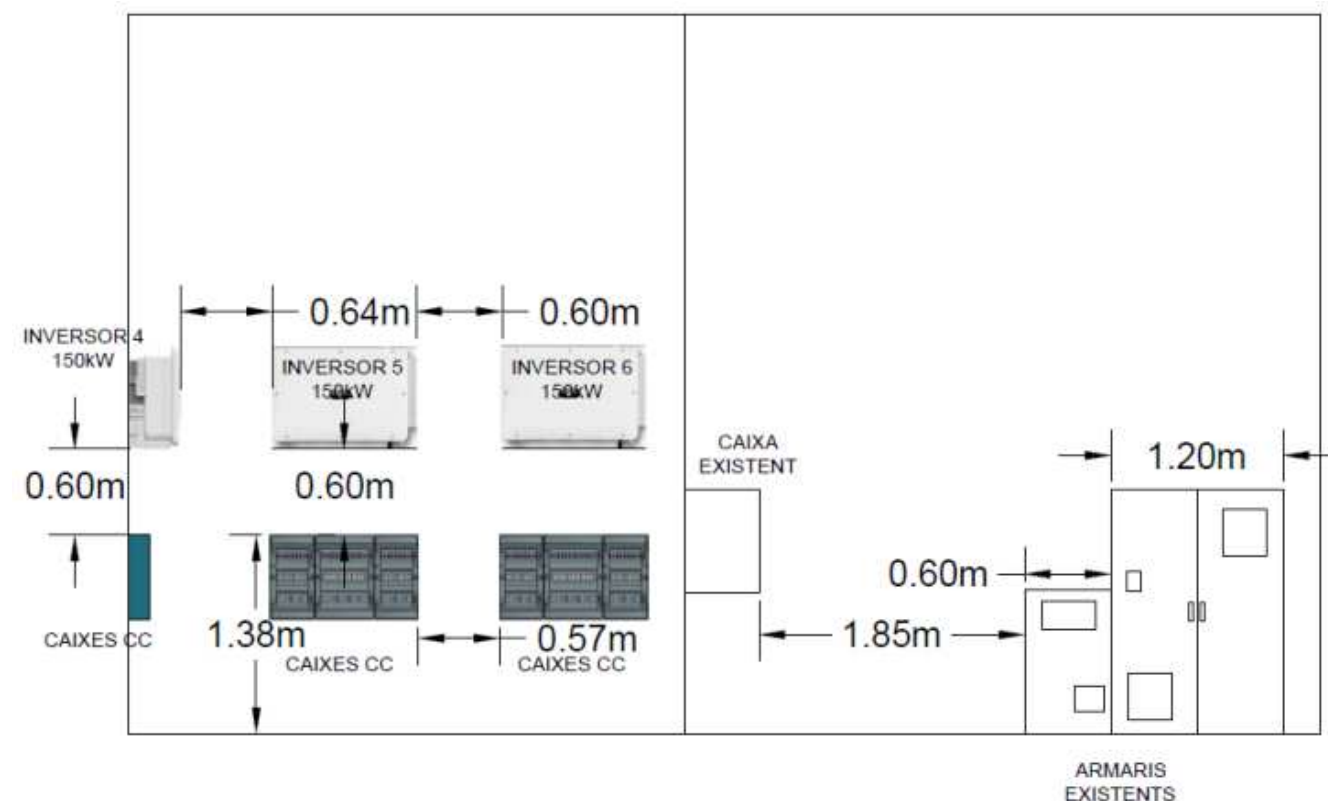
6.1.4. SUBCAMP FAÇANA

Els 158 mòduls de 230 W emplaçats a façana estan actualment connectats a diferents inversors localitzats a coberta (5 unitats), els inversors són de diferents fabricants i no incorporen caixes de protecció de CC ni de CA, per tant s'ha resolt substituir els diferents inversors de coberta existents (5) i de diferents potències per 4 inversors de 6 kW, que recolliran diferents strings provinents de façana. L'emplaçament d'aquests equips es localitzarà a la coberta principal a una zona protegida, tot seguit es mostra l'emplaçament dels mateixos. Els antics inversors caldrà desmantellar-los i retirar-los de l'edifici.



Imatge 77. Localització inversors de 6 kW a coberta

Al costat de cada inversor s'emplaçarà una caixa de protecció de CC i a la sortida de l'inversor una caixa de protecció de CA. Per tal de poder tenir equilibrats tots els inversors en amidaments del pressuposts es defineixen tota una sèrie de metres de cablejat de CC per tal de poder conduir els diferents strings en CC per coberta i així en la mesura del possible. No s'ha pogut aconseguir el projecte de legalització d'aquesta instal·lació, per tant els amidaments de cable han estat estimats.



Imatge 76. Alçat emplaçament inversors ET2



Imatge 78. Imatge d'alguns dels inversors existents

Aquests inversors es connectaran a un subquadre de ventilació existent a coberta, tot just a l'espina C.



Imatge 79. Subquadre ventiladors coberta espina C



Imatge 80. Imatge interna subquadre

MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

Les sèries s'equilibren per inversor i caldrà fer allargament d'una part de cablejat per arribar als inversors. Aquests allargaments es faran amb cable solar i amb connector MC4.

Abans de l'entrada de cada inversor es col·locarà una caixa de protecció de continua amb seccionador en càrrega per poder seccionar el camp per manteniment, fusibles de protecció per cada pol descarregador de sobretensions tipus 1+2 per existir parallamps a coberta. A la sortida dels inversors es posarà una caixa de protecció d'alterna amb un interruptor automàtic i un diferencial de classe A per cadascun. Abans de l'entrada de l'armari i degut a que no hi ha espai dintre per la col·locació de l'interruptor general de connexió es posarà a la part de darrera una caixa de protecció d'alterna per la unió dels 6 inversors i amb un interruptor general magnetotèrmic, un interruptor diferencial selectiu tipus A per tota la línia i el corresponent descarregador de sobretensions tipus 1+2. A la sortida de aquesta caixa i mitjançant safata anirà al quadre general de ventilació.

6.1.5. CONSIDERACIONS GENERALS A TENIR EN COMPTE PER LA LINEA DE DISTRIBUCIÓ

Entrant a detall, cal esmentar que la part de corrent continu a la coberta anirà sota safata de reixa d'acer galvanitzada en calent amb tapa o protecció HR amb mínim nivell de corrosió 7 i clarament retolades com en la imatge següent, etiquetes amb protecció UV i sempre de color vermell.



Imatge 81. Exemple de safata metàl·lica per cablejat de CC

Aquesta safata complirà com a mínim els requisits següents:

- Safata de reixa d'acer galvanitzat en calent o amb acabat HR (High resistance segons UNE-EN ISO1461, corrosió 8)
- Laterals de seguretat per la suportació del cablejat Conformitat CE respecte directiva 2014/35/UE.
- Marcat N de Aenor, Certificat UL, IECC CB segons IEC 61537
- Resistència al foc E90 (90 minuts a 100C°) segons DIN 4102-10,12. La forma d'instal·lació serà indicada per la DF i per el compliment E90 sempre en interior i sense tapa.
- Tapa d'acer galvanitzat en calent o HR
- Mínim grau de corrosió 7
- Protecció contra raig ultraviolat
- Continuitat elèctrica
- No propagació de la flama (M0), sense emissió de fums
- Temperatura -40°C fins 120°C

La part de corrent altern anirà amb safata d'acer galvanitzat en calent

- Safata de xapa perforada i embotida galvanitzada en calent o protecció HR (High resistance) amb vora de seguretat perfilat.
- Marcat N d'Aenor, conforme a norma IEC 61537 i Conformitat CE respecte directiva 2014/35/UE.
- Resistència al foc E90, conforme a DIN 4102-12.
- No propagació de la flama (M0), sense emissió de fums
- La base perforada incrementa la resistència transversal i longitudinal, augmentant la capacitat de càrrega, Impedeix la retenció de líquids.
- Protecció contra raig ultraviolat
- Resistència al foc E90 (90 minuts a 100C°) segons DIN 4102-10,12.

Per compliment de la normativa E90 (tant de reixa com perforada), sempre en interior del Hospital anirà sense tapa per el compliment certificació E90. Per garantir compliment E90. Sempre es mantindran les següents característiques d'instal·lació:

- La distància entre suports son serà superior a 1,2 m
- Els accessoris seran E90 també i la forma de instal·lació serà segons indiqui el fabricant

MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

- La càrrega màxima serà de 10kg/m
- La distància entre trams de safata que transcorren un a sobre de l'altre serà com a mínim 250mm.
- L'assaig també valida els muntatges inclinats i en vertical, però els cables es fixaran cada 3,5 m com a màxim.

Les safates aïllant perforada quan s'instal·lin segons indicacions de la propietat o DF amb tapa amb les següents mínimes característiques:

- Safata aïllant de color gris, sense halògens.
- Conforme a norma UNE-EN 50642 i UNE-EN 50085-2-1.
- Temperatura de servei de -25° a +90°.
- Resistència a la penetració d'objectes sòlids IP4X, protecció mecànica contra impactes IK07. La base perforada impedeix la retenció de líquids.
- Tapa per a protecció del cablejat

Les tapes de les safates aniran embridades per seguretat. Les brides seran d'acer inoxidable, resistent al foc UL94, resistents a UV, baixa emissió de fums i lliure d'halògens. S'utilitzaran les brides amb recobriments que aporta una protecció addicional i prevenen la corrosió entre metalls diferents. Les principals característiques són:

- Fabricades en acer inoxidable AISI 304
- Resistència al foc UL94 i baixa emissió de fums
- Resistents a raig ultraviolats
- Lliure d'halògens
- Recobriments en polièster+ epoxi, sempre per garantir embridar cablejat amb seguretat
- Temperatures de treball -60°-150°C



Imatge 82. Brides d'acer inoxidable

Per la fixació de les safates s'utilitzaran els llasts de formigó recuperats de la instal·lació antiga, o els mateixos llasts de les noves estructures ja que no és possible realitzar perforacions a les cobertes. En pressupost està inclòs la utilització de suports extres per la safata en el cas de l'edifici de gerència.

Per unir els diferents strings entre fileres s'utilitzaren tubs anillats flexibles de poliamida PA6 indicats per aplicacions amb elevada exigència en cas d'incendi com es el cas de instal·lacions solars a coberta. Els tubs utilitzats tindran les següents característiques:

- Tubs poliamida PA6
- Lliure d'halògens, fòsfors i cadmi
- Autoextinguibles V0s/UL94
- I2F2s/NF 16-101
- Temperatures -40°C a 105°C
- Resistència als raigs ultraviolades gra f1s/UL 746C. Colo negre
- Fabricats segons UNE-EN 6186



Referencia	Diámetro Nominal DN	Ø int.	Ø ext.	Radio de curvatura mínimo R (estático)	Embalaje m
VOT-07N	7	6.4	10.0	15	50
VOT-10N	10	9.8	13.0	20	50
VOT-12N	12	12.3	15.8	30	50
VOT-17N	17	16.9	21.2	40	50
VOT-23N	23	22.7	28.5	55	50
VOT-29N	29	28.4	34.5	65	50
VOT-36N	36	36.4	42.5	80	30
VOT-48N	48	47.5	54.5	95	30

- Libres de halógenos, fósforo y cadmio
- Autoextinguibles V0 s/ UL94
- I2F2 s/ NF F 16-101
- Cumple niveles de riesgo HL1 y HL2 en R22 y R23 s/ EN 45545
- Gama de temperaturas: de -40°C a +105°C
- Resistencia a los rayos UV: grado f1 s/UL 746C (apto para ser instalado en exterior) color negro
- Fabricados s/UNE-EN 61386



Flexibilidad
Resistencia a desgaste por flexión
Resistencia a compresión
Resistencia a impacto
Resistencia rayos UV
Comportamiento frente al fuego (UL94)

Imatge 83. Tubs per connexió dels strings entre fileres

6.7. LÍNIA D'EVACUACIÓ CC

El càlcul del cablejat s'ha realitzat segons defineix el REBT (Reglament Electrotècnic de BT) a "Instruccions Tècniques Complementàries per a BT" (ITC-BT-07, ITC-BT-19 i ITC-BT-40). Compliran amb la normativa CPR (Construction Product Regulation) emesa per la Unió Europea per a garantir que tot el cablejat usat en instal·lacions permanents de tota la Unió siguin avaluats, classificats i aprovats sota un únic criteri. El fabricant adjuntarà la DoP (Declaració de prestacions) i el marcat CE.

Segons Reglament de Baixa Tensió en la seva ITC-BT40 indica que els cables de connexió deuran ser dimensionats per a una intensitat no inferior al 125% de la intensitat màxima del generador i la caiguda de tensió entre el generador (inversor de potència) i el punt de connexió a la instal·lació interior, no serà superior al 1,5% per a la intensitat nominal. Per tot això, els càlculs preveuen que la caiguda de tensió tant en el costat de CC com el de CA sigui inferior al 1,5%. Tots els conductors són de coure i per a ús en intempèrie, resistents als raigs ultraviolats i lliures d'halògens.

Els cables s'instal·laran sota dels mòduls, amb safates amb tapa o sota tub segons disseny de la seva implantació.

Els criteris utilitzats han estat:

- Caiguda màxima de tensió admissible: Caiguda de tensió CC i AC menor a 1'5%, a cada trams, en condicions estàndard (25°C-1000 W/m²).
- Intensitat màxima admissible per el cable en servei permanent segons defineix el REBT per cada tipus de conductor i de canalització. Segons la ITC-BT-40, el cables han estat dimensionats per una intensitat no inferior a 125% de la màxima intensitat generada pel generador.
- El recorregut s'ha projectat de forma que minimitzi les distàncies per evitar pèrdues per caigudes de tensió. El cable fotovoltaic és tipus H1Z2Z2-K 1,5/1,5 kV (tensió màxima 1,8 kV) flexible designació UNE21123.. El cablejat solar estarà molt ben identificat, indicant la sèrie i polaritat, al començament i final de cada sèrie, per poder facilitar les tasques d'identificació i manteniment. Identificar en plànols on es troben els inici i finals dels strings per localitzarlos amb facilitat en les tasques de manteniment.
- Tots els conductors d'interiors són del tipus no propagador de flama i lliure d'halògens. RZ1-K(AS) 0,6/1KV.

Tot seguit es defineixen les característiques i extensions necessàries de conductors per a realitzar el cablejat de la instal·lació per a cada un dels següent trams definits:

• Tram 1 Cablejat entre mòduls i fins la caixa de CC

Uneix les sèries o strings de mòduls amb les diferents caixes de connexió de protecció de coberta i abans de l'inversor.

Els conductors que connectaran els strings dels mòduls fotovoltaics a les caixes de connexió es disposen les proteccions de corrent continu són específics per a instal·lacions solars. Presenten una secció de 10 mm², excepte en el cas dels strings 17, 18, 25, 26 del 29 al 56, 63, 64, del 85 al 87 i del 94 al 96 que són de 16 mm², tots els conductors són de coure flexible i aïllat amb doble capa tipus H1Z2Z2-K 1,5/1,5 kV (tensió màxima 1,8 kV) flexible designació UNE21123. Seguidament es conduiran fins els diferents inversors. La coberta del cable serà de color negre (pol negatiu) i de color vermell (pol positiu), o retolats ben diferenciades les polaritats, indicant inici i final de string.

Es portaran separats dintre de la safata per la seva polaritat.



Imatge 84. Separació de cablejat per polaritat, previ a la col·locació de la tapa de la safata

Les característiques mínimes d'aquest cablejat, són:

- Cables específics per a instal·lacions fotovoltaïques, lliure d'halògens, classe 5, segons UNE-EN 60228. Tensió CC 1,5/1,5 (Tensió màxima 1,8kV)
- Alta seguretat
- Resistència a al intempèrie i raigs ultraviolats. EN 50618 i TUV 2Pfg1169-08
- Treball a altes i baixes temperatures (-40°C fins a 120°)
- Presència d'aigua: AD8 submergida segons UNE 20460-30

- Vida útil, 30 anys segons UNE-EN 60216-2
- No propagació de flama segons UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1
- No propagació del incendi segons EN 50399
- Lliure d'halògens segons UNE-EN 60754 e IEC 60754 i EN50525-1 (Annex B)
- Reacció al foc CPR Eca, segons norma EN50575
- **Seran negre per el negatiu i vermell per el positiu**

Els cables s'etiquetaran per tal de facilitar la seva identificació, tant a la instal·lació en CC com en CA. Es disposarà de connectors tipus multicontact MC4 de 10 i 16 mm² per a la connexió entre conductors i mòduls. Els mateixos connectors impedeixen connectar-los erròniament. En aquells strings que sigui necessari es realitzarà un allargament per unió dels mòduls en la mateixa sèrie, en tots els casos s'utilitzarà cable de 10 i 16 mm² segons escaigui i es realitzaran amb connectors MC4 especials per a cable de 10 i 16 mm².



Imatge 85. Connector compatible MC4

La unió del string entre fileres es farà amb un tub corrugat per exterior amb protecció IV de diàmetre 20 mm i es recolliran per safata de reixa de amb tapa d'acer galvanitzat en calent de les dimensions especificades en plànols per a cada subcamp fotovoltaic. Amb les característiques indicades anteriorment.

Els suports seran col·locats en horitzontal, amb cargolaria d'acer inoxidable i autoblocants utilitzant els llast de les estructures, suports especials per safates per evitar que aquestes estiguin directament a terra.

Tots els marcs dels mòduls fotovoltaics, aniran amb cable de protecció de terra de 4 mm², per protecció del string amb cable de la mateixa fase de 10mm² o 16 mm² segons el cas i durant tot el trajecte de les safates serà de 16 mm². Els 116 strings aniran fins la ubicació destinada pels inversors.



Imatge 86. Distribució dels strings a coberta

- **Tram 2. Cablejat de sortida des de les caixes de protecció de corrent continu a Sala tècnica i fins a l'entrada dels inversors de potència.**

El cablejat de sortida de les caixes de protecció serà de **10 o 16 mm² segons les taules, són de coure flexible i aïllat amb doble capa tipus H1Z2Z2-K 1,5/1,5 kV (tensió màxima 1,8 kV) flexible designació UNE21123**. Seran 116 sèries separades, entraran de forma independent a cada entrada. **Tot tenint present que sempre s'ocuparan tots els MPPTs i que en els inversors de 150 kW caldrà fer 7 paral·lels per inversors, en el de 115 caldrà fer 2 paral·lels, i en els inversors de 100 kW no es farà cap paral·lel. Els paral·lels en cap cas es podran fer en un mateix MPPT de strings amb orientacions diferents o números de mòduls diferents.**

Tota la línia de distribució estarà senyalitzada segons la Guia de Bombers i addicionalment, s'etiquetarà el cablejat amb l'inici i el final del string amb etiquetes d'exterior i en el cable indicant en tots els casos amb etiquetatge plàstic cada cable amb el número d'inversor i de string.

S'utilitzaren brides metàl·liques d'acer inoxidable amb protecció per protecció de les tapes de les safates, per evitar que es despreguin pel vent.

Es faran servir safates independents per el cablejat de Corrent Continu i el cablejat de Corrent Altern.

6.8. LÍNIA DE DISTRIBUCIÓ DE CA

El càlcul de les seccions del cablejat en corrent altern (des de la sortida dels inversors) asseguruen una caiguda de tensió admissible del 1,5 % com a màxim.

Els cables a instal·lar en el tram dels inversors fins l'armari de protecció en corrent altern i el quadre general de cada ET serà cable amb designació RZ1-K 0'6/1kV per compliment de ITC-BT30 i ITC-BT 21 en el seu punt corresponent a locals mullats.

- **Tram 3. Cablejat des de la sortida dels inversors fins als armaris de CA ubicats a cada ET i a la sala tècnica de Gerència**

Els cables a instal·lar en el tram de cada inversor fins llur armari de protecció en corrent altern serà cable amb designació RZ1-K (AS) 0,6/1 KV, amb una secció de:

- Dels 2 inversors de 100 kW a l'armari de CA de Gerència: 4x(1x95mm²)+TT
- De l'armari de CA de Gerència a Armari CA ET2 200 kW: 4x(1x150mm²)+TT
- D'inversors de 150 kW i inversor de 115 kW a armari CA ET1: 4x(1x240mm²)+TT per 150kW i 4x(1x150mm²)+TT per l'inversor de 115kW
- D'inversors de 150 kW i inversor de 115 kW a armari CA ET1: 4x(1x240mm²)+TT per 150kW i 4x(1x150mm²)+TT per l'inversor de 115kW
- D'inversors de 150 kW a armari CA ET2: 4x(1x240mm²)+TT
- D'inversors de 6 kW a caixa de protecció de CA: 4x10+TT mm² En tot els casos aniran per safata perforada d'acer galvanitzat amb tapa amb les dimensions especificades a plànols i pressupost i en safata de reixa sota terra tècnic.

- **Tram 4. Cablejat des dels 2 armaris de protecció de CA de les ETs fins els quadres generals elèctrics de cada ET.** I de les caixes de protecció de CA dels inversors de coberta al subquadre de ventiladors.

El cable té designació RZ1-K (AS) 0,6/1 KV i serà de secció:

- D'armari de CA ET1 a quadre general ET1: 4x(1x240mm²)+TT
- D'armari de CA ET2 a quadre general ET2: 5x(1x240mm²)+TT
- De caixes de protecció de CA inversors 6 kW a Subquadre de ventilació 24 kW: 4x(1x25mm²)+TT

En tot els casos aniran per safata perforada d'acer galvanitzat amb tapa amb les dimensions especificades a plànols i pressupost.

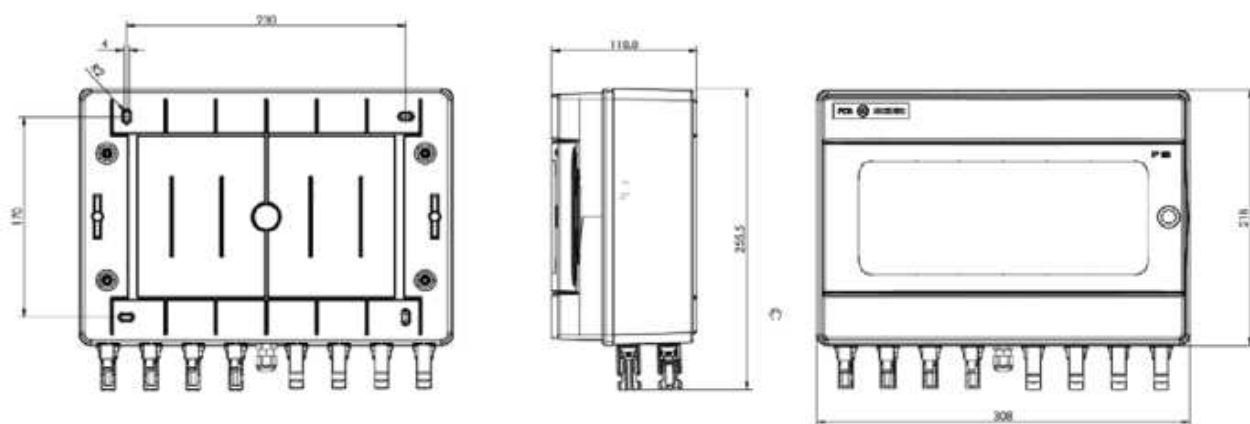
6.9. DISPOSITIUS DE PROTECCIÓ

6.9.1. Dispositius de protecció de corrent continu

Es contemplen unes caixes de protecció de corrent continu a nivell de Coberta per protecció de sobretensions tipus 1+2 per el camp de panells i amb un seccionador en càrrega per MPPT per tal de poder seccionar el camp per tasques de manteniment, hi hauran 58 caixes una per cada dos strings.

Aquestes caixes les hem denominat caixes de strings de coberta i tindran les següents característiques:

- Caixa de policarbonat classe II de coble aïllament IP65 amb porta transparent
- Voltatge màxim: 1005 Vdc
- Corrent màxima per string: 20 A
- Corrent de curtcircuit per MPPT: 50 A (25A per string)
- Poder de tall per MPPT: 40A
- Protecció de sobretensió: 1+2 Voltatge 1200Vdc nivell de protecció $\leq 3,8$ kV
- Secció de cablejat 1,5-25 mm²
- Interruptor en càrrega: 1000V
- Entrada e cablejat amb Mc4 instal·lats



Aquestes caixes en posaran cada dos strings al costat del camp per tal de poder protegir els mòduls. S'ancoraran als llats mitjançant perfil perforats i en posició vertical, cal destacar que no podran fer ombrejat al camp de mòduls. Aquestes caixes són estàndards i existents al mercat, caldrà fer allargaments de cablejat amb connectors de 10 mm² i 16 mm² a la sortida per tal de poder sortir amb la secció definida a les taules.

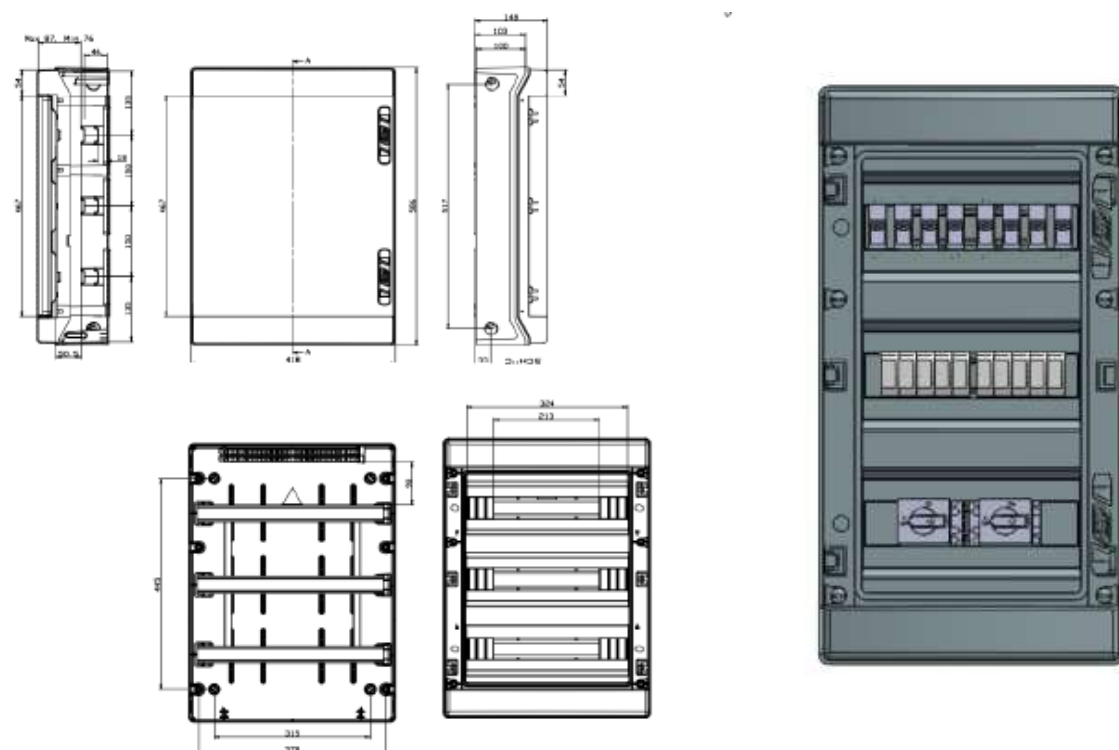
MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

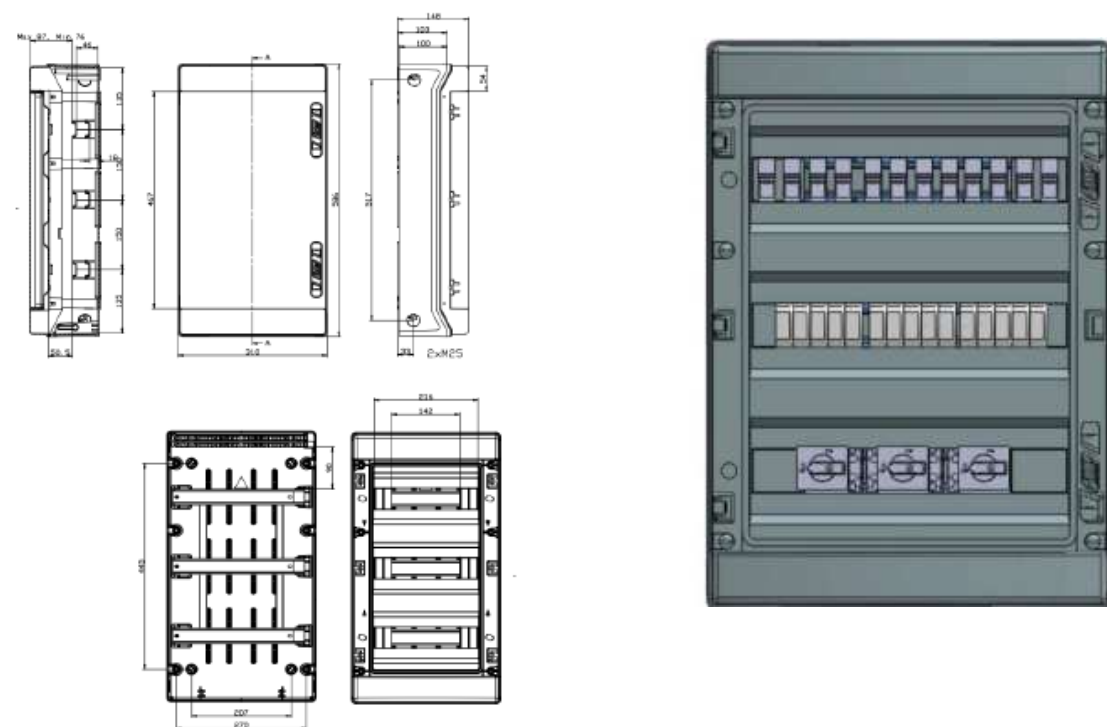
A les sales tècniques i abans de entrada del cablejat als inversor es contemplen les caixes de protecció dels strings dels inversors. Aquestes caixes de CC inclouen proteccions per a sobretensions i sobreintensitats i seccionador en càrrega per MPPT. Es col·locarà un conjunt de caixes per inversor, fent un total de 13 unions caixes (6 per els inversors de 150, 1 inversor de 115, 2 inversos de 100 kW i 4 inversors de 6 kW) cada caixa tindrà tantes entrades i sortides com strings estiguin connectats a l'inversor corresponent. Les caixes de protecció de corrent continu seran serà amb porta transparent, de doble aïllament, classe 2 i tindrà un grau de protecció mínim de IP65, estarà equipada amb fusibles seccionables per a protegir cada sèrie de mòduls amb una intensitat superior a la corrent de disseny per a cada sèrie i per a protegir de possibles corrents que pogueren danyar els inversors. Cada fusible de corrent continu serà de 20A, valor suficient per a suportar els corrents de curtcircuit de cada sèrie. Facilita molt la presa de mesures dels strings, també incorporarà seccionadors en càrrega per cada sèrie i proteccions de sobretensions tipus I+II. S'han seleccionat dos tipologies de caixes, una amb 4 entrades i 4 sortides amb dos seccionadors en càrrega i una amb 6 entrades i 6 sortides amb 3 seccionadors en càrrega.

A continuació es defineixen els elements de protecció que haurà de contenir la caixa de connexió:

- 13 conjunts d'evolvents estanques amb porta classe II de doble aïllament, amb tapa transparent i nivell de protecció IP65, 6 amb 14 entrades i 14 sortides, 2 amb 10 entrades i 10 sortides, 1 amb 12 entrades i 12 sortides i 4 amb tantes entrades i sortides com escaigui amb premsaestopes per la part inferior. Això es aconseguirà amb la unió de grups de dos tipologies de caixes una amb 4 entrades i 4 sortides i amb una amb 6 entrades i 6 sortides. Es faran els grups necessari per cada tipologia d'inversor.
 - Inversor de 150: 7 MPPT. Un conjunt per 1 caixa amb 3 seccionadors i 2 caixes amb dos seccionadors.
 - Inversor de 100 kW i de 115kW. 10 MPPT. Un conjunt de 2 caixes de 3 seccionadors i 2 caixes amb dos seccionadors.
 - Inversor de 6 kW. Una caixa amb dos seccionadors.



Imatge 87. Format caixa de 2 seccionadors amb 4 entrades i 4 sortides

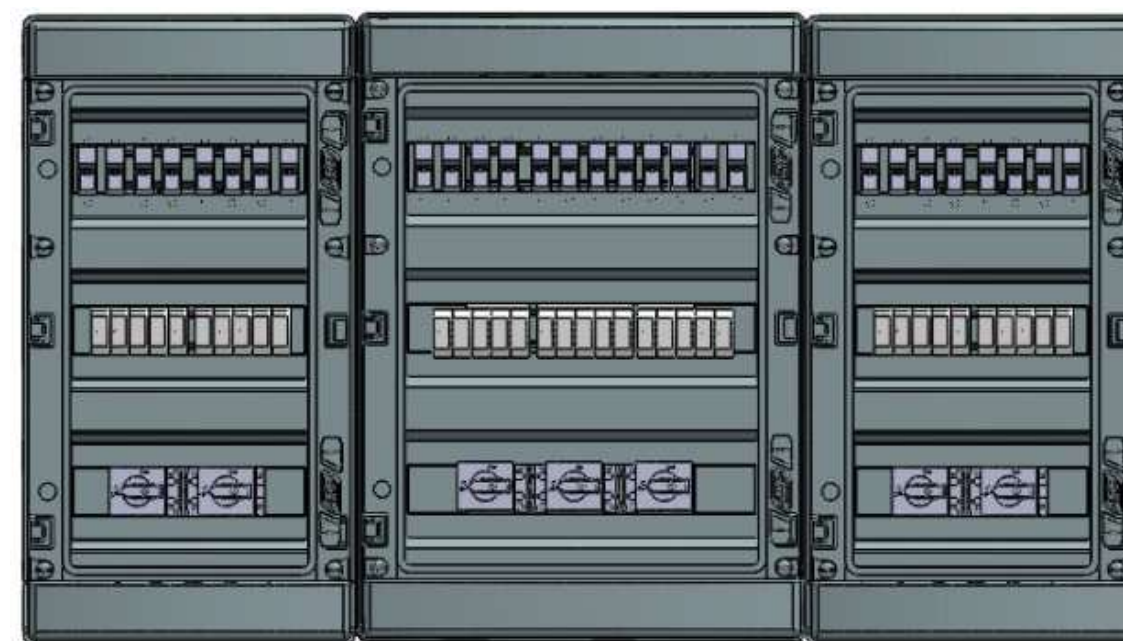


Imatge 88. Caixa amb 3 seccionadors i 6 entrades i 6 sortides

MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

- Fusibles per a protegir el pol positiu i negatiu de cada string. Els fusibles seran específics per plantes fotovoltaïques, unipolars, de tensió assignada 1000V, (classe GPV segons la norma IEC60269-6), de 20A, valor suficient per a suportar els corrents de curtcircuit de cada sèrie, unipolars i disposaran de base portafusible articulada de dimensions 10x38 mm per a carril DIN, 100V, fins a 32A amb compliment de la normativa europea 2002/95/EC RoHs.
- Seccionador en càrrega per a corrent continu per poder seccionar, aquest seccionador està específicament dissenyat per a evitar l'arc elèctric en corrent continu. El tancament es realitza en mil·lèsimes de segon, pel que s'evita la possibilitat de produir-se un arc elèctric. Compliment de normativa EN/IEC60947. Tensió 1000V CC. Un per MPPT definit per la tipologia de caixa
- Descarregador de sobretensions Classe I+II, I_{max} 40kA, I_n 20kA, segons UNE 60364-5-534),

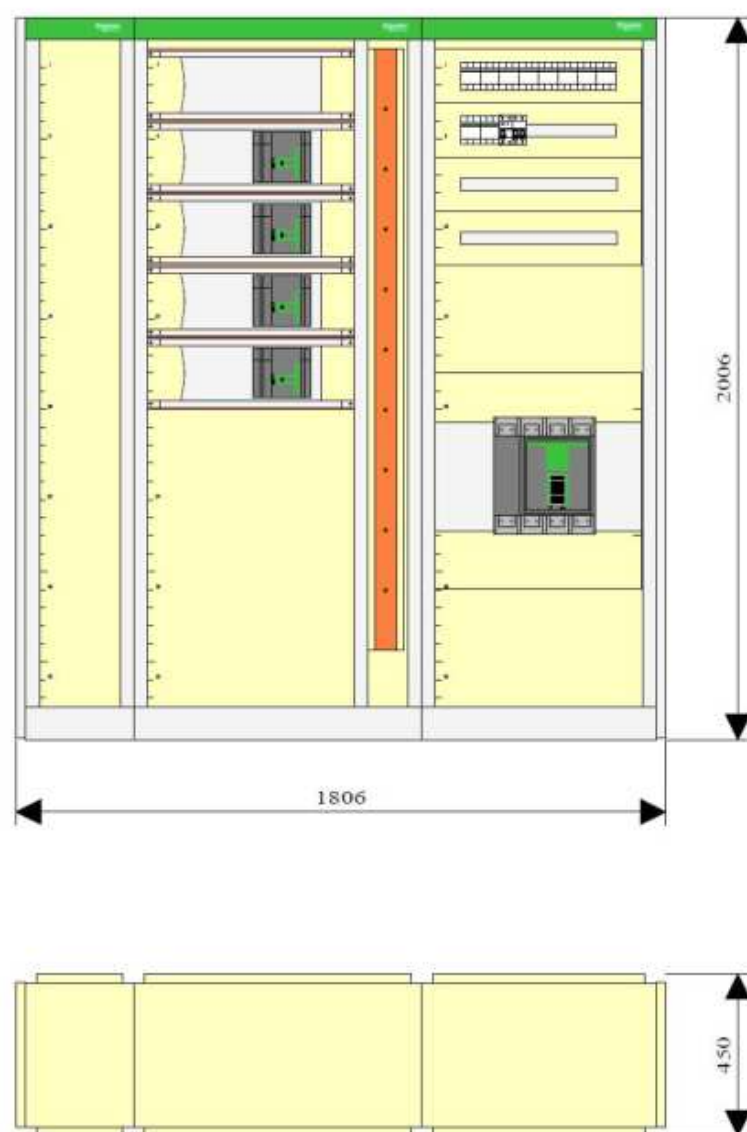


Imatge 89. Imatge caixa per 7 MPPTs

6.9.2 Dispositius de protecció en corrent altern

Tant a la ET1 com a la ET2 es posaran dos armaris de Protecció de Corrent continua per la recepció del inversors. Aquests armaris seran iguals que els existents actualment a les sales per mantenir la mateixa estàtica, les proteccions dimensionades són amb emparamenta Schnneider o similar.

Armari de protecció ET1. Aquest armari rebrà els tres inversors de 150kW i un inversor de 115 kW ubicats a la Sala tècnica segons els plànols. L'armari vindrà precablejat, verificat i amb la documentació Asbuilt de quadrista homologat. L'armari tindrà les següents característiques:



MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

- Interruptor magneto tèrmic per els inversors de 150 kW. Codi Schnneider C25FTM250, NSX250F36KA 4P4R 250A TMD. Interruptor magneto tèrmic de caixa moldejada de 250A corba C amb 4 pols i 4 relés 36 kA de poder de tall. 3 interruptors
- Interruptor per l'inversor de 115 kW. Codi Schneider C25F4TM200, NSX250F 36 KA 4P4R 200A TMD. Interruptor caixa moldejada de 200 A corba C 4 Pols i 4 R amb 36kA de poder de tall
- Cada interruptor vinculat amb un relé diferencial tipus A i al seu corresponent toroidals. (RH99M seNal 220-240Vca amb toroidals 120 mm). 4 relés i 4 toriodals.
- Embarrat general amb porta per unió de tots els interruptors.
- Interruptor General de 4 P 1000A 50 kA de poder de tall. Codi Schneider C100N420FM, NS1000N 50KA 4P 1000A Fijman 2.0 amb relé diferencial tipus A amb toroidals i protecció sobretensions. (RH99M seNal 220-240Vca amb toroidal rectangular Vigirex(280X115)
- afegir un interruptor 2P de 16A per alimentació del armari de monitoratge amb el seu interruptor diferencial de 40A 300 mA i un analitzador tipus CV mini triàsic amb els seus toroidals per el comptatge de tota l'energia procedents de la FV a la ET1. Tot dintre del armari FV ET1. Cablejat per tenir sempre tensió de xarxa.

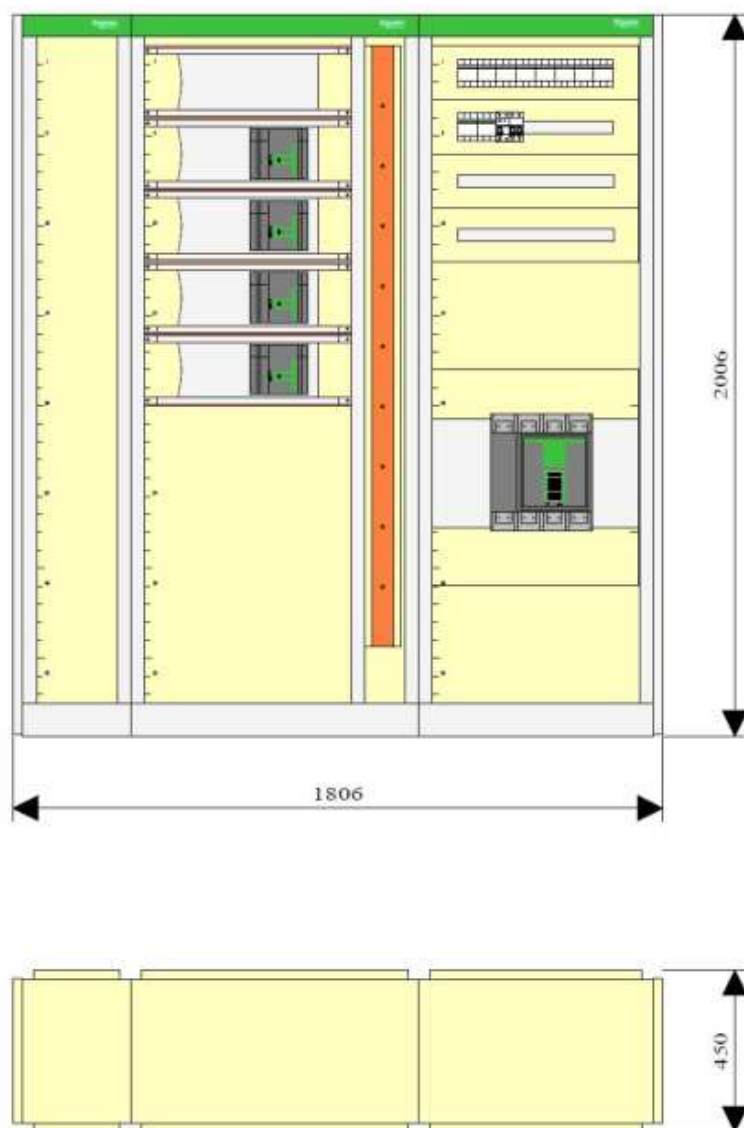
A la sortida d'aquest armari s'anirà a la connexió del armari principal de la ET1.

Armari de protecció ET2. Aquest armari rebrà els tres inversors de 150kW i dos inversors de 100 kW procedents de Gerència. L'armari vindrà precablejat, verificat i amb la documentació Asbuilt de quadrista homologat. L'armari tindrà les següents característiques:

- Interruptor magneto tèrmic per els inversors de 150 kW. Codi Schnneider C25FTM250, NSX250F36KA 4P4R 250A TMD. Interruptor magneto tèrmic de caixa moldejada de 250A corba C amb 4 pols i 4 relés 36 kA de poder de tall. 3 interruptors
- Interruptor per els inversors de 100. Codi Schneider C25F4TM200, NSX250F 36 KA 4P4R 200A TMD. Interruptor caixa moldejada de 200 A corba C 4 Pols i 4 R amb 36kA de poder de tall, 2 interruptors.
- Cada interruptor vinculat amb un relé diferencial tipus A i al seu corresponent toroidals. (RH99M seNal 220-240Vca amb toroidals 120 mm). 5 relés diferencials amb 5 toroidals
- Embarrat general amb porta per unió de tots els interruptors.
- Interruptor General de 4 P 1250A 50 kA de poder de tall. Codi Schneider C125N420FM, NS1250N 50KA 4P 1000A Fijman 2.0 amb relé diferencial tipus A amb toroidals i protecció sobretensions tipus 1+2. (RH99M seNal 220-240Vca amb toroidal rectangular Vigirex(280X115)

- Afegir un interruptor 2P de 16A per alimentació del armari de monitoratge amb el seu interruptor diferencial de 40A 300 mA i un analitzador tipus CV mini triàsic amb els seus toroidals per el comptatge de tota l'energia procedents de la FV a la ET2. Tot dintre del armari FV ET2. Cablejat per tenir sempre tensió de xarxa.

A la sortida d'aquest armari s'anirà a la connexió del armari principal de la ET2.



A l'edifici de Gerència a la sortida dels inversor de 100 kW es posaran dues caixes de protecció de CA on s'instal·laran dos interruptors magneto tèrmic de 200A (1 per caixa). Les línies es portaran per separat fins al armari de connexió de la ET2 on estaran les seves proteccions a sortida dels 2 inversors de potència

Caixes de protecció de CA Gerència

- Les caixes de protecció de corrent altern seran serà amb porta transparent, de doble aïllament, classe 2 i tindrà un grau de protecció mínim de IP65, cadascuna d'elles disposarà d'interruptor per els inversors de 100. Codi Schneider C25F4TM200, NSX250F 36 KA 4P4R 200A TMD.
- En aquesta sala Tècnica també es posarà un armari de comunicacions per tenir les dades de protecció dels dos inversors de 100 kW i poder fer el sumatori de l'energia generada per tal de poder fer el control antiabocament.

Proteccions incloses a l'inversor:

- ❖ Monitorització de la pressa de terra
- ❖ Protecció contra sobretensions tipus II.
- ❖ Protecció contra polarització inversa i resistència al curtcircuit
- ❖ Unitat de corrent residual
- ❖ Vigilant d'aïllament. Amb l'objectiu de detecció de qualsevol fallida a terra entre un o els dos pols i terra. En la suposada fallida a terra, primer es desconnectarà la part de continu i posteriorment curtcircuitant i posant el mateix a terra, amb l'objectiu de portar a zero la tensió del sistema CC.
- ❖ Interruptor automàtic d'interconnexió a la xarxa. Aquestes proteccions estan incloses a l'inversor, programant els següents valors lliniar pels interruptors de desconnexió.
 - Màxima i mínima freqüència: 48-51 Hz.
 - Màxima i mínima tensió: 340V i 440V
- ❖ Protecció per evitar treballar en illa.

Els inversors es demanaran amb tots els accessoris opcionals indicat al punt de descripció de l'inversor.

6.10. CONNEXIÓ DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA A LA LÍNIA INTERIOR

La planta fotovoltaica es connecta en la línia interior de l'hospital. Aquesta connexió es realitzarà en els quadres elèctrics ubicats a les Sales Tècniques. ET1 i ET2.

La planta es considera instal·lació pròxima en xarxa interior i es legalitzarà amb modalitat d'autoconsum sense excedents de més de 100 kW.

Segons el RD 244/2019 d'autoconsum es compliren el següents requisits:

- La potència instal·lada serà la definida en l'article 3 i en la disposició addicional 11 del RD 413/2014, en la que es defineix com la potència màxima que genera l'inversor de potència. En aquest cas 1.239 kW.
- Els serveis auxiliars de producció es consideren menyspreables. Són els definits en l'article 3 del Reglament unificat de punts de mesura del sistema elèctric, aprovat pel RD 1110/2007.
- La modalitat d'autoconsum serà amb no injecció a xarxa i no caldrà realitzar la petició de permís i accés i connexió a la xarxa de distribució.
- No serà necessari demanar l'autorització administrativa per ser autoconsum amb no excedents.

6.11. CONNEXIÓ A TERRA

Segons el REBT en la seva ITC-BT40 indica que per instal·lacions interconnectades a una xarxa de distribució pública que tingui el neutre possat a terra, el esquema utilitzat serà TT y se connectaran les masses de la instal·lació i receptors a una terra independent de la del neutre de la xarxa de distribució pública.

L'objectiu de la connexió a terra és derivar la tensió que poguera arribar a les masses de la instal·lació (marcs dels mòduls, estructura, etc) a terra, aconseguint d'aquesta forma una tensió 0. D'aquesta manera, s'aconsegueix disminuir el risc d'accident a les persones i/o averies en els equips electrònics. Aquestes mesures consisteixen en la posta a terra de les masses i dispositius de tall per derivació de corrent de defecte a terra. Aquest darrer dispositiu consisteix en un interruptor diferencial que provoqui l'obertura automàtica de la instal·lació quan la suma vectorial de les intensitats mesurades assoleix un valor predeterminat. S'utilitzarà sensibilitat de $I_{\Delta} = 300 \text{ mA}$ en la part de CA per les característiques de la instal·lació. En el costat de CC s'utilitzarà un vigilant d'aïllament, incorporat dins dels inversors i que efectua la mateixa funció que en la part de Corrent Altern. La instal·lació de connexió a terra es realitzarà segons les instruccions ITC BT 018 del Reglament. Per les característiques de local mullat en aquest

tipus de instal·lacions, el valor de la resistència de terra serà tal que, qualsevol masa no doni tensions de contacte superior a 24V. L'objectiu es obtenir un valor inferior a 15Ω .

La connexió de terra consta de les parts següents:

- Preses de terra.
- Conductors de terra.
- Borns de connexió a terra
- Conductors de protecció.

Els conductors de terra es senyalitzaran amb bandes adhesives de color groc i verd. En la instal·lació es realitzaran les comprovacions pel instal·lador autoritzat tal com recull el Reial Decret 842/2002, en la instrucció ITC-BT-05, i segons el procediment de la norma UNE 20460-6-61. Per tal d'assegurar que no es produiran transferències de defectes a la xarxa de distribució es mantindrà una distància mínima de 15 m de qualsevol Centre de transformació segons ITC BT 18 punt 11 en el cas en que la resistivitat no sigui elevada ($<100 \text{ ohms}\cdot\text{m}$), en altres casos es calcularà segons la norma.

El cablejat utilitzat serà el següent:

- Cablejat de la part de corrent continu per unió de safates, unió de mòduls 4 mm^2 i parts metàl·liques serà de $1 \times 10 \text{ mm}^2$ i de 16 mm^2 de secció, tipus H07Z1-K color groc-verd
- Cablejat de protecció de la part d'altern serà cable de coure de la meitat de la secció de fase quan sigui superior de 16 mm^2 i igual de fase quan sigui igual o menor de 16 mm^2 tipus H07Z1-K(AS).

Totes les connexions dels circuits de terra, es realitzaran mitjançant terminals, grapes, soldadura o elements apropiats que garanteixin un bon contacte permanent i protegit contra la corrosió.

Es disposarà d'una caixa seccionadora de la FV per poder seccionarla i pendre les seves mesures abans de la connexió cada edifici ET. Aquesta caixa estarà rotulada indicant que és de FV.

En la instal·lació es realitzaran les comprovacions per part d'un instal·lador autoritzat tal com recull el Reial Decret 842/2002, en la instrucció ITC-BT-05, i segons el procediment de la norma UNE 20460-6-61. Per tal d'assegurar que no es produiran transferències de defectes a la xarxa de distribució es mantindrà una distància mínima de 15 m de qualsevol Centre de transformació segons ITC BT 18 punt 11 en el cas en que la resistivitat no sigui elevada ($<100 \text{ ohms}\cdot\text{m}$), en altres casos es calcularà segons la norma.

Cal esmentar que caldrà **la unió de tots els marcs dels mòduls per un cable de terra** per garantir que tinguin el seu cable de protecció individual i la seva pròpia línia de terra. Existeix un forat al mòdul identificat com a terra, normalment és de 4,2 mm.

La forma d'instal·lació es mitjançant un cargol de terra que vagi unint cada mòdul de tota la fila i que acabi a la safata recollidora de terra que s'unirà al cable general de terra que uneix les safates i l'estructura. A continuació es mostren imatges per facilitar la seva entesa.

Cal destacar que serà un bus de terra, si cal treure un mòdul el bus continuarà el bus i no quedarà interrompuda la línia de terra. Aquest cargol serà d'acer inoxidable.



Imatge 90. Exemple d'unió de cablejat entre mòduls

6.12. SISTEMA DE MONITORATGE I GESTIÓ DE L'ENERGIA

6.12.1. Introducció

El següent apartat té com a objectiu definir la solució tècnica de monitoratge de la instal·lació fotovoltaica. Amb aquest objectiu es presenten les dues arquitectures de comunicacions estàndards més presents i es descriuen les variables a monitorar de cadascun dels elements presents a la instal·lació.

MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

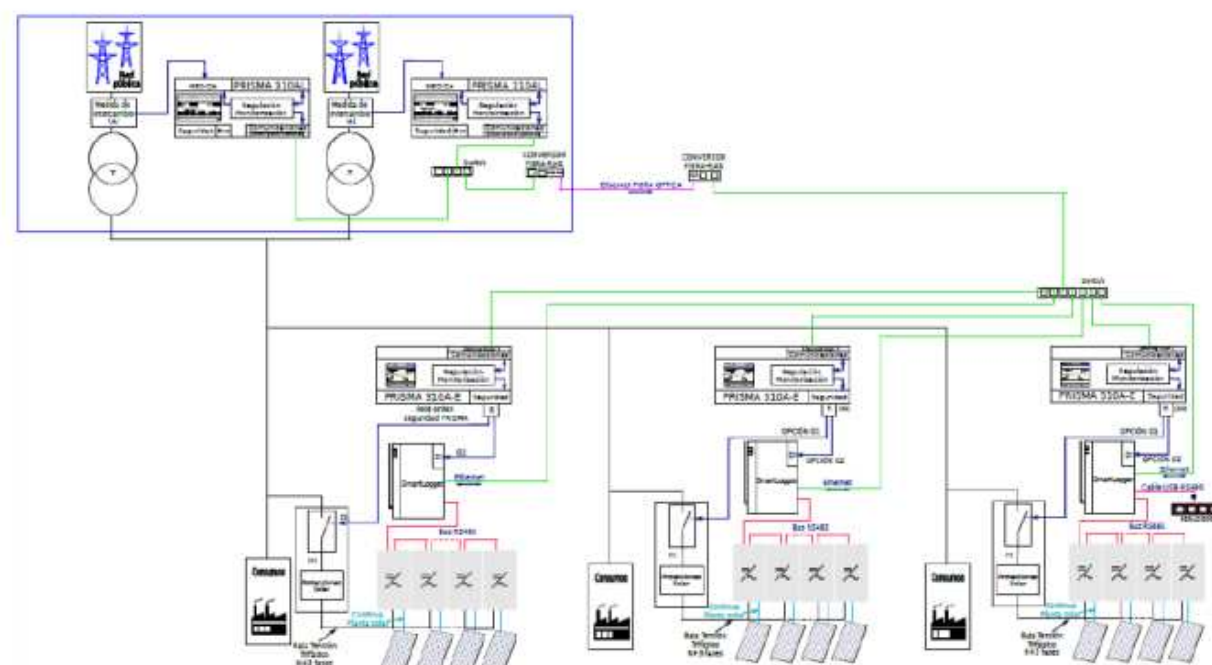
6.12.2. Sistema de monitoratge, supervisió i control

Abans de la finalització de l'obra i després del muntatge i el cablejat de la instal·lació caldrà integrar un sistema de transferència de dades d'una banda, en el sistema d'informació energètica (SIE) d'infraestructures.cat i de l'altra en el sistema de gestió i control d'instal·lacions que estigui en funcionament al mateix centre de forma que es permeti l'operació remota d'aquestes instal·lacions per part d'Infraestructures.cat

Un cop integrats aquests sistemes, la generació fotovoltaica es visualitzarà en l'equipament on s'ha realitzat la instal·lació i es realitzarà el monitoratge a distància a través del Sistema d'Informació Energètica (SIE) d'Infraestructures.cat.

Per garantir que la comunicació entre els diferents elements és correcta, es preveurà el cablejat i l'accés a internet per garantir comunicació entre dispositius així com l'accés a internet de forma que sigui integrable en d'altres sistemes de monitorització com en el propi sistema de monitoratge i telecomandament de l'edifici.

Comunicació RS485 entre inversors i datalogger



Es seguiran en tot moment les IPs que es marquen en el plec de prescripcions tècniques del sistema d'informació energètica que són les següents:

- Porta d'enllaç de l'IXON: 10.10.10.1

- Màscara de sub-xarxa: 255.255.255.0
- Sistema d'Informació Energètica (SIE): 10.10.10.230 (i en endavant)
- Sistema fotovoltaic (FV): 10.10.10.50 (i en endavant)

En aquest Projecte la transmissió de les dades serà per Ethernet (aprofitant la xarxa de l'edifici). Es definirà conjuntament per l'edifici el número de rosetes d'Ethernet necessàries en cada ET.

6.12.3. Descripció dels sistemes

- Passarel·les

Les passarel·les de comunicacions permeten canviar el mitjà físic pel qual es transmet la informació, així com el protocol de comunicacions que s'utilitza. Aquests equips permeten connectar mesuradors amb concentradors de dades que a priori fan servir tecnologies de comunicació diferents.

A continuació es fa un recull de les característiques i funcionalitats que han de tenir les passarel·les:

1. Modbus. El protocol que s'usa per establir comunicació amb el concentrador de dades ha de ser o bé Modbus RTU o Modbus TCP/IP.
2. Ubicació. Sempre que sigui possible i no afecti negativament a les comunicacions, s'ubicarà en el mateix quadre que el concentrador de dades. En cas que no sigui possible per algun dels motius mencionats anteriorment, s'ubicarà sempre en l'interior d'un quadre elèctric proper als mesuradors amb els quals estableix comunicació.
3. Protecció. Haurà d'anar protegit amb el sistema que s'especifiqui al manual o bé amb una protecció magnetotèrmica de 2-6 A.
4. Carril DIN. S'ha de poder instal·lar a un carril DIN, ja sigui perquè l'equip ve preparat per fer-ho o instal·lant-hi un accessori.
5. Alimentació. Es prioritzarà l'alimentació a 230 VAC a través de cables unifilars de secció d'1,5 mm². En cas d'alimentar-se amb corrent continu, s'haurà de preveure una font d'alimentació de carril DIN.
6. Cable de dades. Si la passarel·la utilitza cable de dades, en cas de tenir el router IXON al mateix quadre de la passarel·la o molt proper, s'utilitzarà U/UTP de categoria 6. En cas que el router no estigui proper i s'hagi de fer passar el cable per safates amb altres cables elèctrics, s'usarà cable F/UTP de categoria 6.

7. Bus RS-485. Per al bus de comunicacions RS-485 de la passarel·la, s'usarà cable de 2x1 mm² trenat i apantallat. També es pot fer servir cable F/UTP de categoria 6, utilitzant només 3 fils. Es posaran resistència a inici i final de bus de 120 Ω.

En el cas de les passarel·les que transformen un mitjà físic cablejat a un sense fils, es recullen les següents especificacions:

1. LoRa. Tal com ja s'ha remarcat a l'apartat 2.3 Protocols homologats la tecnologia de comunicacions sense fils de la passarel·la ha de ser LoRa. L'ús d'una altra tecnologia haurà d'estar justificada i aprovada per iCat.
2. Antena. S'ha d'evitar tenir l'antena ubicada a l'interior d'un quadre metàl·lic. En aquests casos, s'haurà de buscar la possibilitat d'instal·lar una antena amb una extensió de cable per tal d'ubicar-la fora del quadre.
3. Repetidors. Es minimitzarà al màxim l'ús de repetidors de senyal que es comuniquen amb la passarel·la. En cas que algun mesurador no comuniqui amb la passarel·la, s'ubicarà la passarel·la en una localització òptima per comunicar amb tots els dispositius. Si no es resol la incidència de comunicació, es podrà plantejar a iCat l'ús de repetidors.

- Mesuradors

Els mesuradors són els elements de la instal·lació que mesuren les variables energètiques i de confort de l'edifici.

A continuació es descriuen algunes de les característiques a complir:

1. Protocols de comunicacions: disposaran de protocols de comunicacions compatibles amb el sistema de control (equip mestre o client) a on es connecti. Compliran amb un dels dos protocols que es citen a continuació: ModbusRTU o ModbusTCP/IP.
2. Protecció. En cas que l'equip estigui alimentat de xarxa, haurà d'anar protegit amb el sistema que s'especifiqui al manual o bé amb una protecció magnetotèrmica de 2-6 A.
3. Alimentació. Es prioritzarà l'alimentació a 230 VAC a través de cables unifilars de secció de 1,5 mm². En cas d'alimentar-se amb corrent continu, s'haurà de preveure una font d'alimentació de carril DIN.
4. Cable de dades. Si el mesurador utilitza cable de dades, en cas de tenir el router IXON al mateix quadre de la passarel·la o molt proper, s'utilitzarà U/UTP de categoria 6. En cas que el router no estigui proper i s'hagi de fer passar el cable per safates amb altres cables elèctrics, s'usarà cable F/UTP de categoria 6.

5. Bus RS-485. Per al bus de comunicacions RS-485 dels mesuradors, s'usarà cable de 2x1 mm² trenat i apantallat. També es pot fer servir cable F/UTP de categoria 6, utilitzant només 3 fils. Es posaran resistència a inici i final de bus de 120 Ω.

És d'obligat compliment col·locar transformadors d'intensitat de nucli obert per reduir el temps sense alimentació elèctrica a l'edifici. En el cas que la instal·lació de generació sigui independent de l'operativa de l'edifici consum, es deixa l'opció de col·locar transformadors d'intensitat de nucli tancat. Si la col·locació dels transformadors es inviable es valorarà l'opció de fer un seriat dels analitzadors existent intercalant transformadors d'intensitat 5/5 per independitzar les mesures.

La col·locació del comptador serà el més pròxim a la ubicació dels transformadors d'intensitat. Es connectarà amb el sistema de control segons tipus de connexió (RS-485, Ethernet, etc.) que determini el fabricant.

Els comptadors/analitzadors i sonda meteorològica han de ser compatibles amb el fabricant d'inversors.

- Punt frontera instal·lacions i esquema dels mesuradors

En aquest apartat es descriu la configuració dels elements de monitorització i mesura de cada instal·lació. Al tenir el camp fotovoltaic situat en diferents cobertes d'edificis independents, de forma física, però elèctricament connectats, ambdues estan al mateix CUPS, per tal de tenir el balanç energètic per edifici, es considerarà com a punt frontera entre instal·lació interior i

instal·lació de distribució, la escomesa o escomeses en baixa tensió per edifici.

Els elements necessaris per a la comunicació i mesura son:

- En el cas que no s'utilitzi la xarxa interna del edifici es col·locarà un Router 4G IXON: Servirà per transmetre les dades a internet sense passar per la xarxa interna de comunicacions de cada edifici. Però caldrà unir tots els equips per fibra Òptica.
- Datalogger (Huawei SmartLogger 3000A o similar): Equip que gestiona la informació de la planta fotovoltaica i els equips auxiliars (comptadors, estació meteorològica, etc.), també s'encarrega de la gestió de la limitació de potencia del generador fotovoltaic.
- Mesuradors (Renesys PRISMA 3000A o similar): Analitzador de xarxes per recollir la informació elèctrica d'un punt de la xarxa elèctrica, serveix per transmetre les dades de consum al Datalogger perquè aquest gestioni la generació en funció de les consignes establertes. També permet gestionar senyals externes (per exemple: l'arrancada d'un GE) per gestionar d'una determinada forma (per

exemple: parada del generador fotovoltaic). En aquest Projecte hi hauran 8 PRISMAS. 3 a la ET1, 2 a la ET2 i 3 en ET3.

- Concentrador mesures (Renesys RENLOGGER o similar): Equip que s'encarrega de gestionar la informació dels diferents punts de mesura, i en aquest cas, fer el sumatori d'ambdós mesuradors, per tal de comunicar amb el Datalogger com si només fos un únic punt. Es col·locarà a la ET1. Serà on el SCADA del centre es connectarà per extreure dades del sistema.

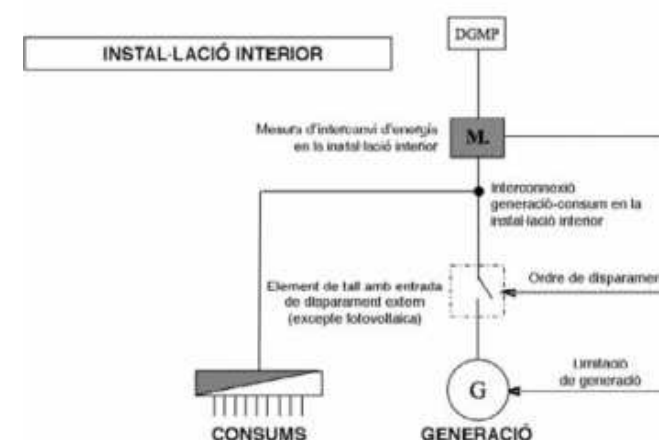
6.12.4. Sistema antiabocament segons RD244/2019

El principi del qual es basarà el control del sistema antiabocament és el definit en el punt 2 de l'Annex I del RD244/2019. Aquest principi és el de regulació de l'intercanvi de potència actuant sobre el sistema generació-consum. Aquest tipus de sistemes es basa en un element de control que ajusta el balanç generació-consum, i evita l'abocament d'energia a la xarxa.

En el cas específic del present Projecte es mesurarà l'intercanvi d'energia amb la xarxa, segons l'esquema indicat en el RD144/2019 en el seu Annex I, en el punt I.2.1 en la seva figura 1 en el que es defineix la posició dels equips de mesura destinat a fer la mesura de l'intercanvi.

La potència en el punt de connexió a la xarxa s'ha de mantenir en saldo consumidor, sempre que hi hagi un consum intern superior al valor de la tolerància del sistema de mesura, calculada amb la suma de la classe d'exactitud de l'equip de mesura de potència i la classe dels transformadors de corrent. Qualsevol valor que incompleixi el requisit anterior s'ha de corregir en un temps inferior a 2 segons, mitjançant la limitació de la generació, o el seu tall.

L'esquema que indica la norma és el següent:



Imatge 91. Esquema amb equip de mesura d'intercanvi d'energia amb la xarxa en instal·lacions de BT

Els equips compliran amb els assajos indicats al RD244/2019 per avaluar la conformitat del sistema, en el seu punt I.3

S'annexa en el Present Projecte l'avaluació de la conformitat de l'equip d'anti-abocament proposat i que té que complir els requisits indicats al RD244/2019 en el seu punt I.4.

Per tot l'exposat es faran les següents funcions:

1. **Gestió de la producció Fotovoltaica.** La gestió de la producció té per objectiu la regulació de la producció per adaptar-se a les necessitats instantànies de consum. Es realitza directament sobre els inversors connectats directament o indirectament mitjançant comunicacions. La regulació de potència dels inversors implica l'enviament de limitadors de producció des del dispositiu de control atenent a les lectures de consum/balanç de potència d'intercanvi en el mesurador, analitzador de xarxa incorporat i garantint que la producció dels inversors es quedaran per sota del consum en tot moment.
 2. **Control físic de la connexió a la xarxa de les plantes.** Per seguretat per garantir la no exportació d'excedents, el dispositiu de control té un relé per l'actuació sobre un element de tall que limita físicament la connexió dels inversors i per tant l'aportació d'energia de la instal·lació fotovoltaica. El relé actua segons els següents criteris:
 - a. La potència total de consum es mantingui com a saldo consumidor.
 - b. El saldo consumidor es manté en cadascuna de les fases (sistemes trifàsics).
 - c. Qualsevol valor que incompleixi mantenir aquest saldo consumidor implica dos accions redundants:
 - i. Enviament de missatges als generadors per ajustar la seva potència i disminuir la seva producció per mantenir-se per sota del consum mesurat. Aquest ajustament es realitza abans del dos segons.
 - ii. Mitjançant l'entrada d'un element de tall. Això es realitza a través del Datalogger del inversor.
- Això implica que:
- iii. Davant qualsevol manca de resposta en la modulació del rendiment dels inversors i que impliqui la falta de saldo consumidor serà corregida abans de 2 segons i es garanteix que no existeixen elements Inter mitjos en aquesta reacció.
 - iv. Davant d'un increment de la producció i que no respongui als criteris de tenir saldo consumidor serà corregida abans de 2 segons.

MEMÒRIA

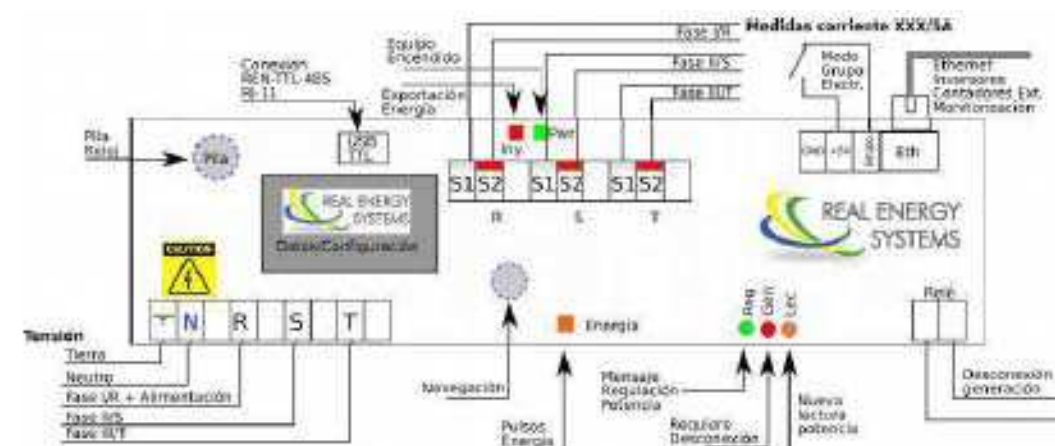
Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

3. **Pèrdua de comunicacions.** En el cas que es perdin les comunicacions cal garantir que no hi haurà exportació. Això es realitzarà a través del datalogger del inversor. Si el Datalogger es queda sense alimentació i els inversors no rebren intercanvi d'informació. La planta quedarà aturada.

Per el control del sistema anti-abocament es proposa els equips de Renesys, PRISMA 310A. El Prisma 310A és un controlador dinàmic de potència que permet regular el nivell de generació dels inversors en funció del consum instantània, també incorpora un comptador incorporat que elimina la necessitat d'altres components externs. En resum l'equip permet:

- Gestió de múltiples models d'inversors de diferents fabricants, inclòs SMA proposats en el present Projecte.
- Comunicació TCP (Sunspec/Modbus), RS485 RTU (requereix passarel·la RENTTL-485)
- Ajustat a la legislació vigent
- Aplicable en monofàsiques i trifàsiques
- Proporciona servidor Modbus/TCP per monitoratge
- Dades instantànies amb pantalla i senyalització lluminosa i acústica.
- Evita la injecció a la xarxa (doble control físic i lògic)
- Compliment de la Normativa RD244/2019 i la norma UNE 217001-IN
- Gestió de fins a 6 instal·lacions trifàsiques
- Integra control de grup electrogen (doble control de no injecció i protecció de grup integrada)
- Control independent per cada fase

L'esquema de connexió del PRISMA310A és el següent:



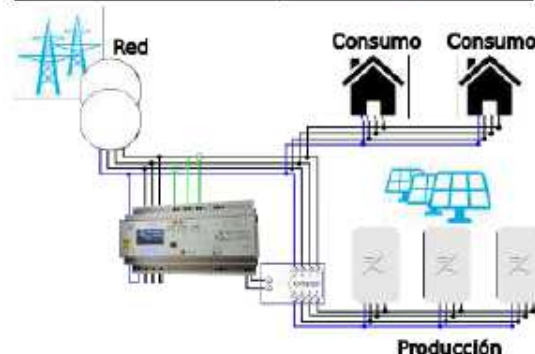
Imatge 92.

Esquema de connexió del PRISMA 310A

Les principals característiques del equip són les següents:

Características físicas

Declaración de conformidad	CE
Alimentación	90-265 VAC, 50-60Hz
Condiciones de trabajo	-20...+70°C // 5-95% HR sin condensación
Dimensiones	90x158x58
Peso	400gr.
Grado de protección	IP20
Material caja	Plástico PC/ABS autoextinguible UL94-V0
Montaje	Sobre Carril DIN EN 60715
Fabricado en	España. Union Europea
Conexiones de Voltaje Primario	3x (85-265VAC) (50/60Hz)
Clase térmica	Ta70C/B
Denominación de la electrónica	E310A
Denominación del firmware	PRISMA 310A
Relé de desconexión/contactador	Contacto seco (sin tensión) Tipo AC1. Máximo 16A / 250VAC. Tipo AC15. Máximo 1,5A / 240V



Comunicaciones

Comunicación inversores	RS-485 Ethernet
Protocolos	ComLynx Modbus TCP Modbus RTU (Configurable, incluye Sunspec)
Contaje directo	Transformador XXX/5A
Comunicación Contadores externos	Ethernet
Comunicación externa	Servidor Modbus TCP
Denominación del firmware	PRISMA 310A

Otras funciones:

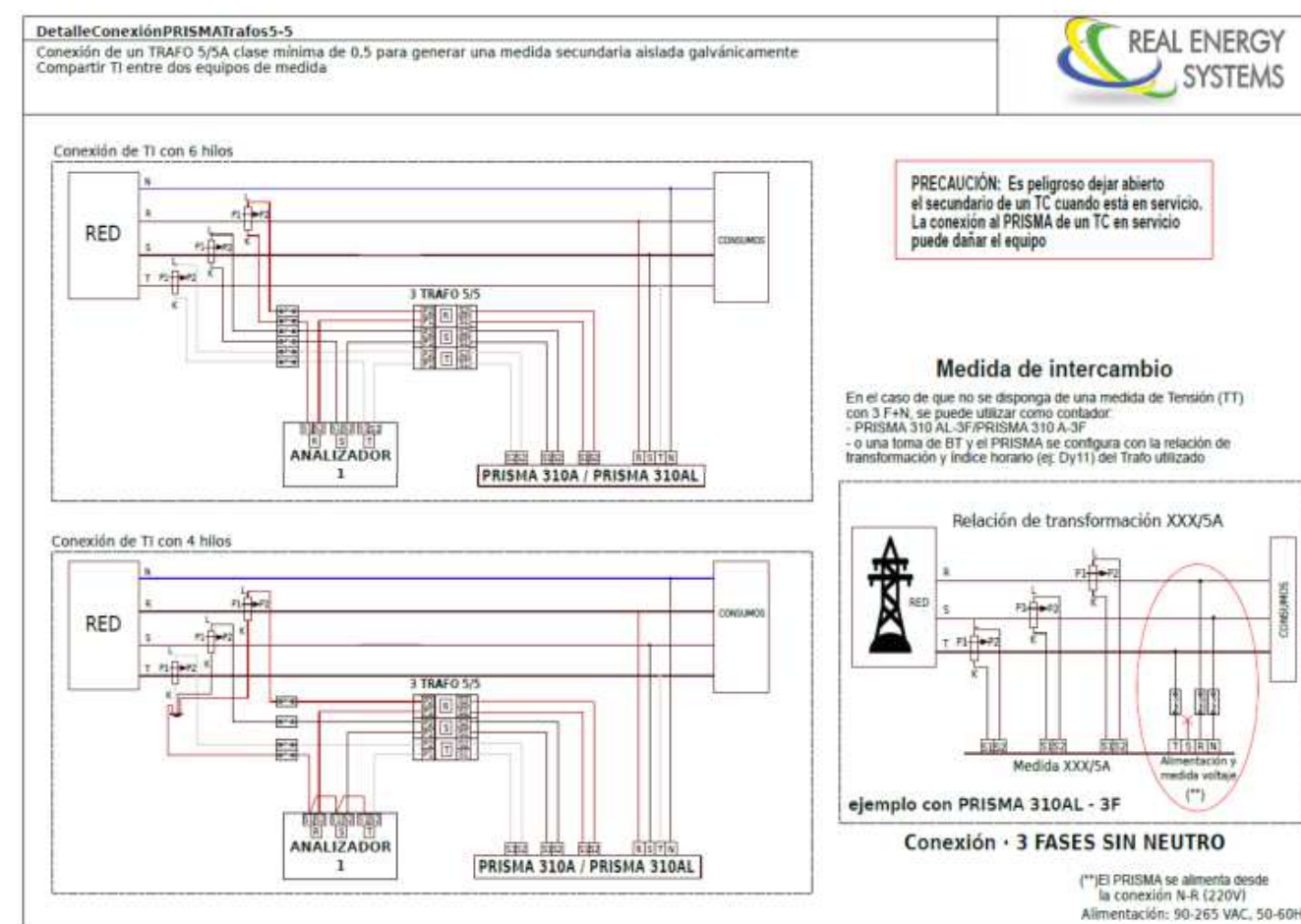
- Pantalla integrada OLED 1.3" con pulsador.
- Ethernet RJ45
- 3 lecturas de voltaje + 3 lecturas de intensidad (5A)
- Salida digital (relé).
 - Tipo AC1. Máximo 16A / 250VAC.
 - Tipo AC15. Máximo 1,5A / 240V
- Fuente de alimentación continua integrada (se alimenta externamente con 220V)
- Entrada digital (Señalización de encendido de grupo).
- Bus de comunicaciones TTL (5V). Permite comunicación con equipos 485 (accesorio REN TTL-485) u ordenador USB (Cable REN TTL/USB).
- Leds de señalización (2 verdes/2 naranja/2 rojos)
- Buzzer interno para notificación sonora.
- Relé interno interacción (+Pila)
- rack-DIN

Figura 2 Esquema unifilar

Imatge 93. Principals característiques del PRISMA310A

En aquest cas la connexió de la FV es realitza en els Quadres Generals de dos edificis un a la ET1 i un altre part del camp a la ET2, la ET3 només servirà per la lectura dels consums.

La mesura d'intercanvi d'energia es mesurarà en els quadres de Baixa Tensió de les 3 ET's. Un total de 8 on es col·locarà un equip PRISMA 310 amb els seus corresponents transformadors d'intensitat classe 0,5 de nucli obert /5A en el secundari a cada quadre de baixa tensió a ser mesurat, si la col·locació dels mesuradors es molt complicada, es podrà fer la lectura a través d'un analitzador de xarxa existent, sempre amb la conformitat de la propietat, per fer aquesta connexió sempre s'utilitzaran tres transformador 5/5 per aïllar galvanicament al mesurador i no afectar a les lectures:



Imatge 94. Connexió a través d'analitzadors existents

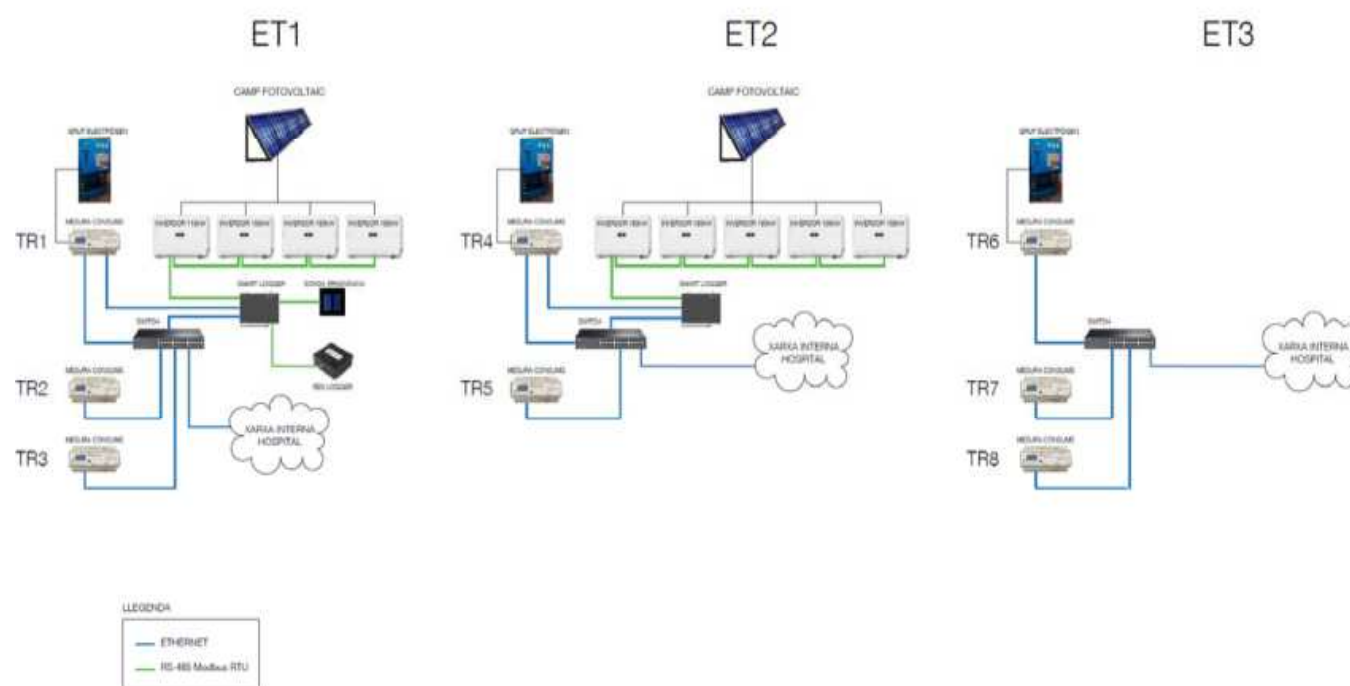
Com s'ha explicat sempre el sumatori de tots els consums sempre estarà per sobre de la generació de la Planta solar, per tal de garantir que no existeixi exportació.

Des del Prisma es llegiran les dades de potència d'intercanvi d'energia en el cas que tingui que actuar per control de la No evacuació, primer controlarà i modularà la potència dels inversors de potència de la planta que estaran connectats amb el gestor mitjançant els seus ports de comunicació d'Ethernet amb protocol Modbus TCP i com a mesura de seguretat addicional, si el sistema no reaccionés en el temps delimitat de 2 segons, o es tingués una fallida de comunicació, el gestor activaria les funcions per aturar les plantes.

A la ET1 per garantir el sumatori de tota la Generació i de tot el consum es col·locarà un datalogger del sistema anti-abocament denominat Renlogger. Aquest dispositiu també enviarà les dades a un SCADA extern de l'Hospital en cas que sigui necessari.

Caldrà informar al Hospital les rosetes d'accés a internet necessàries en cada ET i es comunicarà amb el departament d'informàtica per habilitar la xarxa interna de comunicacions. En Pressupost s'ha inclòs la infraestructura de xarxa de fibra òptica per tal de unir el equips en cas que no sigui possible a través de la xarxa interna del Hospital.

A continuació s'explicarà en detall tots els equips que formaran part del sistema de monitoratge i gestió d'energia.



Imatge 95. Esquema de comunicació

A més del sistema de monitoratge d'infraestructures.cat, el sistema de monitoratge dels diferents components de la instal·lació es visualitzarà en la plataforma dels inversors de potència i s'enviaren les dades a la plataforma que indiqui la propietat.

Cal destacar que quan es creï la plataforma de l'inversor, l'instal·lador la tindrà que crear amb les contrasenyes indicades per el promotor, i així serà l'administrador de totes les plantes i sortiran totes les plantes vinculades a l'Energètica.

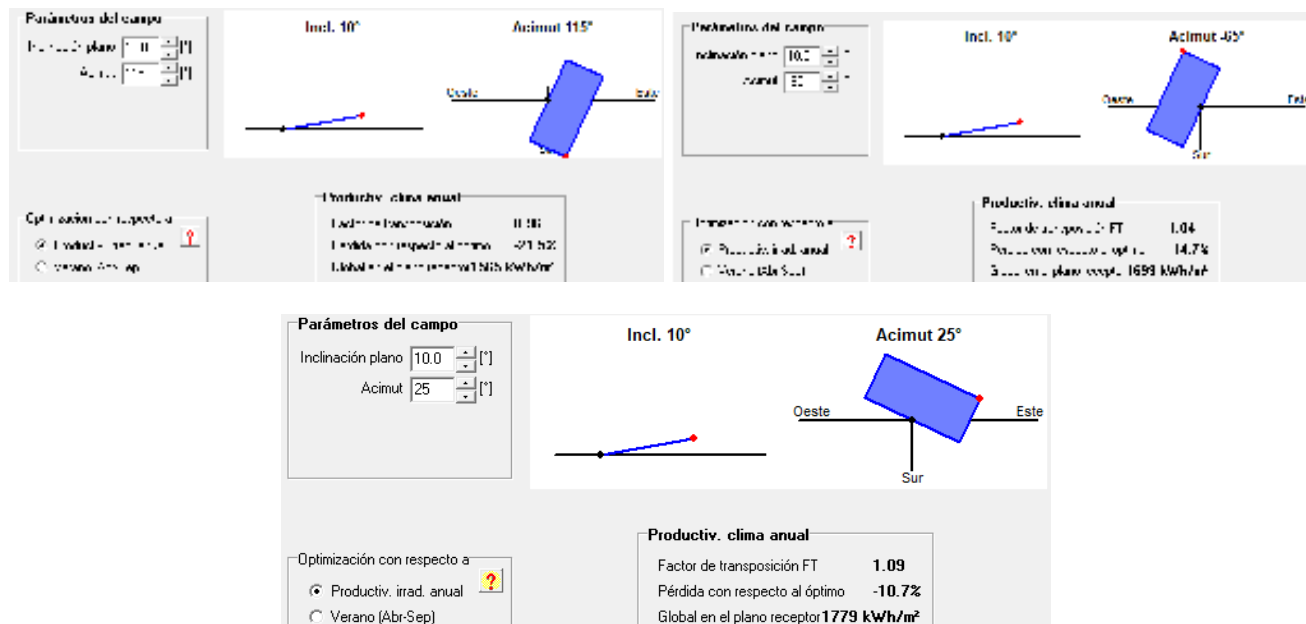
Els equips que formaran per del sistema de monitoratge seran els següents:

- Cèl·lula de mesura de radiació, temperatura de cèl·lula i temperatura ambient.** Aquesta cèl·lula es fixa a l'estructura, es comunica mitjançant protocol de comunicació RS485, serà necessari la instal·lació d'un convertidor per convertir la senyal de Rs-485 a Ethernet. S'instal·larà una amb la planta d'una sola orientació i es connectarà al datalogger de l'inversor.
- Inversor de Potència.** Cada grup d'inversors ubicats a la ET1 i ET2 es connectaran a mitjançant RS485 al datalogger de la marca dels inversors.
- Datalogger Inversor.** Necessitarà alimentació i estarà unit al Switch i als inversors.
- Router 4G amb targeta SIM incorporada.** Producte homologat per el gestor de la plataforma de comunicacions. Opcional en cas que no s'utilitzi la xarxa interna de l'edifici.
- Es preveurà un armari per comunicacions metàl·lic precablejat i preparat per la connexió i ubicació dels equips abans indicats amb protecció elèctrica magnetotèrmica de 16A i dos endolls. Hi haurà un armari en cada ET, es a dir tres armaris.
- Switch de comunicacions per la connexió de tots els equips d'alta velocitat. Hi haurà 3 un a cada ET.
- El cablejat de la xarxa serà amb cable FTP apantallat cat 6 per garantir que no existeixin interferències les distàncies i per les línies de potència. Dintre de l'armari de comunicació anirà sota tub independent apantallat per evitar interferències.
- Línia de fibra òptica. Es farà una línia de fibra òptica per unir tots els equips en el cas que no s'utilitzi la xarxa interna de l'edifici.

En el pressupost està inclòs tots el treballs d'instal·lació, connexió i programació de tota la part de comunicacions i es tindrà una Memòria As-built del sistema. L'adjudicatari serà l'encarregat de garantir el funcionament de tota la nova xarxa amb l'assistència tècnica dels proveïdors dels equips instal·lats.

7. ESTUDI ENERGÈTIC I DE RENDIMENTS

Les pèrdues del sistema per orientació i inclinació són les següents:



Imatge 96. Pèrdues degut a desorientació (Font: Programa PVSYST)

L'estimació anual de producció d'energia s'ha realitzat amb el programa PVSYST V8.0.11, desenvolupat per la Universitat de Genèva (Suïssa), el més utilitzat i estès en el sector del dimensionat de plantes fotovoltaïques.

Per a dur a terme l'estimació de l'energia que produirà anualment la instal·lació, s'han utilitzat les dades meteorològiques facilitades per Meteonorm, que consta d'una base de dades de més de 8.000 estacions meteorològiques, cinc satèl·lits geostacionaris i una climatologia d'aerosols calibrada globalment, a més de 30 anys d'experiència amb sofisticats models d'interpolació per proporcionar resultats d'alta precisió a tot el món.



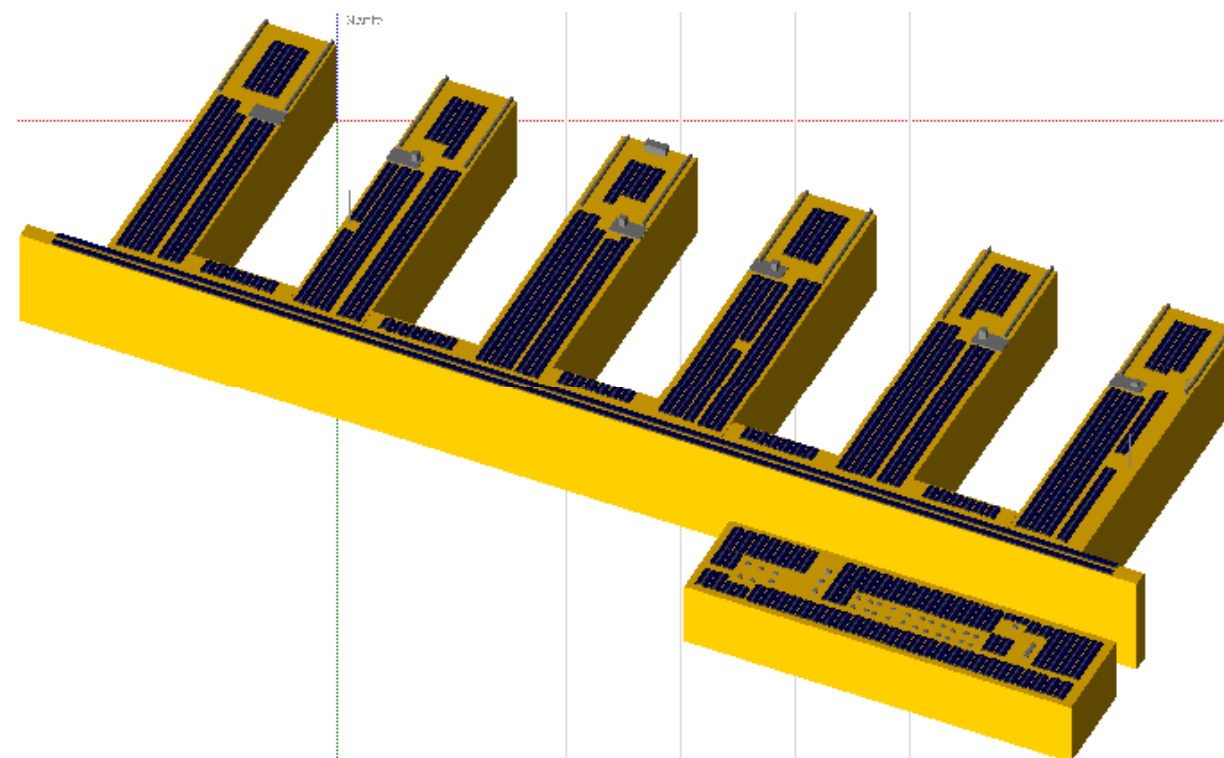
Imatge 97. Exemple de mapa generat amb dades de Meteonorm

S'ha fet la corresponent renderització de la instal·lació fotovoltaïca utilitzant el programa PVSYST per veure l'afectació de l'ombregat sobre el camp fotovoltaïc, per permetre esbrinar quines són les causes

MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaïca de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

del rendiment assolit i ajudar a anticipar una problemàtica futura de vida útil dels equips al llarg del temps per la presència d'ombres persistents sobre els mateixos.



Imatge 98. Simulació dels obstacles que donen ombra a la instal·lació

Tot seguit es presenten els resultats de la simulació de l'estimació diària per a cada mes i per unitat de potència instal·lada (kWh/kWp) i l'estimació de la producció mensual i anual realitzat amb el programa PVSYST V7.4.4:

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	proporcion
Enero	63,9	25,44	9,27	64,9	55,8	71,5	70,2	0,790
Febrero	82,7	33,35	10,05	83,8	74,8	95,6	94,0	0,820
Marzo	136,2	50,37	12,88	137,0	125,6	158,4	155,6	0,830
Abril	163,2	64,94	15,04	163,0	151,5	188,5	185,2	0,831
Mayo	203,2	77,56	18,77	202,7	189,1	232,5	228,4	0,824
Junio	218,1	75,17	22,91	217,0	203,1	246,7	241,8	0,815
Julio	223,9	76,18	25,86	223,1	208,7	250,9	246,5	0,808
Agosto	191,9	76,19	25,93	191,9	178,8	216,1	212,4	0,809
Septiembre	140,9	49,28	22,31	141,2	130,3	159,3	156,5	0,810
Octubre	104,1	44,90	18,63	105,1	95,0	118,5	116,5	0,811
Noviembre	66,2	30,03	12,93	67,3	58,4	74,2	72,9	0,792
Diciembre	55,1	25,46	9,74	56,1	47,1	60,2	59,2	0,771
Año	1649,3	618,89	17,07	1653,1	1518,4	1871,8	1839,3	0,813

Leyendas

GlobHor Irradiación horizontal global
DiffHor Irradiación difusa horizontal
T_Amb Temperatura ambiente
GlobInc Global incidente plano receptor
GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados

EArray Energía efectiva a la salida del conjunto
E_Grid Energía inyectada en la red
PR Proporción de rendimiento

Tal i com es pot observar dels resultats assolits, s'espera que la producció anual de la instal·lació fotovoltaica se situï en **1.839.300 kWh** (1.839 MWh)

8. ASPECTES AMBIENTALS

D'acord amb les normatives tècniques aplicables que determina la legislació ambiental, aquest Projecte no s'ha de sotmetre a una avaluació d'impacte ambiental.

8.1. CANVI CLIMÀTIC

L'activitat humana altera la composició de l'atmosfera, produint un escalfament global del planeta amb el nomenat efecte hivernacle.

La utilització del petroli, gas natural i carbó per la generació d'energia, són uns dels principals causants de les emissions de CO₂ a l'atmosfera, causant directe de l'efecte hivernacle. Com principals efectes podem nombrar:

- Augment de la temperatura.
- Fusió dels casquets polars.
- Augment del nivell del mar.
- Pèrdua de la biodiversitat (espècies animals i vegetals)
- Condicions meteorològiques extremes (sequera – inundacions)
- Descens de les precipitacions.
- Fam als països més pobres.

8.2. BALANÇ ENERGÈTIC

L'energia fotovoltaica ajuda a disminuir les emissions de contaminants al medi ambient dels principals gasos d'efecte hivernacle, com són, el CO₂, SO₂ i NO_x.

D'acord a la *Guia pràctica per al càlcul d'emissions de gasos amb efecte hivernacle (GEH) 2020* de l'Oficina Catalana del Canvi Climàtic, la producció d'un kWh implica l'emissió de 0,241 kg de diòxid de carboni (tenint en compte el mix de producció peninsular).

D'acord a la simulació de la producció duta a terme, la producció anual de la instal·lació serà de **1.839.300 kWh**. Tenint en compte el rati anteriorment esmentat (0,241 kg CO₂/kWh), l'energia elèctrica

MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

produïda per la instal·lació suposarà un estalvi de **443.000 kg** de diòxid de carboni anual respecte a les emissions que s'haurien produït generant-la a partir d'altres fonts (d'acord al mix peninsular del 2020).

9. MESURES A TENIR EN COMPTE PER LA INSTAL·LACIÓ I EL MANTENIMENT FUTUR

En aquest punt s'analitzen les mesures de seguretat a tenir en compte alhora d'executar els treballs d'instal·lació i futur manteniment de la planta fotovoltaica. Caldrà emplaçar diverses línies de vida en diferents llocs de les cobertes, en tots els casos les línies de vida tindran necessàriament que ser baixetes, i en cap cas es permetrà que facin ombra sobre les camp fotovoltaic, i de ser així caldrà modificar-les o substituir-les. Tot seguit es mostra el dibuix de les línies de vida sobre un plànol d'implantació on també es pot observar la implantació dels mòduls fotovoltaics a les diferents cobertes. I per tant en les zones de caiguda tot el personal implicat en l'obra i el manteniment tindrà que dur arnés amb fixació de tela per tal de no malmetre els vidres dels mòduls fotovoltaics.



Imatge 99. Emplaçament línies de vida a coberta

9.1. Edifici Principal Espines:

En aquesta zona caldrà emplaçar 6 línies de vida que recorreran els primers 50 metres de cadascuna de les 6 espines de l'edifici principal, de la A a la F, com es pot comprovar en el plànol la zona més al nord de cada espina ja no cal que estigui protegida amb línia de vida ja que la mateixa disposa d'un mur perimetral de més de 1 metre d'alçada. També caldrà emplaçar 5 bocins de línia de vida en la zona entre espines on es col·locaran dues fileres de mòduls est-oest, al sud dels mateixos.



Imatge 100. Emplaçament orientatiu línia de vida espina



Imatge 101. Emplaçament orientatiu línia de vida zona entre espines



Imatge 102. Zona lliure de línia de vida per mur perimetral

9.2. Zona extensió de Façana:

L'acabament de façana és pla i s'hi emplaçaran dues fileres de mòduls orientades a sud, just darrera la primera filera (entre fileres) s'emplaçarà la línia de vida. I també es preveu la instal·lació d'una escala per poder pujar amb seguretat a la coberta que ara mateix no hi ha.



Imatge 103. Emplaçament línia de vida zona coberta continuació de façana

9.3. Edifici Gerència

Aquest edifici no disposa de cap mesura de seguretat col·lectiva, i per tant s'ha previst una línia de vida que recorre tot l'edifici de Est a Oest, la mateixa es localitza al costat de la trapa de sortida a coberta, per tant un cop els treballadors hagin desembarcat a la coberta es podran fixar a la línia de vida abans d'accedir a qualsevol de les zones perimetrals de l'edifici. Com a la resta d'emplaçaments es podran fer servir retràctils de tela que permeten un bon grau de mobilitat i no malmetre els vidres dels mòduls fotovoltaics.

MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus



Imatge 104. Traçat orientatiu línia de vida i en verd trapa d'accés a coberta

10. PLANIFICACIÓ, PRESSUPOST I PCA

10.1. Planificació

Aquesta instal·lació serà licitat amb procés de licitació Pública i es preveu la seva execució durant l'any 2026 i una duració completa de 22 setmanes

11. POSSADA EN MARXA I RECEPCIÓ DEL SUBMINISTRAMENT

11.1. PROVES DE LA INSTAL·LACIÓ

Una vegada realitzat tot el connexionat i realitzada la corresponent configuració definida pels fabricants dels equips, l'adjudicatari sota la supervisió de la direcció tècnica, omplirà els formats requerits amb les mesures de dades de la planta subministrat per la Direcció tècnica.

11.2. POSADA EN MARXA

Una vegada fet les proves de la instal·lació per part de l'adjudicatari i rebut els documents de pressa de mesures i paràmetres de la instal·lació. La instal·lació quedarà parada fins la seva legalització final.

11.3. RECEPCIÓ DEL SUBMINISTRAMENT

Per la recepció del subministrament es necessari que l'adjudicatari prepari un dossier amb recopilació de documents del subministrament, s'adjunta una guia del document en Annexes. En resum es tindran que incloure els següents documents:

DOCUMENT 1

1. Memòria i annexos.

1.1. Memòria.

1.1.1. Objecte i abast del subministrament.

1.1.2. Antecedents i dades generals del subministrament. Taula Resum principals dades característiques de la instal·lació (instal·lació d'autogeneració, potència pic camp fotovoltaic, potència nominal etc.)

1.1.3. Documents que integren el document tècnic final.(ha d'incloure tota la documentació del document tècnic pe subministrament inicial)

Nota: documentació amb signatura digital.

Nota 2: El document tècnic final cal que compleixi els preceptes de la Direcció General d'Energia, Mines i Seguretat Industrial (DGEMSI).

1.1.4. Actes de replanteig i recepció.

1.1.5. Llistat de persones de contacte de l'equipament (telèfon i email)

1.2. Annexos a la Memòria.

Desenvolupen la informació continguda als diferents apartats de la memòria i inclouen de manera no limitant els següents:

1.2.1. Document tècnic final monitoratge plataforma Monitoratge

1.2.2. Document tècnic final equips de mesura

1.2.3. Documentació administrativa

1.2.3.1. Certificat d'Instal·lació Elèctrica de Baixa Tensió - CIEBT signat digital (Format oficial DGEMSI) Incloure la inspecció prèvia per entitat de control.

1.2.3.2. Certificat finalització dels treballs

1.2.3.3. Formularis oficials de legalització (Formats oficials DGEMSI)

1.2.3.4. Documentació corresponent a les trameses varies durant el procés de construcció davant Endesa Distribució Elèctrica, Direcció General d'Energia i Mines i Seguretat Industrial i aquella documentació legal relativa a la tramesa corresponent per la legalització de la IESFV davant l'Oficina de Gestió Empresarial o l'Organisme de Control Autoritzat.

1.2.3.5. Certificat de la instal·lació dels sistemes de Seguretat i Salut

MEMÒRIA

Projecte Executiu d'una planta fotovoltaica de 1.239 kW sobre diferents cobertes de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus

1.2.3.6. Certificat per titulat competent d'estabilitat del camp fotovoltaic sobre estructura auxiliar Signat digitalment per tècnic competent

1.2.3.7. Document de cessió de garantia a L'Energètica dels principals elements instal·lats

1.2.3.8. Garantia del Subministrament: Especificar durada de la garantia que entrarà en vigor des de la posada en marxa de la IESFV i procediment per exercir la garantia.

1.2.3.9. Garantia dels principals equips: Especificar per cada equip (mòduls fotovoltaics, inversors de potencia, estructures, equips de monitoratge, equips de mesura homologats, mòdems de telemesura,...) data de factura, número de factura, proveïdor i procediment per exercir la garantia.

1.2.4. Documentació tècnica. Certificats emesos pels fabricants dels següents equips:

1.2.4.1. Mòduls fotovoltaics.

1.2.4.2. Inversors de potencia: Certificats compatibilitat electromagnètica, aïllament galvànic, proteccions i altres.

1.2.4.3. Estructura component del camp fotovoltaic.

1.2.4.4. Equips de monitoratge.

1.2.4.5. Instal·lació elèctrica (elements de protecció, cablejat,...).

1.2.4.6. Equips de mesura homologats: Documents de parametrització (Incloure mòdem de telemesura si escau)

1.2.4.7. Altres: Displays, analitzadors de xarxa

1.2.5. Documentació de posta en marxa:

1.2.5.1. Certificat de comprovació i posta en marxa copia en fp - Format TERSA)

1.2.5.2. Altres.

1.2.6. Documentació equips i IESFV

1.2.6.1. Fitxes tècniques i manuals d'ús i manteniment dels equips especificats en l'apartat

1.2.6.2. Documentació tècnica

1.2.6.3. Descripció instal·lació

1.2.6.4. Funcionament instal·lació: Configuració de disseny, carregues d'igualació, modificació de paràmetres,...

1.2.6.5. Possibles incidències i actuacions

1.2.7. Reportatge Fotogràfic.

DOCUMENT 2

2. Plànols.

En general i com a norma, es presentaran indexats els mateixos plànols inclosos al document tècnic inicial, tal i com s'han subministrat a la realitat tot indicant a la nomenclatura que es tracten de plànols d'entrega del subministrament.

També haurà d'incloure tots aquells plànols que tot i no estar inclosos al document tècnic inicial, han esdevingut necessaris per el subministrament i validats per la direcció tècnica.

Nota: Documentació signatura digital.

Nota 2: El document tècnic final ha de complir els preceptes de la Direcció General d'Energia, Mines i Seguretat Industrial (DGEMSI).

DOCUMENT 3

3. Manual d'ús i manteniment.

En aquest document s'ha de fer constar els elements de la instal·lació i les interaccions. S'espera d'aquest document que una persona de manteniment que no conegui la instal·lació la pugui desconectar i reiniciar-la davant alguna eventualitat.

Els següents documents es requereixen una còpia a l'emplaçament del subministrament:

- a. Esquema unifilar plastificat
- b. Esquema de posició de llast
- c. Esquema de distribució dels strings
- d. Llistat de persones responsables amb telèfon (plastificat)

Nota General: L'aparició de qualsevol referència a marques comercials en el contingut del present document tècnic pel subministrament, es fa únicament a títol informatiu.

12. EQUIP REDACTOR PROJECTE EXECUTIU

Aquest Projecte Executiu ha estat redactat per l'equip multidisciplinar de **Sulmag40, SL**.

Barcelona, Juliol de 2025
Rosa López García
Enginyera Tècnica Industrial
Col·legiada 19800

PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

Proyecto: L'ENERGÈTICA - HOSPITAL UNIVERSITARI SANT JOAN DE REUS

Variante: Nueva variante de simulación

Sistema amb orientació Est-Oest autoportant i orientació Sud

Potencia del sistema: 1340,64 kWp

Reus - España

Author
SULMAG 40 S.L. (Spain)



Proyecto: L'ENERGÈTICA - HOSPITAL UNIVERSITARI SANT JOAN DE REUS



Variante: Nueva variante de simulación

SULMAG 40 S.L. (Spain)

PVsyst V8.0.11

VC0, Fecha de simulación:
05/05/25 19:34
con V8.0.11

Resumen del proyecto

Sitio geográfico Reus España	Situación		Configuración del proyecto	
	Latitud	41.14 °(N)	Albedo	0.20
	Longitud	1.12 °(E)		
	Altitud	84 m		
Datos meteo Reus Meteonorm 8,2 (2001-2020), Sat=100% - Sintético		Zona horaria	UTC+1	

Resumen del sistema

Sistema conectado a la red		Sistema amb orientació Est-Oest autoportant i orientació Sud			
Orientación #1		Orientación #2		Orientación #3	
Plano fijo		Plano fijo		Plano fijo	
Inclinación/Azimut	10 / 115 °	Inclinación/Azimut	10 / -65 °	Inclinación/Azimut	10 / 25 °
Sombreados cercanos		Necesidades del usuario			
Sombreados lineales : Rápido (tabla)		Carga ilimitada (red)			
Información del sistema					
Generador FV			Inversores		
Núm. de módulos	2736 unidades		Núm. de unidades	9 unidades	
Pnom total	1340,64 kWp		Potencia total	1215 kWca	
			Proporción Pnom	1.13	

Resumen de resultados

Energía producida	1839.3 MWh/año	Producción específica	1345 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	81.33 %
-------------------	----------------	-----------------------	------------------	---------------------	---------

Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema	3
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	6
Resultados principales	9
Diagrama de pérdida	10



Variante: Nueva variante de simulación

PVsyst V8.0.11

VC0, Fecha de simulación:
05/05/25 19:34
con V8.0.11

SULMAG 40 S.L. (Spain)

Parámetros generales

Sistema conectado a la red		Sistema amb orientació Est-Oest autoportant i orientació Sud			
Orientación #1		Configuración de cobertizos		Tamaños	
Plano fijo					
Inclinación/Azmut	10 / 115 °	Núm. de cobertizos	154 unidades	Espaciado entre cobertizos	3.11m
		Promedio de diferentes conjuntos		Ancho de colector	1.13m
		Ángulo límite de sombreado		GCR medio	36.5%
		Ángulo límite de perfil	5.8 °	Banda inactiva superior	0.02m
				Banda inactiva inferior	0.02m
Orientación #2		Configuración de cobertizos		Tamaños	
Plano fijo					
Inclinación/Azmut	10 / -65 °	Núm. de cobertizos	154 unidades	Espaciado entre cobertizos	3.10m
		Promedio de diferentes conjuntos		Ancho de colector	1.13m
		Ángulo límite de sombreado		GCR medio	36.5%
		Ángulo límite de perfil	5.8 °	Banda inactiva superior	0.02m
				Banda inactiva inferior	0.02m
Orientación #3		Configuración de cobertizos		Tamaños	
Plano fijo					
Inclinación/Azmut	10 / 25 °	Núm. de cobertizos	2 unidades	Espaciado entre cobertizos	2.35m
		Conjunto único		Ancho de colector	1.13m
		Ángulo límite de sombreado		GCR medio	48.2%
		Ángulo límite de perfil	9.4 °	Banda inactiva superior	0.02m
				Banda inactiva inferior	0.02m
Modelos usados		Horizonte		Sombreados cercanos	
Transposición	Perez	Horizonte libre		Sombreados lineales : Rápido (tabla)	
Difuso	Perez, Meteonorm				
Circunsolar	separado				
Necesidades del usuario					
Carga ilimitada (red)					

Características del generador FV

Módulo PV		Inversor	
Fabricante	Longi Solar	Fabricante	Huawei Technologies
Modelo	LR7-54HVV-490M	Modelo	SUN2000-150K-MG0-400V
(Definición de parámetros personalizados)		(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	490 Wp	Unidad Nom. Potencia	150 kWca
Número de módulos FV	2016 unidades	Número de inversores	6 unidades
Nominal (STC)	987,84kWp	Potencia total	900 kWca
Conjunto #1 - Generador FV			
Orientación	#1		
Inclinación/Azmut	10/115 °		
Número de módulos FV	1008 unidades	Número de inversores	42 * MPPT 7% 3 unidades
Nominal (STC)	504 kWp	Potencia total	450 kWca
Módulos	42 cadena x 24 En serie		
En cond. de funcionam. (50°C)		Voltaje de funcionamiento	
Pmpp	472 kWp	200-1000 V	
U mpp	756 V	Potencia máx. (=>30°C)	
I mpp	624 A	165 kWca	
		Proporción Pnom (CC:CA)	
		1.12	
		No hay reparto de potencia entre MPPTs	



Variante: Nueva variante de simulación

PVsyst V8.0.11

VC0, Fecha de simulación:
05/05/25 19:34
con V8.0.11

SULMAG 40 S.L. (Spain)

Características del generador FV

Conjunto #2 - Subconjunto #2			
Orientación	#2		
Inclinación/Azmut	10/-65 °		
Número de módulos FV	1008 unidades	Número de inversores	42 * MPPT 7% 3 unidades
Nominal (STC)	493,92kWp	Potencia total	450 kWca
Módulos	42 cadena x 24 En serie		
En cond. de funcionam. (50°C)		Voltaje de funcionamiento	
Pmpp	472 kWp	200-1000 V	
U mpp	756 V	Potencia máx. (=>30°C)	
I mpp	624 A	165 kWca	
		Proporción Pnom (CC:CA)	
		1.12	
		No hay reparto de potencia entre MPPTs	
Módulo PV		Inversor	
Fabricante	Longi Solar	Fabricante	Huawei Technologies
Modelo	LR7-54HVV-490M	Modelo	SUN2000-115KTL-M2
(Definición de parámetros personalizados)		(Definición de parámetros personalizados)	
Unidad Nom. Potencia	490Wp	Unidad Nom. Potencia	115 kWca
Número de módulos FV	280 unidades	Número de inversores	1 unidad
Nominal (STC)	137,20kWp	Potencia total	115 kWca
Conjunto #3 - Subconjunto #3			
Orientación	#3		
Inclinación/Azmut	10/25 °		
Número de módulos FV	184 unidades	Número de inversores	8 * MPPT 8% 0.7 unidad
Nominal (STC)	90,16kWp	Potencia total	76.7 kWca
Módulos	8 cadena x 23 En serie		
En cond. de funcionam. (50°C)		Voltaje de funcionamiento	
Pmpp	86.1 kWp	200-1000 V	
U mpp	725 V	Proporción Pnom (CC:CA)	
I mpp	119 A	1.20	
		No hay reparto de potencia entre MPPTs	
Conjunto #4 - Subconjunto #4			
Orientación	#3		
Inclinación/Azmut	10/25 °		
Número de módulos FV	96 unidades	Número de inversores	4 * MPPT 8% 0.3 unidad
Nominal (STC)	47.04kWp	Potencia total	38.3 kWca
Módulos	4 cadena x 24 En serie		
En cond. de funcionam. (50°C)		Voltaje de funcionamiento	
Pmpp	44.9 kWp	200-1000 V	
U mpp	756 V	Proporción Pnom (CC:CA)	
I mpp	59 A	1.25	
Módulo PV		Inversor	
Fabricante	Longi Solar	Fabricante	Huawei Technologies
Modelo	LR7-54HVV-490M	Modelo	SUN2000-100KTL-M2-400Vac
(Definición de parámetros personalizados)		(Base de datos PVsyst original)	
Unidad Nom. Potencia	490Wp	Unidad Nom. Potencia	100 kWca
Número de módulos FV	440 unidades	Número de inversores	2 unidades
Nominal (STC)	215,60kWp	Potencia total	200 kWca
Conjunto #5 - Subconjunto #5			
Orientación	#1		
Inclinación/Azmut	10/115 °		
Número de módulos FV	220 unidades	Número de inversores	10 * MPPT 10% 1 unidad
Nominal (STC)	107,80kWp	Potencia total	100 kWca
Módulos	10 cadena x 22 En serie		



PVsyst V8.0.11

VC0, Fecha de simulación:
05/05/25 19:34
con V8.0.11

SULMAG 40 S.L. (Spain)

Características del generador FV

En cond. de funcionam. (50°C)		Voltaje de funcionamiento		200-1000 V
Pmpp	103 kWp	Potencia máx. (>=40°C)		110 kWca
U mpp	693 V	Proporción Pnom (CC:CA)		1.10
I mpp	148 A	No hay reparto de potencia entre MPPTs		
Conjunto #6 - Subconjunto #6				
Orientación	#2			
Inclinación/Azimut	10/-65 °			
Número de módulos FV	220 unidades	Número de inversores	10 * MPPT 10%	1 unidad
Nominal (STC)	107,80kWp	Potencia total		100 kWca
Módulos	10 cadena x 22 En serie			
En cond. de funcionam. (50°C)		Voltaje de funcionamiento		200-1000 V
Pmpp	103 kWp	Potencia máx. (>=40°C)		110 kWca
U mpp	693 V	Proporción Pnom (CC:CA)		1.10
I mpp	148 A	No hay reparto de potencia entre MPPTs		
Potencia FV total		Potencia total del inversor		
Nominal (STC)	1340,64kWp	Potencia total		1215 kWca
Total	2736 módulos	Número de inversores		9 unidades
Área del módulo	5580 m²	Proporción Pnom		1.13
		Sin reparto de potencia		

Pérdidas del conjunto

Pérdidas de suciedad del conjunto		Factor de pérdida térmica		LID - Degradación Inducida por Luz	
Frac. de pérdida	3,0 %	Temperatura módulo según irradiancia		Frac. de pérdida	2,0 %
		Uc (const)		20,0 W/m²K	
		Uv (viento)		0,0 W/m²K/m/s	
Pérdida de calidad módulo		Pérdidas de desajuste de módulo		Pérdidas de desajuste de cadenas	
Frac. de pérdida	-0,8 %	Frac. de pérdida	2,0 % en MPP	Frac. de pérdida	1,0 %

Factor de pérdida IAM

Efecto de incidencia (IAM): Vidrio liso Fresnel, n = 1,526

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.998	0.981	0.948	0.862	0.776	0.636	0.402	0.000

Pérdidas de cableado CC

Res. de cableado global	7.0 mΩ		
Frac. de pérdida	1.5 % en STC		
Conjunto #1 - Generador FV		Conjunto #2 - Subconjunto #2	
Res. conjunto global	20 mΩ	Res. conjunto global	20 mΩ
Frac. de pérdida	1.5 % en STC	Frac. de pérdida	1.5 % en STC
Conjunto #3 - Subconjunto #3		Conjunto #4 - Subconjunto #4	
Res. conjunto global	99 mΩ	Res. conjunto global	206 mΩ
Frac. de pérdida	1.5 % en STC	Frac. de pérdida	1.5 % en STC
Conjunto #5 - Subconjunto #5		Conjunto #6 - Subconjunto #6	
Res. conjunto global	76 mΩ	Res. conjunto global	76 mΩ
Frac. de pérdida	1.5 % en STC	Frac. de pérdida	1.5 % en STC



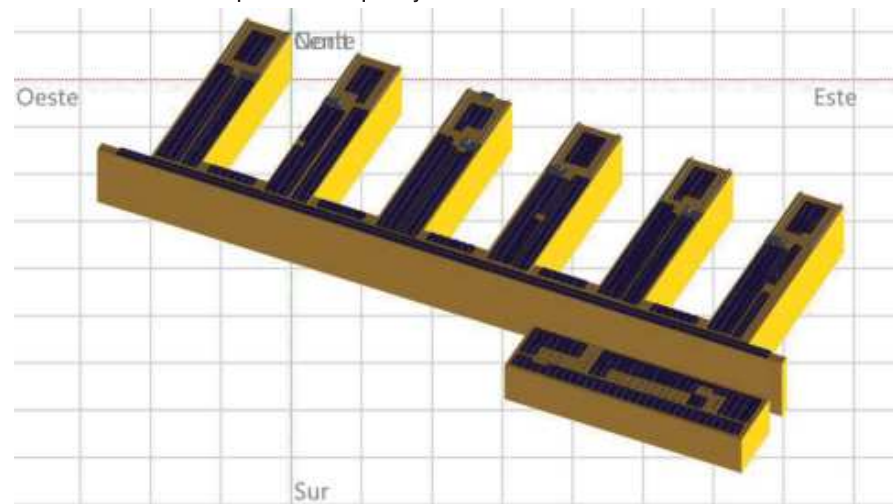
PVsyst V8.0.11

VC0, Fecha de simulación:
05/05/25 19:34
con V8.0.11

SULMAG 40 S.L. (Spain)

Parámetro de sombreados cercanos

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante





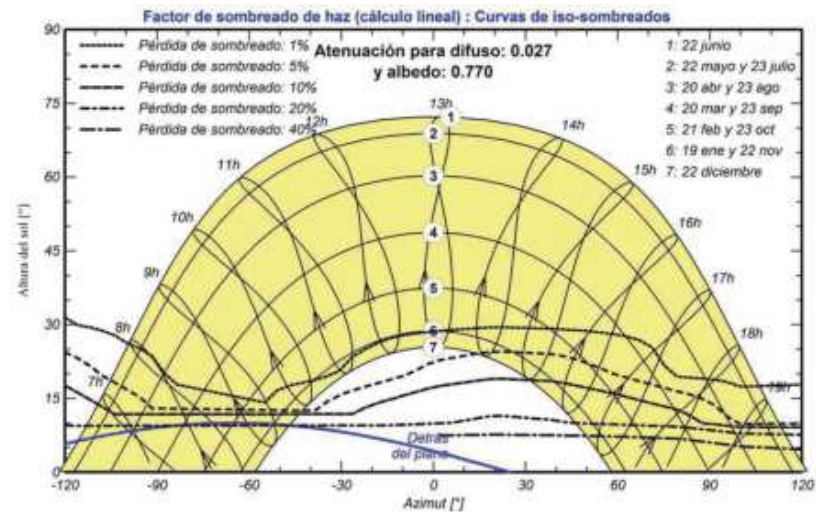
PVsyst V8.0.11

VC0, Fecha de simulación:
05/05/25 19:34
con V8.0.11

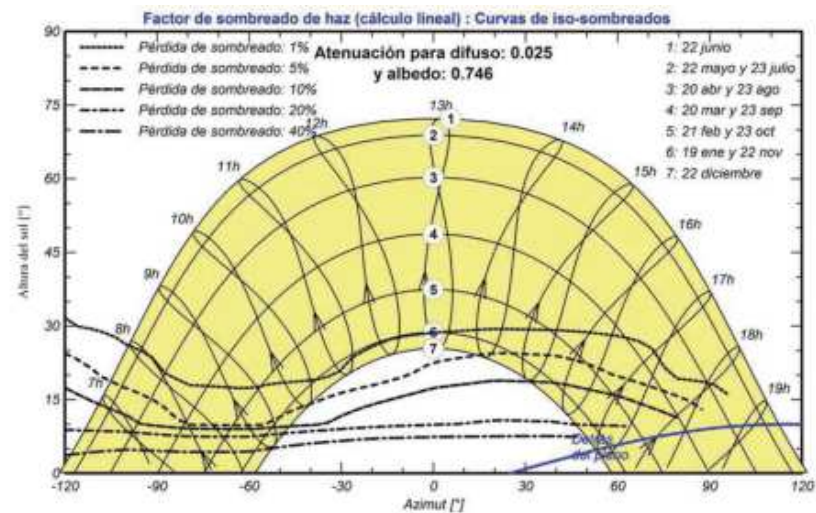
SULMAG 40 S.L. (Spain)

Diagrama de iso-sombreados

Orientación #1 - Plano fijo, Incl./azimuts : 10°/ 115°



Orientación #2 - Plano fijo, Incl./azimuts : 10°/ -65°



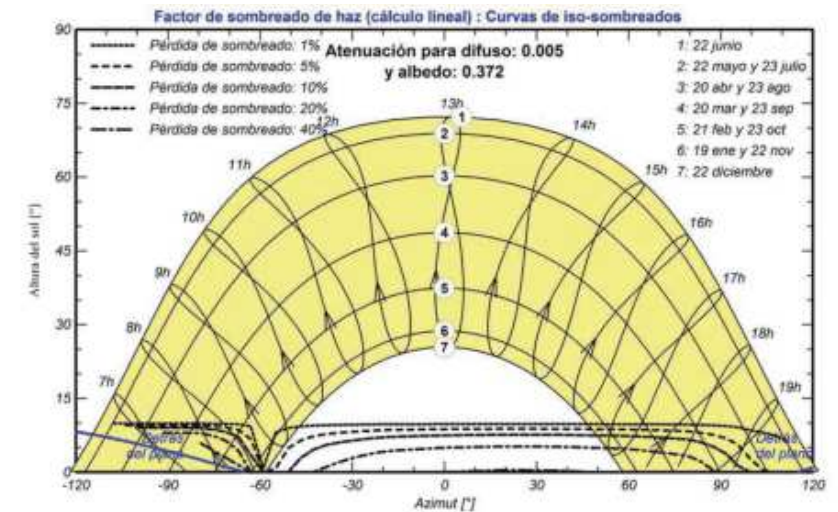
PVsyst V8.0.11

VC0, Fecha de simulación:
05/05/25 19:34
con V8.0.11

SULMAG 40 S.L. (Spain)

Diagrama de iso-sombreados

Orientación #3 - Plano fijo, Incl./azimuts : 10°/ 25°





PVsyst V8.0.11

VC0, Fecha de simulación:
05/05/25 19:34
con V8.0.11

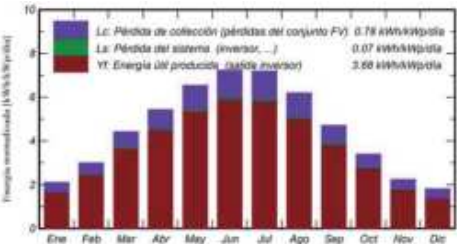
SULMAG 40 S.L. (Spain)

Resultados principales

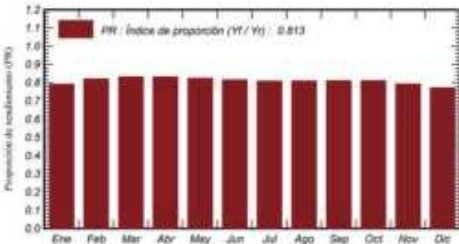
Producción del sistema

Energía producida 1839.3 MWh/año
Producción específica 1345 kWh/kWp/año
Proporción rend, PR 81.33 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR proporción
Enero	63.9	25.44	9.27	64.9	55.8	71.5	70.2	0.790
Febrero	82.7	33.35	10.05	83.8	74.8	95.6	94.0	0.820
Marzo	136.2	50.37	12.88	137.0	125.6	158.4	155.6	0.830
Abril	163.2	54.94	15.04	163.0	151.5	188.5	185.2	0.831
Mayo	203.2	77.56	18.77	202.7	189.1	232.5	228.4	0.824
Junio	218.1	75.17	22.91	217.0	203.1	246.1	241.8	0.815
Julio	223.9	76.18	25.86	223.1	208.7	250.9	246.5	0.808
Agosto	191.9	76.19	25.93	191.9	178.8	216.1	212.4	0.809
Septiembre	140.9	49.28	22.31	141.2	130.3	159.3	156.5	0.810
Octubre	104.1	44.90	18.63	105.1	95.0	118.5	116.5	0.811
Noviembre	66.2	30.03	12.93	67.3	58.4	74.2	72.9	0.792
Diciembre	55.1	25.46	9.74	56.1	47.1	60.2	59.2	0.771
Año	1649.3	618.89	17.07	1653.1	1518.4	1871.8	1839.3	0.813

Leyendas

GlobHor	Irradiación horizontal global	EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	E_Grid	Energía inyectada en la red
T_Amb	Temperatura ambiente	PR	Proporción de rendimiento
GlobInc	Global incidente plano receptor		
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados		

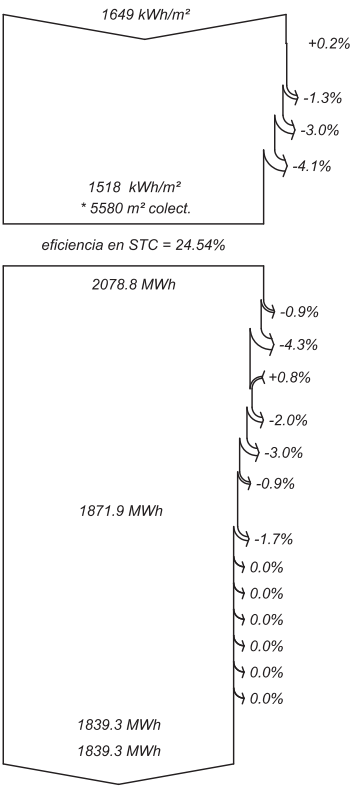


PVsyst V8.0.11

VC0, Fecha de simulación:
05/05/25 19:34
con V8.0.11

SULMAG 40 S.L. (Spain)

Diagrama de pérdida



Irradiación horizontal global

Global incidente plano receptor

Sombreados cercanos: pérdida de irradiancia

Factor de pérdida de suciedad

Factor IAM en global

Irradiancia efectiva en colectores

Conversión FV

Conjunto de energía nominal (con efic. STC)

Pérdida FV debido al nivel de irradiancia

Pérdida FV debido a la temperatura.

Pérdida calidad de módulo

LID - Degradación inducida por luz

Pérdidas de desajuste, módulos y cadenas

Pérdida óhmica del cableado

Energía virtual del conjunto en MPP

Pérdida del inversor durante la operación (eficiencia)

Pérdida del inversor sobre potencia inv. nominal

Pérdida del inversor debido a la corriente de entrada máxima

Pérdida de inversor sobre voltaje inv. nominal

Pérdida del inversor debido al umbral de potencia

Pérdida del inversor debido al umbral de voltaje

Consumo nocturno

Energía disponible en la salida del inversor

Energía inyectada en la red

ÍNDEX

1.

CÀLCUL DE LINEA DE DISTRIBUCIÓ

2

1.1

CÀLCUL DE SECCIONS.....

2

1.2

CÀLCUL D'ESTRUCTURA DE SUPORT. CàLCUL DE COMPLIMENT DEL CODI TÈCNIC

5

1. CÀLCUL DE LINEA DE DISTRIBUCIÓ

1.1 CÀLCUL DE SECCIONS

Pel càlcul dels conductors de potència, s'han seguit les següents directrius de disseny, segons defineix el R.E.B.T (Reglament Electrotècnic de Baix Tensió). Tot el cablejat complirà la normativa CPR (Construction Product Regulation)/EN 50575, reglament emès per la Unió Europea per garantir que tot el cablejat utilitzat en instal·lacions permanents de tota la Unió Europea siguin avaluats, classificats i aprovats sota un únic criteri. El fabricant adjuntarà la DoP (Declaració de prestacions) i el marcat CE.

Segons la ITC-BT 40 del REBT, el cablejat ha d'estar dimensionat per una intensitat no inferior al 125% de la màxima intensitat del generador i la caiguda de tensió entre el generador (considerat l'inversor de potència) i el punt de connexió o a la instal·lació interior, no serà superior al 1,5% per a la intensitat nominal. La premissa de càlcul serà que la caiguda de tensió serà menor de 1,5% a la sortida del inversor en la part de CA i del 1,5% a la part de CC per minimitzar la pèrdua d'energia.

- **Caiguda màxima de tensió admissible.** Es pren com a base que la caiguda de tensió en el costat de CC sigui inferior a 1,5%, en condicions estàndard (25°-1000W/m2)

- S'utilitza la següent fórmula per instal·lació monofàsica.

$$S = \frac{2LP}{CeU}$$

- S'utilitza la següent fórmula per instal·lació trifàsica.

$$S = \frac{LP}{CeU}$$

On,

S= Secció dels conductor, en mm²

L= Longitud de la línia, en metres

C= Conductivitat: 56 Cu

P= Potència que es transporta (W)

e= Caiguda de tensió (V)

U= Tensió (V)

Aquest conductors estan a la intempèrie i sotmesos als raigs solars. Per això s'ha calculat la resistivitat del conductor a 80° de temperatura.

- **Intensitat màxima admissible pel cable en servei permanent:** Segons les indicacions del REBT per cada tipus de conductor i tipus de canalització. (ITC-BT-07, ITC-BT-19 i ITC-BT-40).

Segons la ITC-BT-40, el cablejat deuen ésser dimensionats per una intensitat no inferior a 125% de la màxima intensitat generada pel generador. La intensitat màxima admissible pel cable durant un temps determinat: la corba de fusió del conductor ha de ser més alta que la de les proteccions tèrmiques.

El càlcul del cablejat s'ha realitzat segons defineix el REBT (Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió) a "Instruccions Tècniques Complementàries per a Baixa Tensió" ITC-BT-07.

Tots els conductors són de coure i per a ús en intempèrie, resistents als raigs ultraviolats i lliures d'halògens. Els cables s'instal·laran en safates metàl·liques de reixa o perforades amb tapa i quedarà definit en el càlcul de cada tram.

Els criteris utilitzats han estat:

- Caiguda màxima de tensió admissible: Caiguda de tensió CC i CA menor a 1'5% a cada atrams en condicions estàndards (25°C-1000 W/m²).
- Intensitat màxima admissible pel cable en servei permanent segons defineix el REBT per cada tipus de conductor i de canalització. Segons la ITC-BT-40, el cables han estat dimensionats per una intensitat no inferior a 125% de la màxima intensitat generada pel generador.
- El recorregut s'ha projectat de forma que minimitzi les distàncies per evitar pèrdues per caigudes de tensió. El cable de corrent continu de les sèries de les plaques és tipus H1Z2Z2-K 1,5/1,5 kV (tensió màxima 1,8 kV) flexible designació UNE21123. Cada línia portarà molt bé identificat la sèrie i la polaritat del cable.
- La resta de conductors són del tipus de coure no propagador de flama i lliure d'halògens. Aïllament XLP i tensió de servei 0,6/1 kV, denominació RZ1-K(AS) 0,6/1KV Cu, menys en el tram de Gerència que serà designació RH RZ1-K(AS+) 0,6/1KV Cu demanat per l'Hospital.
- Els colors seran els següents:
 - Conductors actius de potència en corrent altern s'utilitzaran per fases els colors marró, negre i gris.
 - Conductor de protecció bicolor groc i verd
 - Conductor del neutre color blau
 - Color negre pel negatiu i vermell pel positiu en corrent continu.

- Per la part del corrent altern s'utilitzaran les següents fórmules:

1. Càlcul corrent del circuit

- Per línies monofàsiques $I = \frac{W}{U_f \times \cos \varphi}$

On,

I, corrent del circuit en A

W, és la potència del circuit en W

U_f, tensió de fase sistema en V

Cosφ, factor de potència

- Per línies Trifàsiques $I = \frac{W}{\sqrt{3}U \times \cos \varphi}$

On,

I, corrent del circuit en A

W, és la potència del circuit en W

U, tensió de línia del sistema en V

Cosφ, factor de potència

2. Càlcul de secció per la xarxa alterna.

$$S = \frac{LP \times \cos \varphi}{CeU}$$

On

S= Secció dels conductor, en mm²

L= Longitud de la línia, en metres

C= Conductivitat: 56 Cu

P= Potència que es transporta en W

e= Caiguda de tensió en V

U= Tensió en V

Cosφ, factor de potència

S'utilitzarà el criteri de la màxima intensitat admissible segons REBT explicat anteriorment.

Amb totes aquestes premisses s'han calculat les seccions dels conductors a utilitzar en cadascun dels circuits següent:

Circuit 1: Cablejat entre mòduls. STRINGS fins a caixa de protecció corrent continu i entrada d'inversor de potència.

Totes les connexions entre mòduls es faran amb el cablejat que porten el propis mòduls, però quan calgui cobrir una distància més llarga entre mòduls del mateix string que la que assoleixin els cables estàndards dels mòduls es farà servir cablejat de 10 o 16 mm². Aquestes connexions es faran amb connectors ràpids tipus MC4.

Segons el REBT, es busca la menor secció que compleixi amb el criteri de la màxima intensitat admissible. Aquests ramals es realitzaran amb conductor de coure a l'aire amb aïllament elastòmer reticulat lliure d'halògens per esser molt recomanat per a instal·lacions a la intempèrie i suportar altes temperatures de servei (120°C temp. servei permanent).

El cable en CC entre connexió de mòduls i de les caixes de protecció fins a inversor serà un cable unipolar flexible, lliure d'halògens, amb denominació tècnica ZZ-F (AS) 1,8KV H1Z2Z2-K 1,5/1,5 kV (tensió màxima 1,8 kV) flexible designació UNE21123 i especials per a instal·lacions fotovoltaïques.

Els colors del cable seran negre (-) i vermell (+), d'acord amb la codificació de colors d'una instal·lació de corrent continu.

El cable en CC ha d'ésser dissenyat per a resistir les condicions extremes que es donen en las instal·lacions fotovoltaïques.

- Resistència a temperatures extremes. T^a.Máx:+120°C, T^aMín: -40°C.
- Resistència a la intempèrie, raigs ultraviolats, ozó i absorció d'aigua.
- Resistència a l'abradió, olis i greixos industrials.
- Apte per a serveis mòbils.

El cable CC es un cable d'alta seguretat i compleix amb els requisits del reglament de baixa tensió.

- No propagació de la flama
- No propagació d'incendi
- Lliure d'halògens
- Baixa opacitat de fums emesos, baixa acidesa i corrosió dels gasos emesos

La secció del cablejat entre strings i dels strings fins a la caixa de protecció de continu i de la caixa fins a l'inversor, serà de **H1Z2Z2-K (AS) 1,8KV de 10 o 16 mm²**. Depenen de les distàncies i el string, identificat en la següent taula

Els càlculs es mostren en la següent taula:

HOSPITAL	STRING	kWn	Nº Moduls	L (m) Total	Vmp (V)	Impp (A)	ISC (A)	1,25%	P (kW)	K (Cu)	ρ 80°C	e (%)	e (V)	S	S (mm²) comercial	e(V) real	e (%)<1,5%	I _{adm} REBT	I _{adm} REDUCID
1	STRING 1	150	24	137	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	3,68	10	4,47	0,55	68	20,40
1	STRING 2	150	24	137	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	3,68	10	4,47	0,55	68	20,40
1	STRING 3	150	24	192	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	5,16	10	6,26	0,77	68	20,40
1	STRING 4	150	24	192	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	5,16	10	6,26	0,77	68	20,40
1	STRING 5	150	24	165	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	4,43	10	5,38	0,66	68	20,40
1	STRING 6	150	24	165	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	4,43	10	5,38	0,66	68	20,40
1	STRING 7	150	24	141	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	3,79	10	4,60	0,57	68	20,40
1	STRING 8	150	24	141	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	3,79	10	4,60	0,57	68	20,40
1	STRING 9	150	24	156	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	4,19	10	5,09	0,63	68	20,40
1	STRING 10	150	24	156	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	4,19	10	5,09	0,63	68	20,40
1	STRING 11	150	24	149	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	4,10	10	4,86	0,60	68	20,40
1	STRING 12	150	24	149	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	4,00	10	4,86	0,60	68	20,40
1	STRING 13	150	24	182	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	4,89	10	5,94	0,73	68	20,40
1	STRING 14	150	24	182	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	4,89	10	5,94	0,73	68	20,40
2	STRING 15	150	24	288	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	7,74	10	9,40	1,16	68	20,40
2	STRING 16	150	24	288	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	7,74	10	9,40	1,16	68	20,40
2	STRING 17	150	24	391	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	10,51	16	7,97	0,98	91	27,30
2	STRING 18	150	24	391	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	10,51	16	7,97	0,98	91	27,30
2	STRING 19	150	24	311	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	8,36	10	10,15	1,25	68	20,40
2	STRING 20	150	24	311	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	8,36	10	10,15	1,25	68	20,40
2	STRING 21	150	24	330	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	8,87	10	10,77	1,33	68	20,40
2	STRING 22	150	24	330	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	8,87	10	10,77	1,33	68	20,40
2	STRING 23	150	24	322	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	8,65	10	10,51	1,30	68	20,40
2	STRING 24	150	24	322	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	8,65	10	10,51	1,30	68	20,40
2	STRING 25	150	24	408	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	10,96	16	8,32	1,03	91	27,30
2	STRING 26	150	24	408	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	10,96	16	8,32	1,03	91	27,30
2	STRING 27	150	24	348	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	9,35	10	11,35	1,40	68	20,40
2	STRING 28	150	24	348	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	9,35	10	11,35	1,40	68	20,40
3	STRING 29	150	24	376	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	10,10	16	7,67	0,95	91	27,30
3	STRING 30	150	24	376	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	10,10	16	7,67	0,95	91	27,30
3	STRING 31	150	24	425	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	11,42	16	8,67	1,07	91	27,30
3	STRING 32	150	24	425	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	11,42	16	8,67	1,07	91	27,30
3	STRING 33	150	24	489	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	13,14	16	9,97	1,23	91	27,30
3	STRING 34	150	24	489	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	13,14	16	9,97	1,23	91	27,30
3	STRING 35	150	24	407	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	10,94	16	8,30	1,03	91	27,30
3	STRING 36	150	24	407	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	10,94	16	8,30	1,03	91	27,30
3	STRING 37	150	24	412	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	11,07	16	8,40	1,04	91	27,30
3	STRING 38	150	24	412	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	11,07	16	8,40	1,04	91	27,30
3	STRING 39	150	24	426	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	11,45	16	8,69	1,07	91	27,30
3	STRING 40	150	24	426	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	11,45	16	8,69	1,07	91	27,30
3	STRING 41	150	24	398	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	10,69	16	8,12	1,00	91	27,30
3	STRING 42	150	24	398	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	10,69	16	8,12	1,00	91	27,30
4	STRING 43	150	24	451	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	12,12	16	9,20	1,14	91	27,30
4	STRING 44	150	24	451	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	12,12	16	9,20	1,14	91	27,30
4	STRING 45	150	24	419	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	11,26	16	8,54	1,06	91	27,30
4	STRING 46	150	24	419	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	11,26	16	8,54	1,06	91	27,30
4	STRING 47	150	24	404	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	10,85	16	8,24	1,02	91	27,30
4	STRING 48	150	24	404	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	10,85	16	8,24	1,02	91	27,30
4	STRING 49	150	24	412	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	11,07	16	8,40	1,04	91	27,30
4	STRING 50	150	24	412	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	11,07	16	8,40	1,04	91	27,30
4	STRING 51	150	24	493	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	13,25	16	10,05	1,24	91	27,30
4	STRING 52	150	24	493	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	13,25	16	10,05	1,24	91	27,30
4	STRING 53	150	24	447	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	12,01	16	9,11	1,13	91	27,30
4	STRING 54	150	24	447	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	12,01	16	9,11	1,13	91	27,30
4	STRING 55	150	24	388	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	10,43	16	7,91	0,98	91	27,30
4	STRING 56	150	24	388	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	10,43	16	7,91	0,98	91	27,30
5	STRING 57	150	24	370	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	9,94	10	12,07	1,49	68	20,40
5	STRING 58	150	24	370	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	9,94	10	12,07	1,49	68	20,40
5	STRING 59	150	24	335	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	9,00	10	10,93	1,35	68	20,40
5	STRING 60	150	24	335	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	9,00	10	10,93	1,35	68	20,40
5	STRING 61	150	24	344	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	9,24	10	11,22	1,39	68	20,40
5	STRING 62	150	24	344	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	9,24	10	11,22	1,39	68	20,40
5	STRING 63	150	24	419	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	11,26	16	8,54	1,06	91	27,30
5	STRING 64	150	24	419	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	11,26	16	8,54	1,06	91	27,30
5	STRING 65	150	24	361	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	9,70	10	11,78	1,45	68	20,40
5	STRING 66	150	24	361	810	14,83	15,53	19,41	12005,18	56	0,022	1,5	12,143	9,70	10	11,78	1,45	68	20,40
5	STRING 67	150	24	291	810	14,83	15												

Circuit 2: Cablejat des de sortida de l'inversor fins a l'armari de CA i fins al QGBT de cada edifici

A la sortida de cada inversor de potència, fins a la caixa de protecció individual de CA, serà RZ1-K(AS) 0,6/1KV Cu +TT de secció i per el tram de gerència amb protecció RH RZ1-K(AS+) 0,6/1KV Cu +TT color taronja per amb les seccions definides a la **TAULA CA**

El cablejat anirà en safata perforada amb tapa (segons plànol) d'acer galvanitzat en calent i amb instal·lació protecció E90 dintre del edifici.

El càlcul es pot veure en la següent **TAULA CA**:

HOSPITAL UNIVERSITARI SANT JOAN DE REUS	INV	POTÈNCIA	V (V)	I max AC (A)	I (A) 1,25	Pmax (kW)	L (m)	ρ 80°C	e (V) max <1,5%	S (mm²) calculada	S (mm²) comer	I adm REBT	TIPUS	I adm red REBT	$\theta_{ca}(V)$ real	%etotal	e MAX	I max adm
ET1																		
INV1 AL QUADRE	1	150	400	240,50	300,63	166426,00	15	0,022	6,00	22,88	240	419	B1	335	0,57	0,14	✓	✓
INV 2 AL QUADRE	2	150	400	240,50	300,63	166426,00	15	0,022	6,00	22,88	240	419	B1	335	0,57	0,14	✓	✓
INV3 AL QUADRE	3	150	400	240,50	300,63	166426,00	20	0,022	6,00	30,51	240	419	B1	335	0,76	0,19	✓	✓
INV 7 AL QUADRE	7	115	400	182,30	227,88	126151,60	15	0,022	6,00	17,35	150	356	B1	250	0,69	0,17	✓	✓
LINEA TOTAL A ET1 FINS A CONNEXIÓ		565	400	903,80	1129,75	625429,60	20	0,022	6,00	17,35	240	1820	C	1183	0,72	0,18	✓	✓
COBERTA INV 6 KW																		
INV 10 AL QUADRE	10	6	400	10,10	12,63	6989,20	105	0,022	6,00	6,73	10	57	B1	33	4,04	1,01	✓	✓
INV 11 AL QUADRE	11	6	400	10,10	12,63	6989,20	54	0,022	6,00	3,46	10	57	B1	33	2,08	0,52	✓	✓
INV 12 AL QUADRE	12	6	400	10,10	12,63	6989,20	12	0,022	6,00	0,77	10	57	B1	33	0,46	0,12	✓	✓
INV 13 AL QUADRE	13	6	400	10,10	12,63	6989,20	52	0,022	6,00	3,33	10	57	B1	33	2,00	0,50	✓	✓
LINEA TOTAL 24KW FINS AL QUADRE DE CONNEXIÓ		24	400	40,40	50,50	27956,80	5	0,022	6,00	1,28	25	100	B1	53	0,31	0,08	✓	✓
ET2																		
INV 4 AL QUADRE	4	150	400	240,50	300,63	166426,00	15	0,022	6,00	22,88	240	419	B1	335	0,57	0,14	✓	✓
INV 5 AL QUADRE	5	150	400	240,50	300,63	166426,00	15	0,022	6,00	22,88	240	419	B1	335	0,57	0,14	✓	✓
INV 6 AL QUADRE	6	150	400	240,50	300,63	166426,00	15	0,022	6,00	22,88	240	419	B1	335	0,57	0,14	✓	✓
GERENCIA																		
INV 8 AL QUADRE CA GERENCIA	8	100	400	160,40	200,50	110996,80	15	0,022	6,00	15,26	95	313	B1	163	0,96	0,24	✓	✓
INV 9 AL QUADRE CA GERENCIA	9	100	400	160,40	200,50	110996,80	15	0,022	6,00	15,26	95	313	B1	163	0,96	0,24	✓	✓
INV 8 DEL QUADRE DE CA FINS AL ARMARI FV ET2	8	100	400	160,40	200,50	110996,80	130	0,022	6,00	132,27	150	313	B1	250	5,29	1,32	✓	✓
INV 9 DEL QUADRE DE CA FINS AL ARMARI DE ET2	9	100	400	160,40	200,50	110996,80	130	0,022	6,00	132,27	150	313	B1	250	5,29	1,32	✓	✓
LINEA TOTAL ET2			400	1.042,30	1302,88	721271,60	15	0,022	6,00	99,17	240	2275	C	1478	0,50	0,12	✓	✓

S'han tingut en compte els següents coeficients:

- Tram dels inversors al armari de FV en cada ET
 - Modalitat de instal·lació: tipus B1
 - Per temperatura de més de 40°C en intempèrie segons UNE-HD 60364-5-52): 0,87 resumida)
 - Per agrupament: 0,8. Només podran anar com a màxim dos circuits per cada trams de safata.
 - Per instal·lació generadora fotovoltaica (IEC 62548): 1,25
- En les premisses de disseny s'ha definit com la caiguda de tensió màxima d'un 1,5%.

La caiguda de tensió queda definida màxima queda definida en 1,5% i com la corrent màxima de sortida la limita l'inversor de potència.

- Tram del armari de FV fins a la connexió al quadre principal
 - Modalitat de instal·lació: tipus C (Sota Terre Tècnic)
 - Per temperatura 40°C en intempèrie segons UNE-HD 60364-5-52): 0,87
 - Per agrupament: 0,65 (Unió de 4 inversor)

- Per instal·lació generadora fotovoltaica (IEC 62548): 1,25

- En les premisses de disseny s'ha definit com la caiguda de tensió màxima d'un 1,5%.

La caiguda de tensió queda definida màxima queda definida en 1,5% i com la corrent màxima de sortida la limita l'inversor de potència.

- Tram Coberta dels inversors 6 kW i tram final de 24kW
 - Modalitat de instal·lació: tipus B1
 - Per temperatura 50°C en intempèrie segons UNE-HD 60364-5-52): 0,82
 - Per agrupament: 0,65 (Unió de 4 inversor)
 - Per instal·lació generadora fotovoltaica (IEC 62548): 1,25

- En les premisses de disseny s'ha definit com la caiguda de tensió màxima d'un 1,5%.

La caiguda de tensió queda definida màxima queda definida en 1,5% i com la corrent màxima de sortida la limita l'inversor de potència.

1.2 CÀLCUL D'ESTRUCTURA DE SUPORT. CÀLCUL DE COMPLIMENT DEL CODI TÈCNIC

El càlcul ha estat realitzat per l'empresa Solarstem especialista en estructures per plantes solar Fotovoltaiques.

Solarstem | Talleres Cendra, S.A.
C/ Cal Ros dels Ocells, 20 | Pol. Ind. Coll de la Manyà
08403 Granollers BARCELONA (Spain)
teléfono: +34 933 072 817
fax: +34 933 949 838
e-mail: info@solarstem.com
internet: www.solarstem.com

Si en l'execució de l'obra es presenta com alternativa una estructura de marca diferent a la calculada en el present Projecte es tindrà que entregar un càlcul de càrregues segons les premisses de compliment de l'Eurocodi Codi Tècnic d'Edificació (CTE), en el seu apartat sobre "Seguridad Estructural acciones en la edificación (SE-AE)", així com altres agents atmosfèrics (pluja, calamarsa, neu, etc.). Sempre mantenint la mateixa tipologia de solució que la plantejada en el present Projecte i la mateixa forma d'ancoratge.

El proveïdor de les estructures entregarà el producte amb marcat CE segons EN 1090-1:2009+A1:2011, document de declaració de prestacions del conjunt de l'estructura, document de càlcul signat amb el càlcul de vent i neu amb els paràmetres definits en el CTE i document de garantia d'un mínim de 15 anys anti-corrosió en totes les parts d'alumini i acer inoxidable.

INFORME TECNICO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE DE PANELES FOTOVOLTAICOS

/AF-TWIN/

HOSPITAL UNIVERSITARI

SANT JOAN DE REUS

43204- Reus (Tarragona)

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. ACCIONES CONSIDERADAS.....	4
2.1 Acción del Viento.....	4
2.2 Carga Permanente (Peso PV+ Peso estructura)	4
2.3 Acción de la nieve	4
3. TIPOLOGIA PLACAS FOTOVOLTAICAS.....	5
4. DESCRIPCIÓN ESTRUCTURA	5
5. MATERIALES UTILIZADOS EN LA ESTRUCTURA	6
6. BIBLIOGRAFÍA.....	6
7. VERIFICACIONES.....	7
ANEXO 1- COEFICIENTES EÓLICOS	10
ANEXO 2- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	11
ANEXO 3 – PLANO SISTEMA AF-TWIN SOPORTE COMPARTIDO	12
ANEXO 4 – PLANO IMPLANTACION FOTOVOLTAICA.....	13

1. INTRODUCCIÓN

A petición de **SULMAG 40**, se emite la siguiente justificación de cálculo en materia de estructuras, para el proyecto de soporte de placas fotovoltaicas sobre una cubierta del Hospital Universitari Sant Joan de Reus, 43204-Reus (Tarragona).

Las condiciones de contorno de la estructura son las siguientes:

- Zona urbana/industrial/forestal → **Categoría III** (EUROCODIGO)
- Altura de cubierta → **20m.**
- Inclinación de la cubierta → **0%** (cubierta plana)
- Zona de carga de viento → **C**
- Velocidad básica del viento (v_b) → **29 m/s**
- Periodo de retorno → **25 años.**
- Coeficiente corrector de la v_b para ELS: 0.958



Para el dimensionamiento de la estructura de soporte se han contemplado las normativas reflejadas en la sección 6 Bibliografía.

2. ACCIONES CONSIDERADAS

2.1 Acción del Viento

La acción del viento, que en general su efecto produce una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática del viento (q_e), puede ser obtenida a través de la siguiente expresión:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p, \text{ donde } q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2 = \mathbf{0.526 \text{ kN/m}^2}$$

Donde:

q_b : es la presión dinámica del viento.

ρ : densidad del aire, 1.25 Kg/m³

C_e : Coeficiente de Exposición

C_p : Coeficiente de presiones

La presión de la velocidad de pico se determina con la siguiente expresión:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z)$$

Donde:

$q_p(z)$: Presión correspondiente a la velocidad de pico (racha de viento)

$I_v(z)$: Intensidad de las turbulencias

$v_m(z)$: Velocidad media

De la siguiente expresión sacamos el valor del Coeficiente de exposición:

$$c_e(z) = \frac{q_p(z)}{q_b} = \mathbf{2.182}$$

- Valores de viento de cálculo:

- Velocidad media: **90.47 km/h (25.13 m/s)**
- Racha de viento máxima: **147.74 km/h (41.04 m/s)**

Para realizar el estudio de cargas transmitidas a la estructura, se han considerado los coeficientes eólicos según **Eurocódigo 1** (ver apartado 7- Verificaciones).

2.2 Carga Permanente (Peso placa fotovoltaica + Peso estructura)

Se considera una carga muerta de **0.12 kN/m²**

2.3 Acción de la nieve

Se considera una sobrecarga de nieve (S_k) de **0.4 kN/m²**

3. TIPOLOGIA PLACAS FOTOVOLTAICAS

Las placas fotovoltaicas utilizadas en esta instalación tienen las siguientes dimensiones:

Tipo: LR7-54HVH (LONGI SOLAR)

- L1= **1800** mm (largo de la placa)
- L2= **1134** mm (ancho de la placa)
- e= **30** mm (espesor de la placa)
- Peso unitario = ~21.6 kg/ud.

Las placas irán colocadas en forma **HORIZONTAL** sobre los soportes, e inclinadas a **10°** respecto la horizontal.

4. DESCRIPCIÓN ESTRUCTURA

Los módulos se apoyan sobre *soportes triangulares compartidos (*)* formados por perfiles de aluminio (L40x40). Todos los soportes se arriostran en horizontal con un perfil base común PS10 y fijados con tacos metálicos a los lastres.

La estructura queda fijada por medio de lastres, por lo que no se perfora la cubierta. Debajo de los lastres se puede colocar (s/proyecto) una junta de EPDM para aumentar el coeficiente de fricción entre superficies y no dañar la cubierta. La Junta EPDM de espesor 5mm y desborde perimetral de 10 mm.



Figura 1. Estructura AF-TWIN con soporte compartido y lastre inferior

Las placas fotovoltaicas van fijadas por el lado corto (*) a los triángulos a través de bridas de fijación de 50mm de largo.

(*) Validar con el fabricante del módulo fotovoltaico



Figura 2. Detalle Brida Extremo y brida intermedia para la fijación de las placas fotovoltaicas

****Para el posicionamiento de las bridas se tiene que seguir las recomendaciones del fabricante de la placa fotovoltaica ****

5. MATERIALES UTILIZADOS EN LA ESTRUCTURA

- | | |
|---|---------------------------|
| ➤ Perfiles PS, Soportes SOLARSTEM : | Aluminio 6082 – T6 |
| ➤ Bridas SOLARSTEM : | Aluminio 6082 – T6 |
| ➤ Tornillos de conexión: | Inox. A2-70 |
| ➤ Tacos metálicos: | Inoxidable A4 |
| ➤ Lastres: | Hormigon en masa |
| • Lastre (Q _{L1}) = 500 x 200 x 80 mm | |

6. BIBLIOGRAFÍA

- Código Técnico de la Edificación, Seguridad Estructural (SE).
- Eurocódigo 9. Proyecto de Estructuras de Aluminio. UNE-ENV 1999-1-1.
- Eurocódigo 1, parte 2-4: Acciones en Estructuras: Acciones del Viento. UNE-ENV 1991-2-4.
- Norma Tecnológica de la Edificación, Estructuras. Cargas de viento (NTE ECV).

7. VERIFICACIONES

Para realizar el estudio de cargas transmitidas a la estructura se ha considerado cada fila de placas como una estructura a dos aguas sobre una cubierta plana.

Para el caso que analizados se han considerado los siguientes datos de entrada:

Area placa 1:	=	2,041	m2	Peso placa1+Peso placa2+Peso Estructura	=	477	N
Area Placa 2	=	2,041	m2	Velocidad Basica (vb)	=	29	m/s
Coefficiente Rozamiento. (μ)	=	0,9		Categoría del terrero	=	3	
Ángulo Placa 1	=	10	°	Altura sobre el terreno	=	20	m
Ángulo Placa 2	=	10	°	Coefficiente de Exposicion (Ce)	=	2,182	

Tabla 1. Datos considerados para el cálculo.

Se ha aplicado la reducción de los coeficientes de presión de viento considerando al conjunto como una estructura de cubierta de vanos múltiples.

A partir de aquí obtenemos las cargas globales horizontales y verticales que se transmiten a la estructura de soporte triangular.

		FILA 1		FILA 2		FILA 3	
		PLACA 1	PLACA 2	PLACA 1	PLACA 2	PLACA 1	PLACA 2
C_{pe} Sur		0,10	-0,55	0,10	-0,44	0,06	-0,33
Q (N) local		215	-1182	215	-945	129	-709
CARGAS GLOBALES							
Fv(N)		212	-1164	212	-931	127	-698
Fh(N)		37	-205	37	-164	22	-123
LEVANTAMIENTO	Fv(N)	-952		-719		-571	
DESPLIZAMIENTO	Fh(N)	243		201		146	

		Fila 3		Fila 2		Fila 1	
		PLACA 1	PLACA 2	PLACA 1	PLACA 2	PLACA 1	PLACA 2
C_{pe} Norte		-0,33	0,06	-0,44	0,10	-0,55	0,10
Q (N) local		-709	129	-945	215	-1182	215
CARGAS GLOBALES							
Fv(N)		-698	127	-931	212	-1164	212
Fh(N)		-123	22	-164	37	-205	37
LEVANTAMIENTO	Fv(N)	-571		-719		-952	
DESPLIZAMIENTO	Fh(N)	146		201		243	

Tabla 2. Fuerzas globales transmitidas.

En función de esta información se evalúan las cargas necesarias para asegurar el equilibrio de la estructura.

Los estados con viento trasero o delantero son iguales al ser una estructura simétrica, y la carga horizontal la soporta la fila como bloque ya que el perfil inferior de aluminio es continuo. La carga vertical de succión se soporta de forma individual.

Se analiza los casos más desfavorables para la zona A:

INCLINACION 10°

- Levantamiento (LV): **matriz de 1FILA x 1COLUMNA** (VIENTO NORTE)
- Deslizamiento (DL): **matriz de 1FILA x 1COLUMNA** (VIENTO NORTE)

Donde:

- Peso modulo (G_M) + Peso estructura (G_E) = 477 N
- Peso lastre (G_{LLi}) = 172 N
- Numero de lastres por placa (n1_{LV}) = 5 uds
- Numero de filas conectadas (n2_{LV}) = 1 ud
- Numero de lastres por matriz (n1_{DL}) = 5 uds
- Numero de filas conectadas (n2_{DL}) = 1 ud
- Coeficiente de fricción (μ) = 0.9 (*)
- (*) VALOR A VALIDAR POR EL CLIENTE
- Fuerza de levantamiento (Q_{LV-1F}) = 390 N
- Fuerza de deslizamiento (Q_{DL-1F}) = 244 N

Coefficiente de mayoración cargas variables (Q): 1.35

Coefficiente de minoración peso propio (G): 1

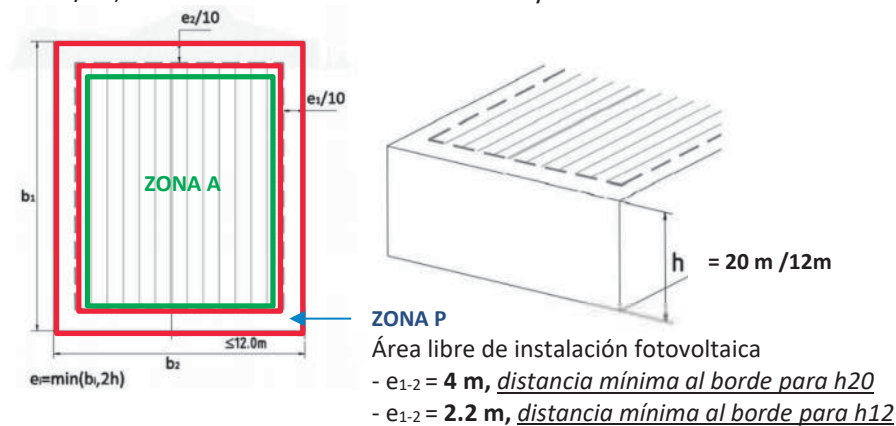
- Fuerza de levantamiento (Q_{LV-Q}) = 952 · (1.35) = 1285 N
- Fuerza de deslizamiento (Q_{DL-Q}) = 243 · (1.35) = 328 N
- Peso permanente (G) = 1337 · (1) = 1.337 N

$$Q_{LV-Q} \leq [((G_M + G_E + (G_{LL} * n1_{LV})) * n2_{LV})] \rightarrow Q_{LV-Q} \leq G_{LV} \rightarrow \text{CUMPLE}$$
$$Q_{DL-G} \leq \mu * [((G_M + G_E) * n2_{DL}) + (Q_{LL} * n1_{DL})] \rightarrow Q_{DL-G} \leq \mu * (G_{DL}) \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Se certifica que la estructura cumple los requisitos de integridad estructural

CONSIDERACIONES a tener en cuenta:

- Los coeficientes de cubierta a dos aguas serán válidos siempre y cuando la distancia entre el borde de la cubierta y la primera fila de placas sea superior igual a $e/10$, siendo "e" el menor valor entre b_1 y $2h$.



**** Zona P** – Zona de turbulencias y otros efectos adversos**

En caso de no cumplirse esta condición, se analizará, y en caso de ser necesario se reforzará con lastres adicionales las filas más próximas al borde de la cubierta.

- Se ha considerado un coeficiente de rozamiento (μ) entre superficies de contacto de **0.9** (conjunto "Lastre + junta EPDM" vs Cubierta).

**** A validar por el cliente ****

La repercusión *estimada* del peso de la instalación fotovoltaica sobre la cubierta es:

ZONA A (ZONA RECOMENDADA)
Repercusión: entre 0.20 kN/m² y 0.27 kN/m²
ZONA P (ZONA DE TURBULENCIAS)
Repercusión: entre 0.32 kN/m² y 0.40 kN/m²

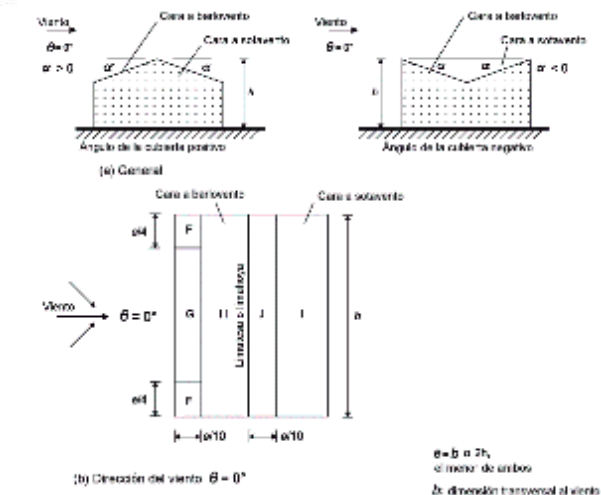
****La distribución de lastres está supeditada a la ubicación final de las placas fotovoltaicas en la cubierta****

ANEXO 1- COEFICIENTES EÓLICOS

Ángulo de la cubierta α	Zona con dirección del viento $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	
	+0,0		+0,0		+0,0				-0,6	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2		+0,0		+0,0	+0,0
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,4		+0,0		+0,0	
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,2		-0,3	
	+0,7		+0,7		+0,6		+0,0		+0,0	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

NOTA 1 Para un ángulo $\theta = 0^\circ$ la presión cambia rápidamente de valores positivos a negativos en la cara situada a barlovento alrededor de un ángulo de cubierta de $\alpha = -5^\circ$ a $+45^\circ$, por lo que se dan valores positivos y negativos en la tabla. En estas cubiertas, se deberían considerar cuatro casos en los que los valores más altos y más pequeños de todas las áreas F, G, y H se combinen con los valores más altos y más pequeños de las áreas I y J. No se permite el empleo de valores positivos y negativos sobre la misma cara.

NOTA 2 Se puede emplear la interpolación lineal para valores de ángulo de cubierta intermedios del mismo signo. (No se permite la interpolación entre $\alpha = +5^\circ$ y $\alpha = -5^\circ$, para ello se emplean los datos correspondientes a las cubiertas planas del apartado 7.2.3). Los valores iguales a 0,0 se incluyen para facilitar la interpolación.



ANEXO 2- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

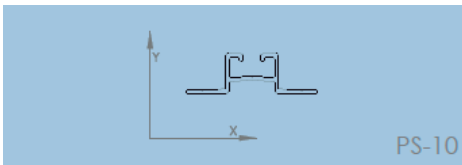
MATERIAL

Aleación de Aluminio Mg Si – 6082 T6

$F_{0,2}$ (N/mm ²)	F_u (N/mm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	ν	ρ (Kg/m3)
250	290	70.000	27.000	0,3	2.700

PERFIL BASE PS10

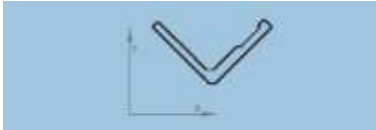
PROPIEDADES GEÓMERICAS Y MECÁNICAS



AREA (cm ²)	I_x (cm ⁴)	I_y (cm ⁴)	W_x (cm ³)	W_y (cm ³)	Av_y (cm ²)
2,15	1,00	5,32	0,82	1,63	0,60

ESTRUCTURA DE SOPORTE L40

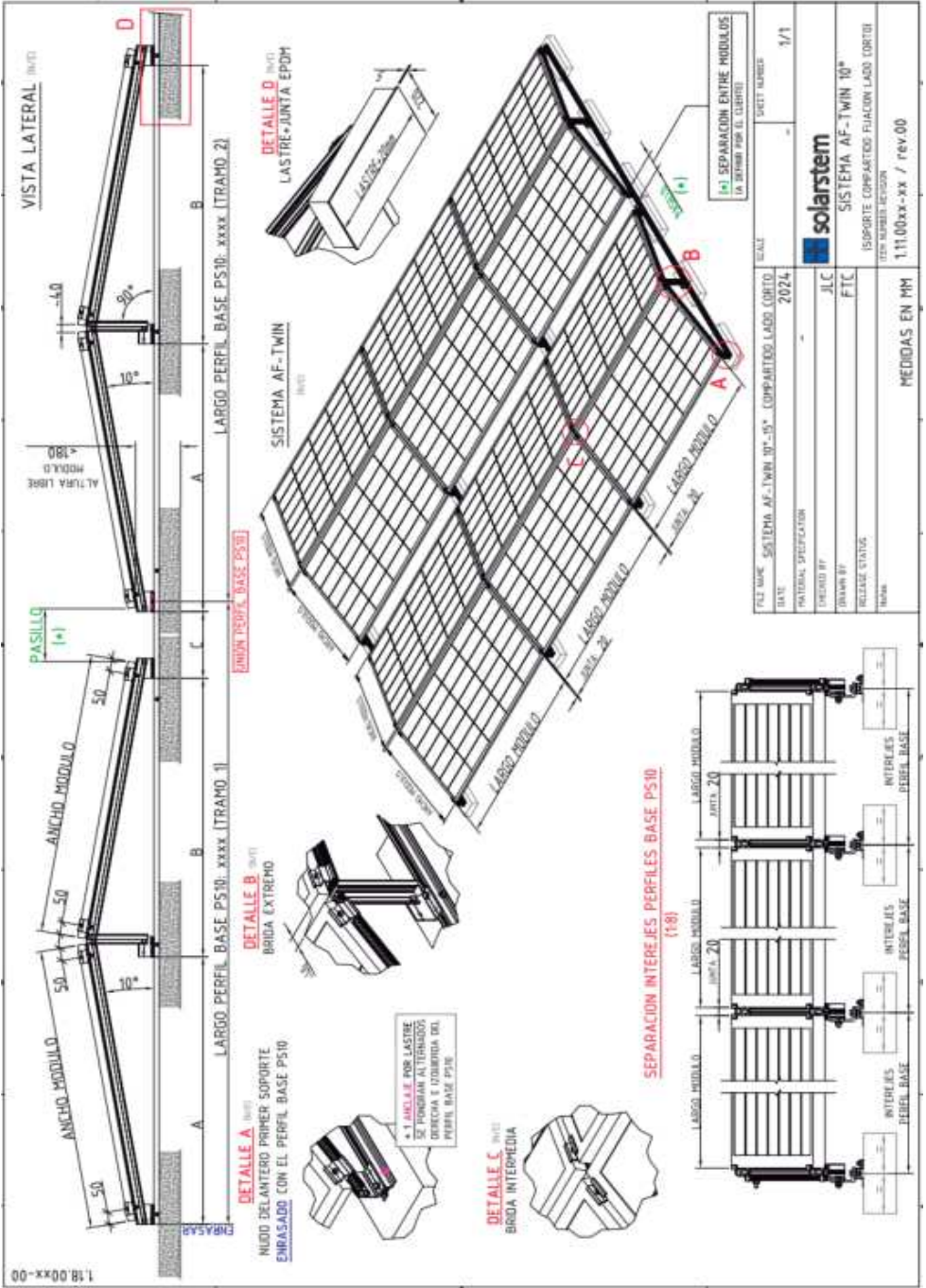
PROPIEDADES GEÓMERICAS Y MECÁNICAS



AREA (cm ²)	I_x (cm ⁴)	I_y (cm ⁴)	W_x (cm ³)	W_y (cm ³)	Av_y (cm ²)
3,15	1,89	7,29	1,18	2,66	1,44

ANEXO 3 – PLANO “TIPO” SISTEMA AF-TWIN SOPORTE COMPARTIDO

FIJACION POR EL LADO CORTO



INFORME TECNICO DE ESTRUCTURA DE SOPORTE DE PANELES FOTOVOLTAICOS

/AF-ROW/

HOSPITAL UNIVERSITARI

SANT JOAN DE REUS

43204- Reus (Tarragona)

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
3. ACCIONES CONSIDERADAS.....	4
2.1 Acción del Viento	4
2.2 Carga Permanente (Peso placa fotovoltaica + Peso estructura)	4
2.3 Acción de la nieve	4
3. TIPOLOGÍA PLACA FOTOVOLTAICA	5
4. DESCRIPCIÓN ESTRUCTURA	5
4.1 Fijación a cubierta	6
4.2 Conexión perfil base	6
4.3 Colocación Riostras.....	7
5. PERFILES Y ELEMENTOS QUE COMPONEN A LA ESTRUCTURA	7
6. MATERIALES UTILIZADOS EN LA ESTRUCTURA	7
7. DISTRIBUCIÓN DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA.....	8
8. BIBLIOGRAFÍA.....	8
9. VERIFICACIONES.....	9
ANEXO 1- COEFICIENTES EÓLICOS.....	12
ANEXO 2- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	13
ANEXO 3- PLANO IMPLANTACIÓN.....	14

1. INTRODUCCIÓN

A petición de **SULMAG 40**, se emite la siguiente justificación de cálculo en materia de estructuras, para el proyecto de soporte de placas fotovoltaicas sobre una cubierta del Hospital Universitari Sant Joan de Reus, 43204-Reus (Tarragona).

Las condiciones de contorno de la estructura son las siguientes:

- Zona urbana/industrial/forestal → **Categoría III** (EUROCODIGO)
- Altura de cubierta → **22m.**
- Inclinación de la cubierta → **0%** (cubierta plana)
- Zona de carga de viento → **C**
- Velocidad básica del viento (v_b) → **29 m/s**
- Periodo de retorno → **25 años.**
- Coeficiente corrector de la v_b para ELS: 0.958



Para el dimensionamiento de la estructura de soporte se han contemplado las normativas reflejadas en la sección 8 Bibliografía.

2. ACCIONES CONSIDERADAS

2.1 Acción del Viento

La acción del viento, que en general su efecto produce una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática del viento (q_e), puede ser obtenida a través de la siguiente expresión:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

Donde:

q_b : es la presión dinámica del viento. $q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2 = 0.526 \text{ kN/m}^2$
 ρ : densidad del aire, 1.25 Kg/m³
 C_e : Coeficiente de Exposicion
 C_p : Coeficiente de presiones

La presión correspondiente a la velocidad de pico se determina con la siguiente expresión:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z)$$

Donde:

$q_p(z)$: Presion correspondiente a la velocidad de pico
 $I_v(z)$: Intensidad de las turbulencias
 $v_m(z)$: Velocidad media

De la siguiente expresión sacamos el valor del Coeficiente de exposición:

$$c_e(z) = \frac{q_p(z)}{q_b} = 2.251$$

- Valores de viento de cálculo:
 - Velocidad media: **92.52 km/h (25.7 m/s)**
 - Racha de viento máxima: **150.04 km/h (41.68 m/s)**

Para realizar el estudio de cargas transmitidas a la estructura, se han considerado los coeficientes eólicos según **Eurocódigo 1** (ver apartado 7- Verificaciones).

2.2 Carga Permanente (Peso placa fotovoltaica + Peso estructura)

Se considera una carga muerta de **0.12 kN/m²**

2.3 Acción de la nieve

Se considera una sobrecarga de nieve (S_k) de **0.4 kN/m²**

3. TIPOLOGÍA PLACA FOTOVOLTAICA

La placa fotovoltaica utilizada en esta instalación tiene las siguientes dimensiones:

Tipo: LR7-54HVH (LONGI SOLAR)

- L1= **1800** mm (largo de la placa)
- L2= **1134** mm (ancho de la placa)
- e= **30** mm (espesor de la placa)
- Peso unitario = ~21.6 kg/ud.

Las placas irán colocadas en forma **HORIZONTAL** sobre los soportes, e inclinadas a **10°** respecto la horizontal.

4. DESCRIPCIÓN ESTRUCTURA

El sistema AF-ROW incorpora dos estructuras de soporte triangulares por placa fotovoltaica y dos perfiles base corridos en el sentido este-oeste.

Las placas van fijadas directamente a las estructuras de soporte triangulares.



Figura 1. Sistema AF-ROW analizado

Las placas fotovoltaicas van fijadas por el lado largo a los triángulos a través de bridas de fijación de 50mm de largo.

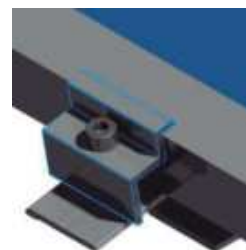


Figura 2. Detalle Brida Extremo fijación placas PV

****Para el posicionamiento de las bridas se tiene que seguir las recomendaciones del fabricante de la placa fotovoltaica ****

4.1 Fijación a cubierta

El perfil base PS250 irá fijado a la correa metálica de sección IPE140 (*) mediante una fijación mecánica formada por tornillo doble rosca.

La separación entre correas metálicas es de 1m (*), y en cada intersección entre el perfil portante y la correa metálica se colocará una fijación.

(*) Datos facilitados por el cliente

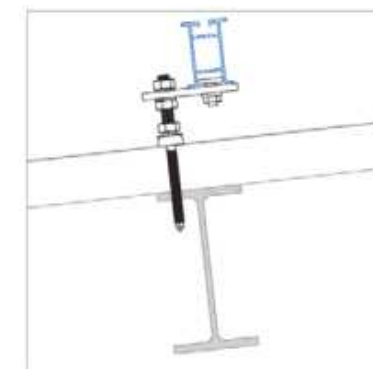


Figura 3. Detalle fijación estructura a correa metálica

4.2 Conexión perfil base

En el caso de tramos largos en los que deban empalmarse dos o más tramos de perfil base PS100, debe garantizarse la unión adecuada entre los mismos. Se utiliza la **pletina de unión correas** la cual garantiza la adecuada transmisión de los esfuerzos.

Los empalmes **NO DEBEN** de realizarse en los centros de los tramos libres de los perfiles, se deberán ubicar a una distancia $\leq X/3$.

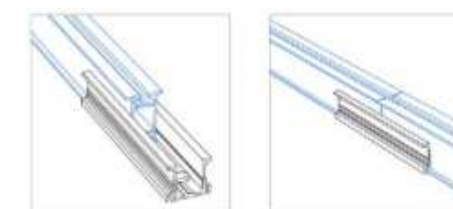


Figura 4. Detalle unión perfil base

4.3 Colocación Riostras

En cada fila se deberá disponer un par de riostras por cada GRUPO de 6 soportes. Es decir que debemos dividir el total de soportes en grupos de 6 soportes y cada uno de estos grupos debe llevar al menos un par de riostras. En todas las filas de placas debe haber como MÍNIMO un par de riostras.

$$N_{PR} = \frac{n^{\circ} \text{ de soportes}}{6 \text{ soportes}} = x, \text{ donde } N_{PR} = \text{número de pares de riostras necesarios por fila}$$

Para distribuir estas riostras en las filas, se aconseja colocar un conjunto de riostras (en forma de cruz de San Andrés) en el centro de cada grupo de 6 soportes, si alguno de los grupos es inferior a 6 soportes se debe usar el mismo criterio.



Figura 5. Detalle posicionamiento riostras

5. PERFILES Y ELEMENTOS QUE COMPONEN A LA ESTRUCTURA

La estructura en su conjunto está compuesta por los siguientes elementos:

- Soporte SOLARSTEM: **Angulo 40x40**
- Perfil base: **PS100**
- Riostras: **Pasamano 40x3**
- Fijación placa fotovoltaica: **Bridas estándar T-SLOT**
- Fijaciones: **Tornillería M8**
- Tornillo doble rosca: **M8**

Las características geométricas del perfil portante han sido incorporadas en el **Anexo 1** de este informe técnico.

6. MATERIALES UTILIZADOS EN LA ESTRUCTURA

- Perfiles PS, Soportes SOLARSTEM : **Aluminio 6082 – T6**
- Bridas SOLARSTEM : **Aluminio 6082 – T6**
- Tornillos de conexión: **Inox. A2-70**
- Tornillos doble rosca: **Inox. A2-70**

7. DISTRIBUCIÓN DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

Cargas transmitidas a los perfiles portantes de placas PV

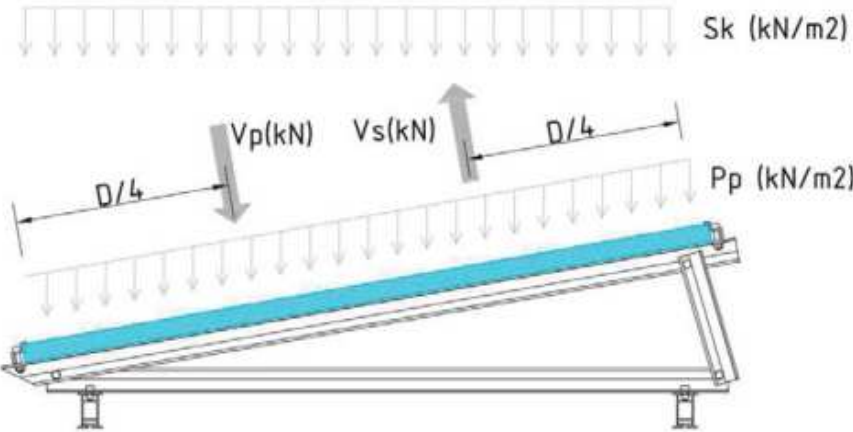


Figura 6. Cargas transmitidas

La carga de viento transmitida a las estructuras de soporte depende exclusivamente de los siguientes factores:

- Presión estática de viento (v_b)
- Coeficiente de Explosión (C_e)
- Coeficiente eólico de presión y succión
- Separación entre soportes.
- Área de las placas PV.
- Inclinação de la placa fotovoltaica

8. BIBLIOGRAFÍA

- Código Técnico de la Edificación, Seguridad Estructural (SE).
- Eurocódigo 9. Proyecto de Estructuras de Aluminio. UNE-ENV 1999-1-1.
- Eurocódigo 1, parte 2-4: Acciones en Estructuras: Acciones del Viento. UNE-ENV 1991-2-4.
- Norma Tecnológica de la Edificación, Estructuras. Cargas de viento (NTE ECV).

9. VERIFICACIONES
DATOS ENTRADA

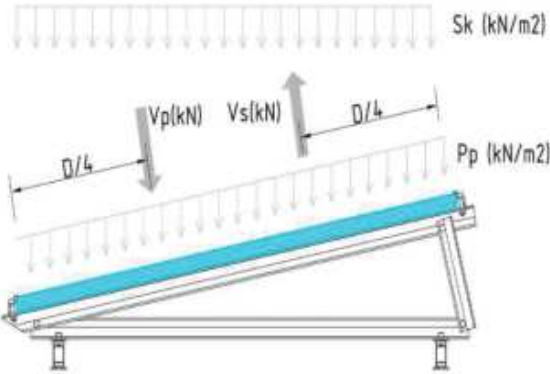
<u>PRESIÓN DE VIENTO</u>	
Inclinación de la placa:	10 °
Cp (presión):	0,50
Cp(succión):	-0,90
Altura sobre terreno:	22 m
Zona de viento:	3 Zona urbana en general, industrial o forestal con cobertura de vegetación uniforme o con obstáculos aislados (villas, terreno suburbanos, bosques permanentes)
Ce (exposición):	2,251
Presión de viento:	0,591 kN/m2
Succión de viento:	-1,065 kN/m2

<u>CARGA DE NIEVE</u>	
Sk:	0,40 kN/m2
Coefficiente de forma μ (3.5.3 CTE):	1,00

<u>PESO PROPIO</u>	
Peso propio placa:	0,11 kN/m2

COMBINACIONES DE ACCIONES

ELU	
1	I / 1,35Pp+1,5Sk+0,9Vp
2	S / 1,35Pp+1,5Sk+0,9Vp
3	I / 1,35Pp+1,5Vp+0,75Sk
4	S / 1,35Pp+1,5Vp+0,75Sk
5	I / 0,8Pp+1,5Vs
6	S / 0,8Pp+1,5Vs
ELS	
7	I / Pp+N+0,6Vp
8	S / Pp+N+0,6Vp
9	I / Pp+Vp+0,5Sk
10	S / Pp+Vp+0,5Sk
11	I / 0,9Pp+Vs
12	S / 0,9Pp+Vs



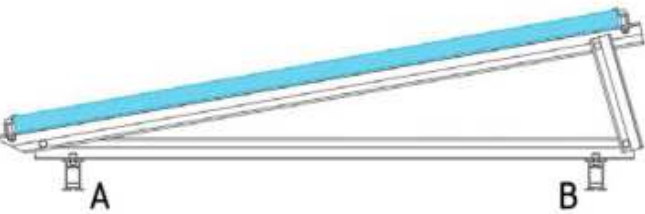
DATOS TÉCNICOS

<u>COMPONENTES</u>	
DINTEL	1.01.0019-0
Nc,Rd=	65,23 kN
Mu,Rdz =	0,45 kN-m
Mv,Rdz =	0,39 kN-m
flim=	10,43 mm
ratio= 0,27	
CORRECTO	
<u>ESPALDA</u>	
Nb,Rd=	65,23 kN
ratio= 0,01	
CORRECTO	
<u>UNIONES</u>	
Ncortante=	9,50 kN
ratio= 0,26	
CORRECTO	

REACCIONES EN LOS SOPORTES POR COMBINACIONES

	RAy (kN)	RBy (kN)	RAX (kN)	RBx (kN)
1	0,70	0,41	0,01	-0,12
2	0,44	0,67	0,09	-0,19
3	0,70	0,41	0,01	-0,12
4	0,44	0,67	0,09	-0,19
5	-0,25	-0,71	-0,02	0,21
6	-0,72	-0,24	0,12	0,07

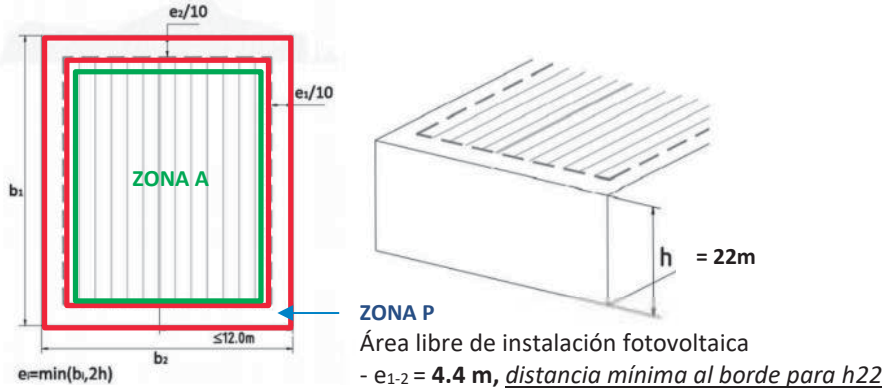
VALORES CARACTERISTICOS (SIN MAYORAR)



Se certifica que la estructura cumple los requisitos de integridad estructural

CONSIDERACIONES a tener en cuenta:

- Los coeficientes de cubierta a dos aguas serán válidos siempre y cuando la distancia entre el borde de la cubierta y la primera fila de placas sea superior igual a $e/10$, siendo “e” el menor valor entre b_i y $2h$.



** Zona P – Zona de turbulencias y otros efectos adversos**

En caso de no cumplirse esta condición, se analizará, y en caso de ser necesario se reforzará con fijaciones adicionales las filas más próximas al borde de la cubierta.

ANEXO 1- COEFICIENTES EOLICOS
Valores para marquesinas a un agua s/ norma UNE-EN 1991-1-4

Coeficientes de presión neta $c_{p,net}$					
Ángulo de la cubierta α	Bloqueo ϕ	Coeficiente global de fuerza c_f	Zona A	Zona B	Zona C
0°	Valor máximo para cualquier ϕ	+ 0,2	+ 0,5	+ 1,8	+ 1,1
	Valor mínimo para $\phi = 0$	- 0,5	- 0,6	- 1,3	- 1,4
	Valor mínimo para $\phi = 1$	- 1,3	- 1,5	- 1,8	- 2,2
5°	Valor máximo para cualquier ϕ	+ 0,4	+ 0,8	+ 2,1	+ 1,3
	Valor mínimo para $\phi = 0$	- 0,7	- 1,1	- 1,7	- 1,8
	Valor mínimo para $\phi = 1$	- 1,4	- 1,6	- 2,2	- 2,5
10°	Valor máximo para cualquier ϕ	+ 0,5	+ 1,2	+ 2,4	+ 1,6
	Valor mínimo para $\phi = 0$	- 0,9	- 1,5	- 2,0	- 2,1
	Valor mínimo para $\phi = 1$	- 1,4	- 1,6	- 2,6	- 2,7
15°	Valor máximo para cualquier ϕ	+ 0,7	+ 1,4	+ 2,7	+ 1,8
	Valor mínimo para $\phi = 0$	- 1,1	- 1,8	- 2,4	- 2,5
	Valor mínimo para $\phi = 1$	- 1,4	- 1,6	- 2,9	- 3,0
20°	Valor máximo para cualquier ϕ	+ 0,8	+ 1,7	+ 2,9	+ 2,1
	Valor mínimo para $\phi = 0$	- 1,3	- 2,2	- 2,8	- 2,9
	Valor mínimo para $\phi = 1$	- 1,4	- 1,6	- 2,9	- 3,0
25°	Valor máximo para cualquier ϕ	+ 1,0	+ 2,0	+ 3,1	+ 2,3
	Valor mínimo para $\phi = 0$	- 1,6	- 2,6	- 3,2	- 3,2
	Valor mínimo para $\phi = 1$	- 1,4	- 1,5	- 2,5	- 2,8
30°	Valor máximo para cualquier ϕ	+ 1,2	+ 2,2	+ 3,2	+ 2,4
	Valor mínimo para $\phi = 0$	- 1,8	- 3,0	- 3,8	- 3,6
	Valor mínimo para $\phi = 1$	- 1,4	- 1,5	- 2,2	- 2,7
NOTA Los valores + indican una acción neta en sentido descendente. Los valores - indican una acción neta en sentido ascendente.					

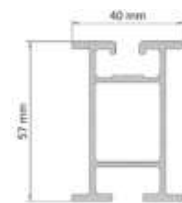
ANEXO 2- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

MATERIAL

Aleación de Aluminio Mg Si – 6082 T6

$F_{\text{pl},2}$ (N/mm ²)	F_{a} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	ν	ρ (kg/m ³)
250	290	70.000	27.000	0,3	2.700

PERFIL PORTANTE PS250



PROPIEDADES MECÁNICAS		AREA (cm ²)	I _y (cm ⁴)	I _x (cm ⁴)	W _y (cm ³)	W _x (cm ³)	A _{xx} (cm ²)
		4,56	18,36	6,22	6,31	3,22	1,83

SOPORTE TRIANGULAR L40x40

PROPIEDADES MECÁNICAS		AREA (cm ²)	I _x (cm ⁴)	I _y (cm ⁴)	W _x (cm ³)	W _y (cm ³)	Ax ₀ (cm ²)
		3,15	1,89	7,29	1,18	2,66	1,44

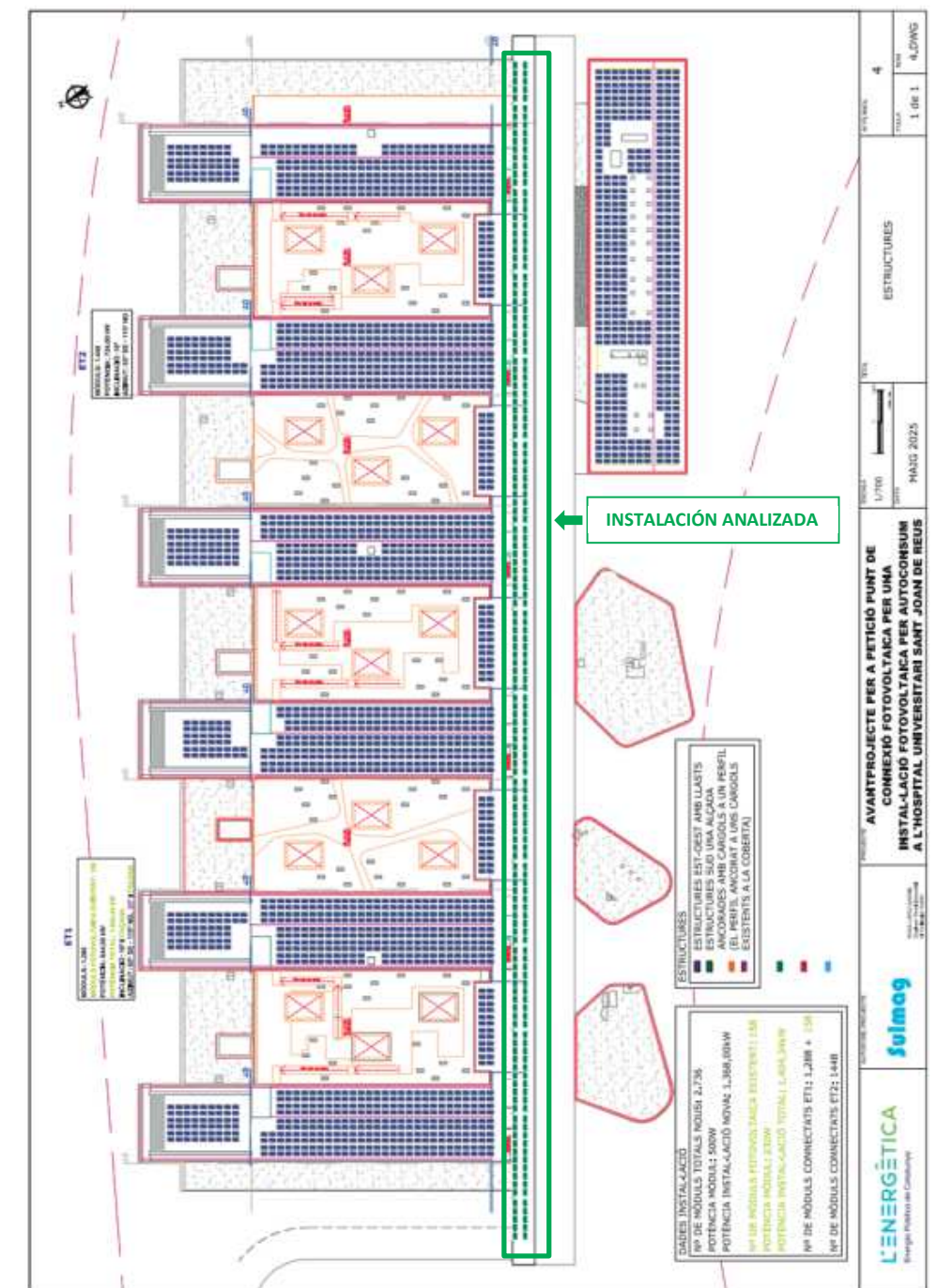
FIJACION DOBLE ROSCA AUTOTALADRANTE



	Par Apretre (Nm)	F _{0,2} (N/mm ²)	F _{0,1} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	v	ρ (Kg/m ³)
Pletina, acero Inox UNE/EN 10088		230	520	210.000	81.000	0,3	7.850
Tornillería acero inoxidable A2-70		450	700				
Tornillería ME, Acero Inoxidable A2-70	18	450	700				

Informe Técnico

ANEXO 3 – PLANO IMPLANTACION FOTOVOLTAICA
(plano facilitado por el cliente)



DOCUMENT FOTOGRÀFIC

Projecte Executiu d'una instal·lació fotovoltaica per autoconsum de 1.239 kWn a l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus



Imatge 1. Imatge coberta d'una de les espines de l'edifici central de l'Hospital



Imatge 3. Vista de la instal·lació fotovoltaica existent a la façana



Imatge 2. Imatge coberta, vista Est-Oest



Imatge 4. Imatge de la instal·lació fotovoltaica existent a la coberta, i que es preveu desmuntar

DOCUMENT FOTOGRÀFIC

Projecte Executiu d'una instal·lació fotovoltaica per autoconsum de 1.239 kWh a l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus



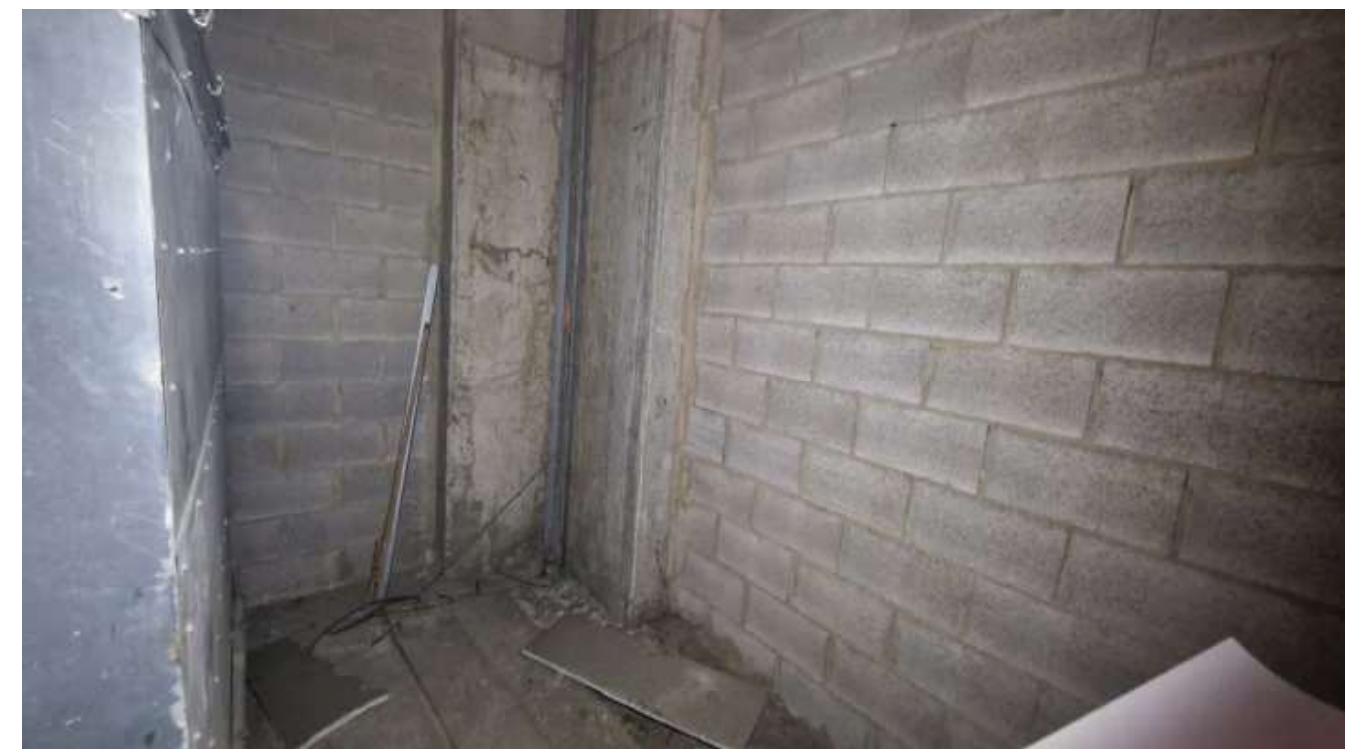
Imatge 5. Zona de la coberta on s'instal·laran els mòduls amb estructures a sud d'una alçada



Imatge 7. Sala Tècnica ET1



Imatge 6. Sala Tècnica ET2



Imatge 8. Espai en la sala tècnica de l'edifici de Gerència

1. DADES DE L'OBRA.....	1
2. NORMATIVA VIGENT	1
3. INTRODUCCIÓ.	2
4. DRETS I OBLIGACIONS.	2
4.1. DRET A LA PROTECCIÓ ENFRONT DELS RISCOS LABORALS.	2
4.2. PRINCIPIS DE L'ACCIÓ PREVENTIVA.....	2
4.3. AVALUACIÓ DELS RISCOS.	2
4.4. EQUIPS DE TREBALL I MITJANS DE PROTECCIÓ.	3
4.5. INFORMACIÓ, CONSULTA I PARTICIPACIÓ DELS TREBALLADORS.....	3
4.6. FORMACIÓ DELS TREBALLADORS.....	4
4.7. MESURES D'EMERGÈNCIA.....	4
4.8. RISC GREU I IMMINENT.	4
4.9. VIGILÀNCIA DE LA SALUT.....	4
4.10. DOCUMENTACIÓ.....	4
4.11. COORDINACIÓ D'ACTIVITATS EMPRESARIALS.....	4
4.12. OBLIGACIONS DELS TREBALLADORS EN MATÈRIA DE PREVENCIÓ DE RISCOS.....	4
5. SERVEIS DE PREVENCIÓ.	5
5.1. PROTECCIÓ I PREVENCIÓ DE RISCOS PROFESSIONALS.	5
5.2. SERVEIS DE PREVENCIÓ.....	5
6. CONSULTA I PARTICIPACIÓ DELS TREBALLADORS.	5
6.1. CONSULTA DELS TREBALLADORS.	5
7. DISPOSICIONS MÍNIMES DE SEGURETAT I SALUT EN ELS LLOCS DE TREBALL.	5
7.1. INTRODUCCIÓ.....	5
7.2. OBLIGACIONS DE L'EMPRESARI.....	6
7.2.1. CONDICIONS CONSTRUCTIVES.	6
7.2.2. ORDRE, NETEJA I MANTENIMENT. SENYALITZACIÓ.....	6
7.2.3. CONDICIONS AMBIENTALS.....	6
7.2.4. IL·LUMINACIÓ.....	6
7.2.5. SERVEIS HIGIÈNICS	7
7.2.6. MATERIAL I LOCALS DE PRIMERS AUXILIS.....	7

8. DISPOSICIONS MÍNIMES EN MATÈRIA DE SENYALITZACIÓ DE SEGURETAT I SALUT A LA FEINA.	7
8.1. INTRODUCCIÓ.....	7
8.2. OBLIGACIÓ GENERAL DE L'EMPRESARI.	7
9. DISPOSICIONS MÍNIMES DE SEGURETAT I SALUT PER A LA UTILITZACIÓ PELS TREBALLADORS DELS EQUIPS DE TREBALL.	7
9.1. INTRODUCCIÓ.....	7
9.2. OBLIGACIÓ GENERAL DE L'EMPRESARI.	8
9.3. DISPOSICIONS MÍNIMES GENERALS APLICABLES ALS EQUIPS DE TREBALL.....	8
9.4. DISPOSICIONS MÍNIMES ADDICIONALS APLICABLES ALS EQUIPS DE TREBALL MÒBILS.	9
9.5. DISPOSICIONS MÍNIMES ADDICIONALS APLICABLES ALS EQUIPS DE TREBALL PER A ELEVACIÓ DE CÀRREGUES.....	9
9.6. DISPOSICIONS MÍNIMES ADDICIONALS APLICABLES A LA MAQUINÀRIA-EINA.	9
10. DISPOSICIONS MÍNIMES DE SEGURETAT I SALUT EN LES OBRES DE CONSTRUCCIÓ D'INSTAL·LACIONS FOTOVOLTAIQUES	10
10.1. INTRODUCCIÓ.....	10
10.2. RISCOS FREQUENTS EN LES OBRES DE CONSTRUCCIÓ D'INSTAL·LACIONS FOTOVOLTAIQUES	10
10.3. MESURES PREVENTIVES DE CARÀCTER GENERAL.	11
10.4. MESURES PREVENTIVES DE CARÀCTER PARTICULAR PER A CADA TREBALL.....	12
10.4.1. COBERTES.....	12
10.4.2. MANIPULACIÓ DE MÒDULS FOTOVOLTAICS.....	12
10.4.3. MUNTATGE D'ESTRUCTURA METÀL·LICA	12
10.4.4. INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA A L'OBRA	12
10.5. DISPOSICIONS ESPECÍFIQUES DE SEGURETAT I SALUT DURANT L'EXECUCIÓ DE LES OBRES.	13
10.6. DISPOSICIONS MÍNIMES DE SEGURETAT I SALUT RELATIVES A LA UTILITZACIÓ PELS TREBALLADORS D'EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL.....	13
10.6.1. INTRODUCCIÓ.	13
10.6.2. OBLIGACIONS GENERALS DE L'EMPRESARI.....	13
10.6.3. PROTECTORS DEL CAP.....	13
10.6.4. PROTECTORS DE MANS I BRAÇOS.....	13
10.6.5. PROTECTORS DE PEUS I CAMES	14
10.6.6. PROTECTORS DEL COS.....	14

1. DADES DE L'OBRA

Tipus d'obra: Instal·lació solar fotovoltaica sobre cobertes

Ubicació de l'obra: Hospital Universitari Sant Joan de Reus, Avinguda del Doctor Josep Laporte 2, 43204 Reus

Accés a l'obra: Per l'avinguda del Doctor Josep Laport

Promotor de l'obra: L'Energètica

Autor del Projecte i d'aquest estudi: Rosa López García, SULMAG40, SL

2. NORMATIVA VIGENT

La legislació vigent en matèria de seguretat i salut que s'ha de complir es la següent:

- **Ordre de 20 de maig de 1952** per la qual s'aprova el "Reglament de seguretat i higiene del treball a la indústria de la construcció.
- **Ordre de 28 d'agost de 1970** per la qual s'aprova "L'Ordenança del treball per les indústries de la construcció, vidre i ceràmica"
- **Ordre de 9 de març de 1971** on s'aprova "L'ordenança general de seguretat i higiene al treball"
- **Ordre de 31 d'agost de 1987** sobre "Senyalització, abalisament, neteja i finalització d'obres fixes en vies fora de població".
- **Resolució 4/11/1988 de 30 de novembre de 1988** sobre les "Distàncies reglamentàries d'obres i construccions a línies elèctriques".
- **Directiva 92/57/CEE de 24 de juny de 1992** per la que s'aproven les "Disposicions mínimes de seguretat i salut que han d'aplicar-se en les obres de construcció temporals o mòbils".
- **Llei 31/1995 de 8 de novembre de 1995** per la qual s'aprova la "Llei de prevenció de riscos laborals".
- **Reial Decret 39/1997 de 17 de gener de 1997** pel qual s'aprova el "Reglament dels serveis de prevenció".
- **Reial Decret 485/1997 de 14 d'abril de 1997** pel qual s'aproven les "Disposicions mínimes en matèria de senyalització, de seguretat i salut en el treball".
- **Reial Decret 486/1997 de 14 d'abril de 1997** sobre les "Disposicions mínimes de seguretat i salut als llocs de treball". Deroga alguns capítols de l'Ordenança de Seguretat i Higiene en el treball.

- **Reial Decret 487/1997 de 14 d'abril de 1997** sobre les "Disposicions mínimes de seguretat i salut relatives a la manipulació manual de càrregues que comporti riscos, en particular dors lumbar, pels treballadors.
- **Reial Decret 488/1997 de 14 d'abril de 1997** sobre les "Disposicions mínimes de seguretat i salut relatives al treball amb equips que inclouen pantalles de visualització".
- **Reial Decret 664/1997 de 12 de maig de 1997** de "Protecció dels treballadors vers els riscos relacionats amb l'exposició a agents biològics durant el treball".
- **Reial Decret 665/1997 de 12 de maig de 1997** de "Protecció dels treballadors vers els riscos relacionats amb l'exposició a agents cancerígens durant el treball".
- **Reial Decret 773/1997 de 30 de maig de 1997** pel qual s'aproven les "Disposicions mínimes de seguretat i salut, relatives a la utilització pels treballadors d'equips de protecció individual".
- **Reial Decret 1215/1997 de 18 de juliol de 1997** pel qual s'aproven les "Disposicions mínimes de seguretat i salut per la utilització pels treballadors dels equips de treball".
- **Reial Decret 1627/1997 de 24 d'octubre de 1997** pel qual s'aproven les "Disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció". Transposició de la Directiva 92/57/CEE.
- **Ordre de 12 de gener de 1998** on s'aprova el model de llibre d'incidències en obra de construcció.
- **Reial Decret 614/2001 de 8 de juny de 2001** sobre "Protecció contra risc elèctric"
- **Reial Decret 374/2001 de 6 d'abril de 2001** sobre la "Protecció de la salut i seguretat dels treballadors vers els riscos relacionats amb l'exposició a agents químics durant el treball".
- **Reial Decret 836/2003 de 27 de juny de 2003** pel qual s'aprova la "Instrucció tècnica complementària MIE-AEM 2 del reglament d'aparells d'elevació i mantenició referent a grues-torre desmuntables per obres".
- **Llei 54/2003 de 12 de desembre de 2003** per la qual es "Reforma del marc normatiu de la prevenció de riscos laborals".
- **Reial Decret 2177/2004 de 12 de novembre de 2004** sobre les "Disposicions mínimes de seguretat i salut per la utilització pels treballadors dels equips de treball en matèria de treballs temporals en alçada".
- **Reial Decret 286/2006 de 10 de març de 2006** sobre la "Protecció de la salut i seguretat dels treballadors vers els riscos relacionats amb la exposició al soroll".
- **Reial Decret 396/2006 de 31 de març de 2006** sobre les "Disposicions mínimes de seguretat i salut aplicables als treballs amb risc d'amiant".

- **Reial Decret 604/2006 de 19 de maig de 2006** pel qual es modifica el RD39/1997, pel qual “S’aprova el reglament dels serveis de prevenció” i també es modifica el RD 1627/97, pel qual “S’estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut a les obres de construcció”.
- **Llei 32/2006 de 18 d’octubre de 2006** s’aprova la “Llei reguladora de la subcontractació en el sector de la construcció”
- **Reial Decret 337/2010 de 23 de març de 2010** pel qual es modifica el RD 39/1997, RD 1109/2007 i RD 1627/1997.
- **Ordre TIN/1071/2010 de 27 d’abril de 2010** sobre “Requisits i dades que han de complir les comunicacions d’apertura o de represa d’activitats en els centres de treball”,
- En diversos BOE s’aproven normatives pels diferents equips de protecció individual.

3. INTRODUCCIÓ.

La Llei 31/1995, de 8 de novembre de 1995, de Prevenció de Riscos Laborals, modificada per la Llei 25/2009, modificació de diverses lleis per a la seva adaptació a la Llei sobre el llibre accés a les activitats de serveis i el seu exercici, té per objecte la determinació del cos bàsic de garanties i responsabilitats precis per establir un adequat nivell de protecció de la salut dels treballadors davant els riscos derivats de les condicions de treball/feina.

Com a llei estableix un marc legal a partir del qual les normes reglamentàries aniran fixant i concretant els aspectes més tècnics de les mesures preventives.

Aquestes normes complementàries queden resumides a continuació:

1. Disposicions mínimes de seguretat i salut als llocs de treball.
2. Disposicions mínimes en matèria de senyalització de seguretat i salut a la feina.
3. Disposicions mínimes de seguretat i salut per a la utilització per part dels treballadors dels equips de treball.
4. Disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció.
5. Disposicions mínimes de seguretat i salut relatives a la utilització per part dels treballadors d'equips de protecció individual

4. DRETS I OBLIGACIONS.

4.1. DRET A LA PROTECCIÓ ENFRONT DELS RISCOS LABORALS.

Els treballadors tenen dret a una protecció eficaç en matèria de seguretat i salut a la feina.

A aquest efecte, l'empresari realitzarà la prevenció dels riscos laborals mitjançant l'adopció de quantes mesures calguin per a la protecció de la seguretat i la salut dels treballadors, amb les especialitats que es recullen en els articles següents en matèria d'avaluació de riscos, informació, consulta, participació i formació dels treballadors, actuació en casos d'emergència i de risc greu i imminent i vigilància de la salut.

4.2. PRINCIPIS DE L'ACCIÓ PREVENTIVA.

L'empresari aplicarà les mesures preventives pertinents, d'acord amb els següents principis generals:

- a. Evitar els riscos.
- b. Avaluar els riscos que no es poden evitar.
- c. Combatre els riscos a l'origen.
- d. Adaptar el treball a la persona, en particular en el que respecta a la concepció dels llocs de treball, l'organització del treball, les condicions de treball, les relacions socials i la influència dels factors ambientals a la feina.
- e. Adoptar mesures que anteposin la protecció col·lectiva a la individual.
- f. Donar les degudes instruccions als treballadors.
- g. Adoptar les mesures necessàries a fi de garantir que només els treballadors que hagin rebut informació suficient i adequada puguin accedir a les zones de risc greu i específic.
- h. Preveure les distraccions o imprudències no temeràries que pugués cometre el treballador.

4.3. AVALUACIÓ DELS RISCOS.

L'acció preventiva a l'empresa es planificarà per l'empresari a partir d'una avaluació inicial dels riscos per a la seguretat i la salut dels treballadors, que es realitzarà, amb caràcter general, tenint en compte la naturalesa de l'activitat, i en relació amb aquells que estiguin exposats a riscos especials. Igual

avaluació haurà de fer-se amb ocasió de l'elecció dels equips de treball, de les substàncies o preparats químics i del condicionament dels llocs de treball.

D'alguna manera es podrien classificar les causes dels riscos en les categories següents:

- Insuficient qualificació professional del personal dirigent, caps d'equip i obrers.
- Ocupació de maquinària i equips en treballs que no corresponen a la finalitat per a la que van ser concebuts o a les seves possibilitats.
- Negligència en el maneig i conservació de les màquines i instal·lacions. Control deficient en l'explotació.
- Insuficient instrucció del personal en matèria de seguretat.

Referent a les màquines eina, els riscos que poden sorgir al manipular-les es poden resumir en els següents punts:

- Es pot produir un accident o deteriorament d'una màquina si es posa en marxa sense conèixer la seva manera de funcionament.
- La lubricació deficient condueix a un desgast prematur per la qual cosa els punts de greixatge manual han de ser greixats regularment.
- Pot haver certs riscos si alguna palanca de la màquina no està en la seva posició correcta.
- El resultat d'un treball pot ser poc exacte si les guies de les màquines es desgasten, i per això cal protegir-les contra la introducció d'encenalls.
- Pot haver riscos mecànics que es deriven fonamentalment dels diversos moviments que realitzin les diferents parts d'una màquina i que poden provocar que l'operari:
- Entri en contacte amb alguna part de la màquina o ser atrapat entre ella i qualsevol estructura fixa o material.
- Sigui copejat o arrossegat per qualsevol part en moviment de la màquina.
- Ser copejat per elements de la màquina que resultin projectats.
- Ser copejat per altres materials projectats per la màquina.
- Pot haver riscos no mecànics com ara els derivats de la utilització d'energia elèctrica, productes químics, generació de soroll, vibracions, radiacions, etc.

Els moviments perillosos de les màquines es classifiquen en quatre grups:

- Moviments de rotació. Són aquells moviments sobre un eix amb independència de la inclinació del mateix i tot i que girin lentament. Es classifiquen en els següents grups:
- Elements considerats aïlladament com ara arbres de transmissió, plançons, broques, acoblaments.
- Punts d'atrapament entre engranatges i eixos girant i altres fixes o dotades de desplaçament lateral a elles.
- Moviments alternatius i de translació. El punt perillós se situa al lloc on la peça dotada d'aquest tipus de moviment s'aproxima a una altra peça fixa o mòbil i la sobrepassa.
- Moviments de translació i rotació. Les connexions de bieles i plançons amb rodes i volants són alguns dels mecanismes que generalment estan dotades d'aquest tipus de moviments.
- Moviments d'oscil·lació. Les peces dotades de moviments d'oscil·lació pendular generen punts de "tisora" entre elles i altres peces fixes.

Les activitats de prevenció hauran de ser modificades quan s'apreciï per l'empresari, com a conseqüència dels controls periòdics previstos en l'apartat anterior, el seu inadequació als fins de protecció requerits.

4.4. EQUIPS DE TREBALL I MITJANS DE PROTECCIÓ.

Quan la utilització d'un equip de treball pugui presentar un risc específic per a la seguretat i la salut dels treballadors, l'empresari adoptarà les mesures necessàries amb la finalitat que:

- La utilització de l'equip de treball quedi reservada als encarregats de l'esmentada utilització.
- Els treballs de reparació, transformació, manteniment o conservació siguin realitzats pels treballadors específicament capacitats per a això.

L'empresari haurà de proporcionar als seus treballadors equips de protecció individual adequats per a l'acompliment de les seves funcions i vetllar per l'ús efectiu dels mateixos.

4.5. INFORMACIÓ, CONSULTA I PARTICIPACIÓ DELS TREBALLADORS.

L'empresari adoptarà les mesures adequades perquè els treballadors rebin totes les informacions necessàries en relació amb:

- a. Els riscos per a la seguretat i la salut dels treballadors a la feina.
- b. Les mesures i activitats de protecció i prevenció aplicables als riscos.

Els treballadors tindran dret a efectuar propostes a l'empresari, així com els òrgans competents en aquesta matèria, dirigides a la millora dels nivells de la protecció de la seguretat i la salut en els llocs de treball, en matèria de senyalització en els esmentats llocs, quant a la utilització pels treballadors dels equips de treball, en les obres de construcció i quant a utilització pels treballadors d'equips de protecció individual.

4.6. FORMACIÓ DELS TREBALLADORS.

L'empresari haurà de garantir que cada treballador rebi una formació teòrica i pràctica, suficient i adequada, en matèria preventiva.

4.7. MESURES D'EMERGÈNCIA.

L'empresari, tenint en compte la mida i l'activitat de l'empresa, així com la possible presència de persones alienes a la mateixa, haurà d'analitzar les possibles situacions d'emergència i adoptar les mesures necessàries en matèria de primers auxilis, lluita contra incendis i evacuació dels treballadors, designant per a això al personal encarregat de posar en pràctica aquestes mesures i comprovant periòdicament, en el seu cas, el seu correcte funcionament.

4.8. RISC GREU I IMMINENT.

Quan els treballadors estiguin exposats a un risc greu i imminent amb ocasió del seu treball, l'empresari estarà obligat a:

- a. Informar com més aviat millor a tots els treballadors afectats sobre l'existència de l'esmentat risc i de les mesures adoptades en matèria de protecció.
- b. Donar les instruccions necessàries perquè, en cas de perill greu, imminent i inevitable, els treballadors puguin interrompre la seva activitat i a més estar en condicions, tenint en compte dels seus coneixements i dels mitjans tècnics llocs a la seva disposició, d'adoptar les mesures necessàries per evitar les conseqüències de l'esmentat perill.

4.9. VIGILÀNCIA DE LA SALUT.

L'empresari garantirà als treballadors al seu servei la vigilància periòdica del seu estat de salut en funció dels riscos inherents al treball, optant per la realització d'aquells reconeixements o proves que causin els menors molèsties al treballador i que siguin proporcionals al risc.

4.10. DOCUMENTACIÓ.

L'empresari haurà d'elaborar i conservar a disposició de l'autoritat laboral la següent documentació:

- a. Mesures de protecció i prevenció a adoptar.
- b. Resultat dels controls periòdics de les condicions de treball.
- c. Pràctica dels controls de l'estat de salut dels treballadors.
- d. Relació d'accidents de treball i malalties professionals que hagin causat al treballador una incapacitat laboral superior a un dia de treball.

4.11. COORDINACIÓ D'ACTIVITATS EMPRESARIALS.

Quan en un mateix centre de treball desenvolupin activitats treballadors de dues o més empreses, aquestes hauran de cooperar en l'aplicació de la normativa sobre prevenció de riscos laborals.

4.12. OBLIGACIONS DELS TREBALLADORS EN MATÈRIA DE PREVENCIÓ DE RISCOS.

Correspon a cada treballador vetllar, segons les seves possibilitats i mitjançant el compliment de les mesures de prevenció que en cada cas siguin adoptades, per la seva pròpia seguretat i salut a la feina i per la d'aquelles altres persones a les quals pugui afectar la seva activitat professional, a causa dels seus actes i omissions a la feina, d'acord amb la seva formació i les instruccions de l'empresari.

Els treballadors, d'acord amb la seva formació i seguint les instruccions de l'empresari, deuran en particular:

- a. Usar adequadament, d'acord amb la seva naturalesa i els riscos previsibles, les màquines, aparells, eines, substàncies perilloses, equips de transport i, en general, qualssevol altres mitjans amb els quals desenvolupin la seva activitat.
- b. Utilitzar correctament els mitjans i equips de protecció facilitats per l'empresari.

- c. No posar fora de funcionament i utilitzar correctament els dispositius de seguretat existents.
- d. Informar d'immediat un risc per a la seguretat i la salut dels treballadors.
- e. Contribuir al compliment de les obligacions establertes per l'autoritat competent.

5. SERVEIS DE PREVENCIÓ.

5.1. PROTECCIÓ I PREVENCIÓ DE RISCOS PROFESSIONALS.

En compliment del deure de prevenció de riscos professionals, l'empresari designarà un o diversos treballadors per ocupar-se de l'esmentada activitat, constituirà un servei de prevenció o concertarà l'esmentat servei amb una entitat especialitzada aliena a l'empresa.

Els treballadors designats hauran de tenir la capacitat necessària, disposar del temps i dels mitjans precisos i ser suficients en número, tenint en compte la mida de l'empresa, així com els riscos que estan exposats els treballadors.

En les empreses de menys de sis treballadors, l'empresari podrà assumir personalment les funcions assenyalades anteriorment, sempre que desenvolupi de manera habitual la seva activitat al centre de treball i tingui capacitat necessària.

L'empresari que no hagués concertat el Servei de Prevenció amb una entitat especialitzada aliena a l'empresa haurà de sotmetre el seu sistema de prevenció al control d'una auditoria o avaluació externa.

5.2. SERVEIS DE PREVENCIÓ.

Si la designació d'un o diversos treballadors fora insuficient per a la realització de les activitats de prevenció, en funció de la mida de l'empresa, dels riscos que estan exposats els treballadors o de la perillositat de les activitats desenvolupades, l'empresari haurà de recórrer a un o diversos serveis de prevenció propis o aliens a l'empresa, que col·laboraran quan calgui.

S'entendrà com a servei de prevenció el conjunt de mitjans humans i materials necessaris per realitzar les activitats preventives a fi de garantir l'adequada protecció de la seguretat i la salut dels treballadors, assessorant i assistint per a això a l'empresari, als treballadors i als seus representants i als òrgans de representació especialitzats.

6. CONSULTA I PARTICIPACIÓ DELS TREBALLADORS.

6.1. CONSULTA DELS TREBALLADORS.

L'empresari haurà de consultar als treballadors, amb la deguda antelació, l'adopció de les decisions relatives a:

- a. La planificació i l'organització del treball en l'empresa i la introducció de noves tecnologies, en tot lo relacionat amb les conseqüències que aquestes poguessin tenir per a la seguretat i la salut dels treballadors.
- b. L'organització i desenvolupament de les activitats de protecció de la salut i prevenció dels riscos professionals en l'empresa, inclosa la designació dels treballadors encarregats de les esmentades activitats o el recurs a un servei de prevenció extern.
- c. La designació dels treballadors encarregats de les mesures d'emergència.
- d. El projecte i l'organització de la formació en matèria preventiva.

7. DISPOSICIONS MÍNIMES DE SEGURETAT I SALUT EN ELS LLOCS DE TREBALL.

7.1. INTRODUCCIÓ.

La llei 31/1995, de 8 de novembre de 1995, de Prevenció de Riscos Laborals, modificada per la llei 25/2009 de modificació de diverses lleis per a la seva adaptació a la llei sobre el llibre accés a les activitats de serveis i el seu exercici, és la norma legal per la qual es determina el cos bàsic de garanties i responsabilitats precis per establir un adequat nivell de protecció de la salut dels treballadors enfront dels riscos derivats de les condicions de treball.

D'acord amb l'article 6 de l'esmentada llei, seran les normes reglamentàries les que fixaran i concretaran els aspectes més tècnics de les mesures preventives, a través de normes mínimes que garanteixin l'adequada protecció dels treballadors. Entre aquestes es troben necessàriament les destinades a garantir la seguretat i la salut en els llocs de treball, de manera que de la seva utilització no es derivin riscos per als treballadors.

Per tot el que s'exposa, el Reial decret 486/1997 de 14 d'Abril de 1.997 estableix les disposicions mínimes de seguretat i de salut aplicables als llocs de treball, entenent com tals les àrees del centre de

treball, edificades o no, en les que els treballadors deguin romandre o a les quals puguin accedir pel que fa al seu treball, sense incloure les obres de construcció temporals o mòbils.

7.2. OBLIGACIONS DE L'EMPRESARI.

L'empresari haurà d'adoptar les mesures necessàries perquè la utilització dels llocs de treball no origini riscos per a la seguretat i salut dels treballadors.

En qualsevol cas, els llocs de treball hauran de complir les disposicions mínimes establertes en el present Reial decret quant a les seves condicions constructives, ordre, neteja i manteniment, senyalització, instal·lacions de servei o protecció, condicions ambientals, il·luminació, material i locals de primers auxilis.

7.2.1. CONDICIONS CONSTRUCTIVES.

El disseny i les característiques constructives dels llocs de treball hauran d'oferir seguretat enfront dels riscos de relliscades o caigudes, xocs o cops contra objectes i enderrocs o caigudes de materials sobre els treballadors.

El disseny i les característiques constructives dels llocs de treball deuran també facilitar el control de les situacions d'emergència, en especial en cas d'incendi, i possibilitar, quan calgui, la ràpida i segura evacuació dels treballadors.

Tots els elements estructurals o de servei (cimentació, estructura, murs i escales) hauran de tenir la solidesa i resistència necessàries per suportar les càrregues o esforços que siguin sotmesos.

Les dimensions dels locals de treball hauran de permetre que els treballadors realitzin el seu treball sense riscos per a la seva seguretat i salut i en condicions ergonòmiques acceptables, adoptant una superfície lliure superior a 2 m² per treballador, un volum més gran a 10 m³ per treballador i una altura mínima des del pis al sostre de 2,50 m. Les zones dels llocs de treball en les quals existeixi risc de caiguda, de caiguda d'objectes o de contacte o exposició a elements agressius, hauran d'estar clarament senyalitzades.

Cas d'utilitzar escales de mà, aquestes tindran la resistència i els elements de suport i subjecció necessaris perquè la seva utilització en les condicions requerides no suposi un risc de caiguda, per trencament o desplaçament de les mateixes. En qualsevol cas, no s'utilitzaran escales de més de 5 m d'altura, es col·locaran formant un angle aproximat de 75° amb l'horitzontal, els seus travessers deuran perllongar-se almenys 1 m sobre la zona a accedir, l'ascens, descens i els treballs des d'escales

s'efectuaran front a les mateixes, els treballs a més de 3,5 m d'altura, des del punt d'operació a terra, que requereixin moviments o esforços perillosos per a l'estabilitat del treballador, només s'efectuaran si s'utilitza cinturó de seguretat i no seran utilitzades per dues o més persones simultàniament.

La instal·lació elèctrica no haurà de comportar riscos d'incendi o explosió, per a això es dimensionaran tots els circuits considerant les sobreintensitats previsibles i es dotarà als conductors i resta d'aparamenta elèctrica d'un nivell d'aïllament adequat.

Per evitar el contacte elèctric directe s'utilitzarà el sistema de separació per distància o allunyament de les parts actives fins a una zona no accessible pel treballador, interposició d'obstacles i/o barreres (armaris per a quadres elèctrics, tapes per a interruptors, etc.) i recobriment o aïllament de les parts actives.

Per evitar el contacte elèctric indirecte s'utilitzarà el sistema de posada a terra de les masses (conductors de protecció connectats a les carcasses dels receptors elèctrics, línies d'enllaç amb terra i elèctrodes artificials) i dispositius de cort per intensitat de defecte (interruptors diferencials de sensibilitat adequada al tipus de local, característiques del terreny i constitució dels elèctrodes artificials).

7.2.2. ORDRE, NETEJA I MANTENIMENT. SENYALITZACIÓ.

Les zones de passada, sortides i vies de circulació dels llocs de treball i, en especial, les sortides i vies de circulació previstes per a l'evacuació en casos d'emergència, deuran romandre lliures d'obstacles.

Els llocs de treball i, en particular, les seves instal·lacions, hauran de ser objecte d'un manteniment periòdic.

7.2.3. CONDICIONS AMBIENTALS.

L'exposició a les condicions ambientals dels llocs de treball no ha de suposar un risc per a la seguretat i la salut dels treballadors.

7.2.4. IL·LUMINACIÓ.

La il·luminació serà natural, complementant-se amb il·luminació artificial en les hores o llocs de visibilitat deficient. Els llocs de treball portaran a més punts de llum individuals, amb la finalitat d'obtenir una visibilitat notable.

La il·luminació haurà de posseir una uniformitat adequada, mitjançant la distribució uniforme de lluminàries, evitant-se els enlluernaments directes per equips d'alta luminància.

7.2.5. SERVEIS HIGIÈNICS

Es disposarà d'aigua potable en quantitat suficient i fàcilment accessible pels treballadors.

7.2.6. MATERIAL I LOCALS DE PRIMERS AUXILIS.

El lloc de treball disposarà de material per a primers auxilis en cas d'accident, que haurà de ser adequat, quant a la seva quantitat i característiques, al nombre de treballadors i als riscos que estiguin exposats.

Com a mínim es disposarà, en lloc reservat i a la vegada de fàcil accés, d'una farmaciola portàtil, que contindrà en tot moment, aigua oxigenada, alcohol de 96, tintura de iode, mercurocrom, gases estèrils, cotó hidròfil, borsa d'aigua, torniquet, guants esterilitzats i rebutjables, xeringues, bullidor, agulles, termòmetre clínic, gases, esparadrap, apòsits adhesius, tisores, pinces, antiespasmòdics, analgèsics i benes.

8. DISPOSICIONS MÍNIMES EN MATÈRIA DE SENYALITZACIÓ DE SEGURETAT I SALUT A LA FEINA.

8.1. INTRODUCCIÓ.

La llei 31/1995, de 8 de novembre de 1995, de Prevenció de Riscos Laborals, modificada per la llei 25/2009 de modificació de diverses lleis per a la seva adaptació a la llei sobre el llibre accés a les activitats de serveis i el seu exercici, és la norma legal per la qual es determina el cos bàsic de garanties responsabilitats precis per establir un adequat nivell de protecció de la salut dels treballadors enfront dels riscos derivats de les condicions de treball i l'adequada protecció dels treballadors. Entre aquestes es troben les destinades a garantir que en els llocs de treball existeixi una adequada senyalització de seguretat i salut, sempre que els riscos no puguin evitar-se o limitar-se prou a través de mitjans tècnics de protecció col·lectiva.

Per tot el que s'exposa, el Reial decret 485/1997 de 14 d'Abril de 1.997 estableix les disposicions mínimes en matèria de senyalització de seguretat i de salut a la feina, entenent com tals aquelles senyalitzacions que referides a un objecte, activitat o situació determinada, proporcionin una indicació o una obligació relativa a la seguretat o la salut a la feina mitjançant un senyal en forma de panell, un color, un senyal lluminós o acústica, una comunicació verbal o un senyal gestual.

8.2. OBLIGACIÓ GENERAL DE L'EMPRESARI.

L'elecció del tipus de senyal i del número i emplaçament dels senyals o dispositius de senyalització a utilitzar en cada cas es realitzarà de manera que la senyalització resulti al més eficaç possible, tenint en compte:

- Les característiques del senyal.
- Els riscos, elements o circumstàncies que s'hagin de senyalitzar.
- L'extensió de la zona a cobrir.
- El nombre de treballadors afectats.

Per a la senyalització de desnivells, obstacles o altres elements que originin risc de caiguda de persones, xocs o cops, així com per a la senyalització de risc elèctric, presència de matèries inflamables, tòxiques, corrosives o risc biològic, es podrà optar per un senyal d'advertència de manera triangular, amb un pictograma característic de color negre sobre fons groc i vores negres.

Els equips de protecció contra incendis hauran de ser de color vermell.

La senyalització per a la localització i identificació de les vies d'evacuació i dels equips de salvament o auxili (farmaciola portàtil) es realitzarà mitjançant un senyal de manera quadrada o rectangular, amb un pictograma característic de color blanc sobre fons verd.

Els mitjans i dispositius de senyalització hauran de ser netejats, mantinguts i verificats regularment.

9. DISPOSICIONS MÍNIMES DE SEGURETAT I SALUT PER A LA UTILITZACIÓ PELS TREBALLADORS DELS EQUIPS DE TREBALL.

9.1. INTRODUCCIÓ.

La llei 31/1995, de 8 de novembre de 1995, de Prevenció de Riscos Laborals, modificada per la llei 25/2009 de modificació de diverses lleis per a la seva adaptació a la llei sobre el llibre accés a les activitats de serveis i el seu exercici, és la norma legal per la qual es determina el cos bàsic de garanties i responsabilitats precis per establir un adequat nivell de protecció de la salut dels treballadors enfront dels riscos derivats de les condicions de treball.

D'acord amb l'article 6 de l'esmentada llei, seran les normes reglamentàries les que fixaran les mesures mínimes que es deuen adoptar per a l'adequada protecció dels treballadors. Entre aquestes es troben

les destinades a garantir que de la presència o utilització dels equips de treball posats a disposició dels treballadors en l'empresa o centre de treball no es deriven riscos per a la seguretat o salut dels mateixos.

Per tot el que s'exposa, el Reial decret 1215/1997 de 18 de Juliol de 1.997 estableix les disposicions mínimes de seguretat i de salut per a la utilització pels treballadors dels equips de treball, entenent com tals qualsevol màquina, aparell, instrument o instal·lació utilitzat a la feina.

9.2. OBLIGACIÓ GENERAL DE L'EMPRESARI.

L'empresari adoptarà les mesures necessàries perquè els equips de treball que es posin a disposició dels treballadors siguin adequats al treball que hagi de realitzar-se i convenientment adaptats al mateix, de manera que garanteixin la seguretat i la salut dels treballadors a l'utilitzar els esmentats equips.

Haurà d'utilitzar únicament equips que satisfacin qualsevol disposició legal o reglamentària que els sigui d'aplicació.

Per a l'elecció dels equips de treball l'empresari haurà de tenir en compte els següents factors:

- Les condicions i característiques específiques del treball a desenvolupar.
- Els riscos existents per a la seguretat i salut dels treballadors en el lloc de treball.
- En el seu cas, les adaptacions necessàries per a la seva utilització per treballadors discapacitats.

Adoptarà les mesures necessàries perquè, mitjançant un manteniment adequat, els equips de treball es conservin durant tot el temps d'utilització en unes condicions adequades. Totes les operacions de manteniment, ajust, desbloqueig, revisió o reparació dels equips de treball es realitzarà després d'haver parat o desconnectat l'equip. Aquestes operacions hauran de ser encomanades al personal especialment capacitat per a això.

L'empresari haurà de garantir que els treballadors rebin una formació i informació adequades als riscos derivats dels equips de treball. La informació, subministrada preferentment per escrit, haurà de contenir, 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 es puguin preveure.

- Les conclusions que, en el seu cas, es puguin obtenir de l'experiència adquirida en la utilització dels equips de treball.

9.3. DISPOSICIONS MÍNIMES GENERALS APLICABLES ALS EQUIPS DE TREBALL.

Els òrgans d'accionament d'un equip de treball que tinguin alguna incidència en la seguretat hauran de ser clarament visibles i identificables i no hauran de comportar riscos com a conseqüència d'una manipulació involuntària.

Cada equip de treball haurà d'estar proveït d'un òrgan d'accionament que permeti la seva parada total en condicions de seguretat.

Qualsevol equip de treball que comporti risc de caiguda d'objectes o de projeccions haurà d'estar proveït de dispositius de protecció adequats als esmentats riscos.

Qualsevol equip de treball que comporti risc per emanació de gasos, vapors o líquids o per emissió de pols haurà d'estar proveït de dispositius adequats de captació o extracció prop de la font emissora corresponent.

Si calgués per a la seguretat o la salut dels treballadors, els equips de treball i els seus elements deuran estabilitzar-se per fixació o per altres mitjans. Quan els elements mòbils d'un equip de treball puguin comportar risc d'accident per contacte mecànic, hauran d'anar equipats amb resguards o dispositius que impedeixin l'accés a les zones perilloses.

Les zones i punts de treball o manteniment d'un equip de treball hauran d'estar adequadament il·luminades en funció de les tasques que hagin de realitzar-se. Les parts d'un equip de treball que assoleixen temperatures elevades o molt baixes hauran d'estar protegides quan correspongui contra els riscos de contacte o la proximitat dels treballadors.

Tot equip de treball haurà de ser adequat per protegir als treballadors exposats contra el risc de contacte directe o indirecte de l'electricitat i els que comportin risc per soroll, vibracions o radiacions haurà de disposar de les proteccions o dispositius adequats per limitar, en la mesura del possible, la generació i propagació d'aquests agents físics.

Les eines manuals hauran d'estar construïdes amb materials resistents i la unió entre els seus elements haurà de ser ferm, de manera que s'evitin els trencaments o projeccions dels mateixos.

La utilització de tots aquests equips no podrà realitzar-se en contradicció amb les instruccions facilitades pel fabricant, comprovant abans de l'iniciar la tasca que totes les seves proteccions i condicions d'ús són les adequades.

Hauran de prendre's les mesures necessàries per evitar l'atrapada del cabell, robes de treball o altres objectes del treballador, evitant, en qualsevol cas, sotmetre als equips a sobrecàrregues, sobrepressions, velocitats o tensions excessives.

9.4. DISPOSICIONS MÍNIMES ADDICIONALS APLICABLES ALS EQUIPS DE TREBALL MÒBILS.

Els equips amb treballadors transportats hauran d'evitar el contacte d'aquests amb rodes i erugues i la immobilització per les mateixes. Per a això disposaran d'una estructura de protecció que impedeixi que l'equip de treball inclini més d'un quart de tornada o una estructura que garanteixi un espai suficient al voltant dels treballadors transportats quan l'equip pugui inclinar-se més d'un quart de tornada. No es requeriran aquestes estructures de protecció quan l'equip de treball es trobi estabilitzat durant la seva ocupació.

Els carretons elevadores hauran d'estar condicionades mitjançant la instal·lació d'una cabina per al conductor, una estructura que impedeixi que el carretó bolqui, una estructura que garanteixi que, en cas de bolcada, quedi espai suficient per al treballador entre el terra i determinades parts de l'esmentat carretó i una estructura que mantingui al treballador sobre el seient de conducció en bones condicions.

Els equips de treball automotors hauran de comptar amb dispositius de frenat i parada, amb dispositius per garantir una visibilitat adequada i amb una senyalització acústica d'advertència. En qualsevol cas, la seva conducció estarà reservada als treballadors que hagin rebut una informació específica.

9.5. DISPOSICIONS MÍNIMES ADDICIONALS APLICABLES ALS EQUIPS DE TREBALL PER A ELEVACIÓ DE CÀRREGUES.

Hauran d'estar instal·lats fermament, tenint present la càrrega que hagin d'aixecar i les tensions induïdes en els punts de suspensió o de fixació. En qualsevol cas, els aparells d'hissar estaran equipats amb limitador del recorregut del carro i dels ganxos, els motors elèctrics estaran proveïts de limitadors d'altura i del pes, els ganxos de subjecció seran d'acer amb "baldons de seguretat" i els carrils per a

desplaçament estaran limitats a una distància d'1 m del seu terme mitjançant límits de seguretat de final de carrera elèctrics.

Haurà de figurar clarament la càrrega nominal.

Hauran d'instal·lar-se de manera que es redueixi el risc que la càrrega caigui en picat, es deixi anar o es desviï involuntàriament de manera perillosa. En qualsevol cas, s'evitarà la presència de treballadors sota les càrregues suspeses. Cas d'anar equipades amb cabines per a treballadors deurà evitar-se la caiguda d'aquestes, el seu esclafament o xoc.

Els treballs d'hissat, transport i descens de càrregues suspeses, quedaran interromputs sota règim de vents superiors als 60 km/h.

9.6. DISPOSICIONS MÍNIMES ADDICIONALS APLICABLES A LA MAQUINÀRIA-EINA.

Les màquines-eina estaran protegides elèctricament mitjançant doble aïllament i els seus motors elèctrics estaran protegits per la carcassa.

Les que tinguin capacitat de cort tindran el disc protegit mitjançant una carcassa antiprojeccions.

Es prohibeix treballar sobre llocs entollats, per evitar els riscos de caigudes i els elèctrics.

Per a totes les tasques es disposarà una il·luminació adequada, entorn de 100 lux.

En prevenció dels riscos per inhalació de pols, s'utilitzaran en via humida les eines que ho produeixin.

Sota cap concepte es retirarà la protecció del disc de cort, utilitzant en tot moment ulleres de seguretat antiprojecció de partícules. Com normal general, s'hauran d'extreure els claus o parts metàl·liques clavades en l'element a tallar.

Amb les pistoles fixa-claus no es realitzaran trets inclinats, caldrà verificar que no hi ha ningú a l'altra banda de l'objecte sobre el qual es dispara, s'evitarà clavar sobre fàbriques de totxana i s'assegurarà l'equilibri de la persona abans d'efectuar el tret.

Per a la utilització dels trepants portàtils i fregadores elèctriques s'elegiran sempre les broques i discos adequats al material a trepar, s'evitarà realitzar trepants en una sola maniobra i trepants o fregades inclinades a pols i es tractarà no reescalfar les broques i discos.

Les polidores i abrillantadores de sòls, polidores de fusta i allisadores mecàniques tindran el manillar de maneig i control revestit de material aïllant i estaran dotades de cèrcol de protecció antienxampaments o abrasions.

En les tasques de soldadura per arc elèctric s'utilitzarà elm del soldar o pantalla de mà, no es mirarà directament a l'arc voltaic, no es tocaran les peces recentment soldades, se soldarà en un lloc ventilat, es verificarà la inexistència de persones a l'entorn vertical de lloc de treball, no es deixarà directament la pinça a terra o sobre la perfil·leria, s'escollirà l'elèctrode adequada per al cordó a executar i se suspendran els treballs de soldadura amb vents superiors a 60 km/h i a la intempèrie amb règim de pluges.

En la soldadura oxiacetilènica (oxitall) no es barrejaran ampolles de gasos diferents, aquestes es transportaran sobre safates engabiades en posició vertical i lligades, no s'ubicaran al sol ni en posició inclinada i els encenedors estaran dotats de vàlvules antiretrocs de la llama. Si es desprenen pintures es treballarà amb màscara protectora i es farà a l'aire lliure o en un local ventilat.

10. DISPOSICIONS MÍNIMES DE SEURETAT I SALUT EN LES OBRES DE CONSTRUCCIÓ D'INSTAL·LACIONS FOTOVOLTAIQUES

10.1. INTRODUCCIÓ.

La llei 31/1995, de 8 de novembre de 1995, de Prevenció de Riscos Laborals, modificada per la llei 25/2009 de modificació de diverses lleis per a la seva adaptació a la llei sobre el llibre accés a les activitats de serveis i el seu exercici, és la norma legal per la qual es determina el cos bàsic de garanties i responsabilitats precis per establir un adequat nivell de protecció de la salut dels treballadors enfront dels riscos derivats de les condicions de treball.

D'acord amb l'article 6 de l'esmentada llei, seran les normes reglamentàries les que fixaran les mesures mínimes que es deuen adoptar per a l'adequada protecció dels treballadors. Entre aquestes es troben necessàriament les destinades a garantir la seguretat i la salut en les obres de construcció.

Per tot el que s'exposa, el Reial decret 1627/1997 de 24 d'Octubre de 1.997 estableix les disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció, entenent com tals qualsevol obra, pública o privada, en la que s'efectuïn treballs de construcció o enginyeria civil.

El promotor estarà obligat a que en la fase de redacció del projecte s'elabori un estudi de seguretat i salut als projectes d'obres en que es doni algun dels supòsits següents:

- Que el pressupost d'execució per contracta inclòs al projecte sigui igual o superior a 450.759,07 Euros.
- Que la duració estimada sigui superior a 30 dies laborables, utilitzant en algun moment a mes de 20 treballadors simultàniament.
- Que el volum de ma d'obra estimada, entenent per tal la suma dels dies de treball del total dels treballadors a la obra, sigui superior a 500.

En el nostre cas, com el pressupost és superior al valor indicat, s'elabora un estudi complet de seguretat i salut.

10.2. RISCOS FREQUENTS EN LES OBRES DE CONSTRUCCIÓ D'INSTAL·LACIONS FOTOVOLTAIQUES

Els treballs més comuns on es produeixen riscos a les obres de construcció d'instal·lacions fotovoltaïques sobre coberta són:

- a. Coberta
- b. Manipulació de mòduls fotovoltaïcs
- c. Manipulació de bateries
- d. Treballs amb ferralla, manipulació i posada en obra.
- e. Muntatge d'estructura metàl·lica
- f. Muntatge de prefabricats.
- g. Obres de paleta.
- h. Instal·lació elèctrica definitiva i provisional d'obra.

Els riscos més freqüents durant aquests treballs són els descrits a continuació:

- a. Riscos derivats del maneig de màquines-eina i maquinària pesant en general.
- b. Caigudes al mateix o diferent nivell de persones, materials i útils.
- c. Els derivats dels treballs pulverulents.
- d. Despreniments per malament apilat de la fusta, planxes metàl·liques, etc.

- e. Corts i ferides en mans i peus, esclafaments, ensopegades i torçades al caminar sobre les estructures.
- f. Contactes amb l'energia elèctrica (directes i indirectes), electrocucions, cremades, etc.
- g. Cossos estranys als ulls, etc.
- h. Agressió per soroll i vibracions en tot el cos.
- i. Microclima laboral (fred-calor), agressió per radiació ultraviolada, infraroja.
- j. Agressió mecànica per projecció de partícules.
- k. Cops.
- l. Talls per objectes i/o eines.
- m. Incendi i explosions.
- n. Risc per sobreesforços musculars i dolents gestos.
- o. Càrrega de treball física.
- p. Deficient il·luminació.
- q. Efecte psicofisiològic d'horaris i torn.

10.3. MESURES PREVENTIVES DE CARÀCTER GENERAL.

S'establiran al llarg de l'obra rètols divulgatius i senyalització dels riscos(vol, atropellament, col·lisió, caiguda en altura, corrent elèctrica, perill d'incendi, materials inflamables, prohibit fumar, etc), així com les mesures preventives previstes (ús obligatori del casc, ús obligatori de les botes de seguretat, ús obligatori de guants, ús obligatori de cinturó de seguretat, etc).

S'habilitaran zona per a l'amuntegament de material i útils (ferralla, perfil·leria metàl·lica, peces prefabricades, fusteria metàl·lica, material elèctric, etc).

Es procurarà protecció personal, fonamentalment calçat antilliscant reforçat per a protecció de cops en els peus, casc de protecció per a la cap i cinturó de seguretat.

El transport aeri de materials i útils es farà suspenent-los des de dos punts mitjançant eslingues, i es guiaran per tres operaris, dos d'ells guiaran la càrrega i el tercer ordenarà les maniobres.

El transport d'elements pesats (mòduls fotovoltaics, estructura, etc) es farà sobre carretó de mà i així evitar sobreesforços.

La distribució de màquines, equips i materials en els locals de treball serà l'adequada, delimitant les zones d'operació i pas, els espais destinats a llocs de treball, les separacions entre màquines i equips, etc.

L'àrea de treball estarà a l'abast normal de la mà, sense necessitat d'executar moviments forçats.

Es vigilaran els esforços de torsió o de flexió del tronc, sobretot si el cos està en posició inestable.

S'evitaran les distàncies massa grans d'elevació, descens o transport, així com un ritme massa alt de treball.

Es tractarà que la càrrega i el seu volum permetin agafar-la amb facilitat.

Cal seleccionar l'eina correcta per al treball a realitzar, mantenint-la en bon estat i ús correcte d'aquesta. Després de realitzar les tasques, es guardaran en lloc segur.

La il·luminació per desenvolupar els oficis convenientment oscil·larà entorn dels 100 lux.

És convenient que els vestits estiguin configurats en diverses capes al comprendre entre elles quantitats d'aire que milloren l'aïllament al fred. Ocupació de guants, botes i orelleres i s'evitarà que la roba de treball s'amari de líquids evaporables.

Si el treballador patís estrès tèrmic s'han de modificar les condicions de treball, amb la finalitat de disminuir el seu esforç físic, millorar la circulació d'aire, apantallar la calor per radiació, dotar al treballador de vestimenta adequada (barret, ulleres de sol, cremes i locions solars), vigilar que la ingesta d'aigua tingui quantitats moderades de sal i establir descansos de recuperació si les solucions anteriors no són suficients.

L'aportament alimentari calòric ha de ser suficient per compensar la despesa derivada de l'activitat i de les contraccions musculars.

Per evitar el contacte elèctric directe s'utilitzarà el sistema de separació per distància o allunyament de les parts actives fins a una zona no accessible pel treballador, interposició d'obstacles i/o barreres (armaris per a quadres elèctrics, tapes per a interruptors, etc.) i recobriment o aïllament de les parts actives.

Per evitar el contacte elèctric indirecte s'utilitzarà el sistema de posada a terra de les masses (conductors de protecció, línies d'enllaç amb terra i elèctrodes artificials) i dispositius de cort per

intensitat de defecte (interruptors diferencials de sensibilitat adequada a les condicions d'humitat i resistència de terra de la instal·lació provisional).

Serà responsabilitat de l'empresari garantir que els primers auxilis puguin prestar-se en tot moment per personal amb la suficient formació per a això.

10.4. MESURES PREVENTIVES DE CARÀCTER PARTICULAR PER A CADA TREBALL

10.4.1. COBERTA

Per la realització de les obres i posteriors manteniments de la instal·lació fotovoltaica, s'ha previst la instal·lació de línies de vida permanents, com a mesura preventiva col·lectiva per evitar caigudes per alçada. S'adjunta un plànol amb les línies de vida previstes.

Per pujar el material a la zona amb més alçada s'utilitzarà una grua, per tant s'hauran de seguir totes les indicacions d'aquest Estudi Bàsic de Seguretat i Salut per l'elevació de càrregues.

Seràn obligatòries les mesures preventives individuals del treballadors, les quals es tracten en el punt 10.6 del present estudi.

Es paraitzaran els treballs sobre les cobertes sota règim de vents superiors a 60 km/h., pluja, gelada i/o neu i forts vents quan estiguin treballant amb les grues.

S'adjunten els plànols de les mesures preventives existents i previstes, al final d'aquest Estudi Bàsic de Seguretat i Salut

10.4.2. MANIPULACIÓ DE MÒDULS FOTOVOLTAICS

Els mòduls fotovoltaics es manipularan amb guants, i es realitzarà com a mínim amb dos operaris. Els riscos més freqüents amb la manipulació i instal·lació dels mòduls es la caiguda dels operaris al mateix nivell, a diferent nivell i al buit, així com a xocs i cops contra objectes, talls i lesions en mans i peus. També lumbàlgies per sobreesforços o postures inadequades.

Com ja s'ha explicat, per l'aplec dels mòduls es prepararà la zona d'emmagatzematge a la coberta i com a màxim s'apilaran els mòduls seguint les instruccions del fabricant.

10.4.3. MUNTATGE D'ESTRUCTURA METÀL·LICA

Totes les operacions de muntatge de les estructures metàl·liques es farà amb l'arnès amarrat a la línia de vida, en cas de no existir barana de seguretat al perímetre de l'edifici.

Es prohibeix la permanència d'operaris dins del radi d'acció de càrregues suspeses.

Si n'hi hagués talls de soldadura es prohibeix la permanència d'operaris directament sota els talls de soldadura.

10.4.4. INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA A L'OBRA

El muntatge d'aparells elèctrics serà executat per personal especialista, en prevenció dels riscos per muntatges incorrectes.

El calibre o secció del cablejat serà sempre l'adequat per a la càrrega elèctrica que ha de suportar.

Els fils tindran la funda protectora aïllant sense defectes apreciables (estrips i assimilables). No s'admetran trams defectuosos.

Els equips elèctrics han de suportar la intempèrie per poder treballar amb ells a cel obert (com per eixample els quadres elèctrics que han de posseir preses de corrent per a connexions blindades).

Els enllaços provisionals entre mànegues, s'executaran mitjançant connexions normalitzades estanques antihumitat.

Les mànegues de "alargadera" per ser provisionals i de curta estada poden portar-se esteses pel terra, però arrambades als paraments verticals.

Els interruptors s'instal·laran a l'interior de caixes normalitzades, proveïdes de porta d'entrada amb pany de seguretat.

Els quadres elèctrics metàl·lics tindran la carcassa connectada a terra.

Els quadres elèctrics es penjaran pendants de taulers de fusta rebuts als paraments verticals o bé a "peus drets" fermes.

Les maniobres a executar en el quadre elèctric general s'efectuaran pujat a una banqueta de maniobra o estora aïllant.

La tensió sempre estarà en la clavilla "femella", mai en la "mascle", per evitar els contactes elèctrics directes.

Els interruptors diferencials s'instal·laran d'acord amb les següents sensibilitats:

- 300 mA. Alimentació a la maquinària.
- 30 mA. Alimentació a la maquinària com millora del nivell de seguretat.
- 30 mA. Per a les instal·lacions elèctriques d'enllumenat.

Les parts metàl·liques de tot equip elèctric disposaran de presa de terra.

El neutre de la instal·lació estarà lloc a terra.

La presa de terra s'efectuarà a través de la pica o placa de cada quadre general.

El fil de presa de terra, sempre estarà protegit amb macarró en colors groc i verd.

Es prohibeix expressament utilitzar-lo per a altres usos.

La il·luminació mitjançant portàtils complirà la següent norma:

- a. Portabombetes estanc de seguretat amb mànec aïllant, reixeta protectora de la bombeta dotada de ganxo de pengi a la paret, mànega antihumitat, clavilla de connexió normalitzada estanca de seguretat, alimentats a 24 V.
- b. La il·luminació dels talls se situarà a una altura entorn dels 2 m., mesurats des de la superfície de suport dels operaris en el lloc de treball.

La il·luminació dels talls, sempre que sigui possible, s'efectuarà croada amb la finalitat de disminuir ombres.

Les zones de passada de l'obra, estaran permanentment il·luminades evitant racons foscos.

No es permetrà les connexions a terra a través de conduccions d'aigua.

No es permetrà el trànsit de carretons i persones sobre mànegues elèctriques, poden pelar-se i produir accidents. No es permetrà el trànsit sota línies elèctriques de les companyies amb elements longitudinals transportats a espatlla (perxes, regles, escales de mà i assimilables).

10.5. DISPOSICIONS ESPECIFIQUES DE SEGURETAT I SALUT DURANT L'EXECUCIÓ DE LES OBRES.

Quan en l'execució de l'obra intervingui més d'una empresa, o una empresa i treballadors autònoms o diversos treballadors autònoms, el promotor designarà un coordinador en matèria de seguretat i salut durant l'execució de l'obra, que serà un tècnic competent integrat en la direcció facultativa.

Quan no calgui la designació de coordinador, les funcions d'aquest seran assumides per la direcció facultativa.

10.6. DISPOSICIONS MÍNIMES DE SEGURETAT I SALUT RELATIVES A LA UTILITZACIÓ PELS TREBALLADORS D'EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL.

10.6.1. INTRODUCCIÓ.

La llei 31/1995, de 8 de novembre, de Prevenció de Riscos Laborals, modificada per la llei 25/2009 de modificació de diverses lleis per a la seva adaptació a la llei sobre el llibre accés a les activitats de serveis i el seu exercici determina el cos bàsic de garanties i responsabilitats precis per establir un adequat nivell de protecció de la salut dels treballadors enfront dels riscos derivats de les condicions de treball.

Així són les normes de desenvolupament reglamentari les que han de fixar les mesures mínimes que es deuen adoptar per a l'adequada protecció dels treballadors.

Entre elles es troben les destinades a garantir la utilització pels treballadors a la feina d'equips de protecció individual que els protegeixin adequadament d'aquells riscos per a la seva salut o la seva seguretat que no es puguin evitar o limitar-se prou mitjançant la utilització de mitjans de protecció col·lectiva o l'adopció de mesures d'organització a la feina.

10.6.2. OBLIGACIONS GENERALS DE L'EMPRESARI

Farà obligatori l'ús dels equips de protecció individual que a continuació es desenvolupen.

10.6.3. PROTECTORS DEL CAP

- Cascos de seguretat, no metàl·lics, classe N, aïllats per a baixa tensió, amb la finalitat de protegir als treballadors dels possibles xocs, impactes i contactes elèctrics.
- Ulleres de muntura universal contra impactes i antipols.
- Màscara antipols amb filtres protectors.
- Pantalla de protecció per a soldadura autògena i elèctrica.

10.6.4. PROTECTORS DE MANS I BRAÇOS

- Guants contra les agressions mecàniques (perforacions, corts, vibracions).
- Guants de goma fins, per a operaris que treballin amb formigó.
- Guants dielèctrics per a B.T.
- Guants de soldador.
- Canelleres.

- Mango aïllant de protecció en les eines.

10.6.5. PROTECTORS DE PEUS I CAMES

- Calçat proveït de sola i puntera de seguretat contra les agressions mecàniques.
- Botes dielèctriques per a B.T.
- Botes de protecció impermeables.
- Polaines de soldador.
- Genolleres.

10.6.6. PROTECTORS DEL COS

- Crema de protecció i pomades.
- Armilles, jaquetes i mandils de cuir per a protecció de les agressions mecàniques.
- Vestit impermeable de treball.
- Cinturó de seguretat, de subjecció i caiguda, classe A.
- Faixes i cinturons antivibracions.
- Perxa de B.T.
- Banqueta aïllant classe I per a maniobra de B.T.
- Llanterna individual de situació.
- Comprovador de tensió.

11. PRESSUPOST

A continuació s'adjunta el pressupost d'execució material (PEM), referent a les mesures de salut i prevenció de riscos laborals en l'àmbit de les obres previstes en aquest projecte. El pressupost d'aquest annex s'ha executat utilitzant el banc de preus de l'ITEC (Banc Bedec Gener 2025). El nombre màxim previst és de 6 operaris simultanis durant la durada dels treballs projectats.

El Pressupost Execució Material (PEM) en matèria de Seguretat i Salut per aquesta obra ascendeix a:

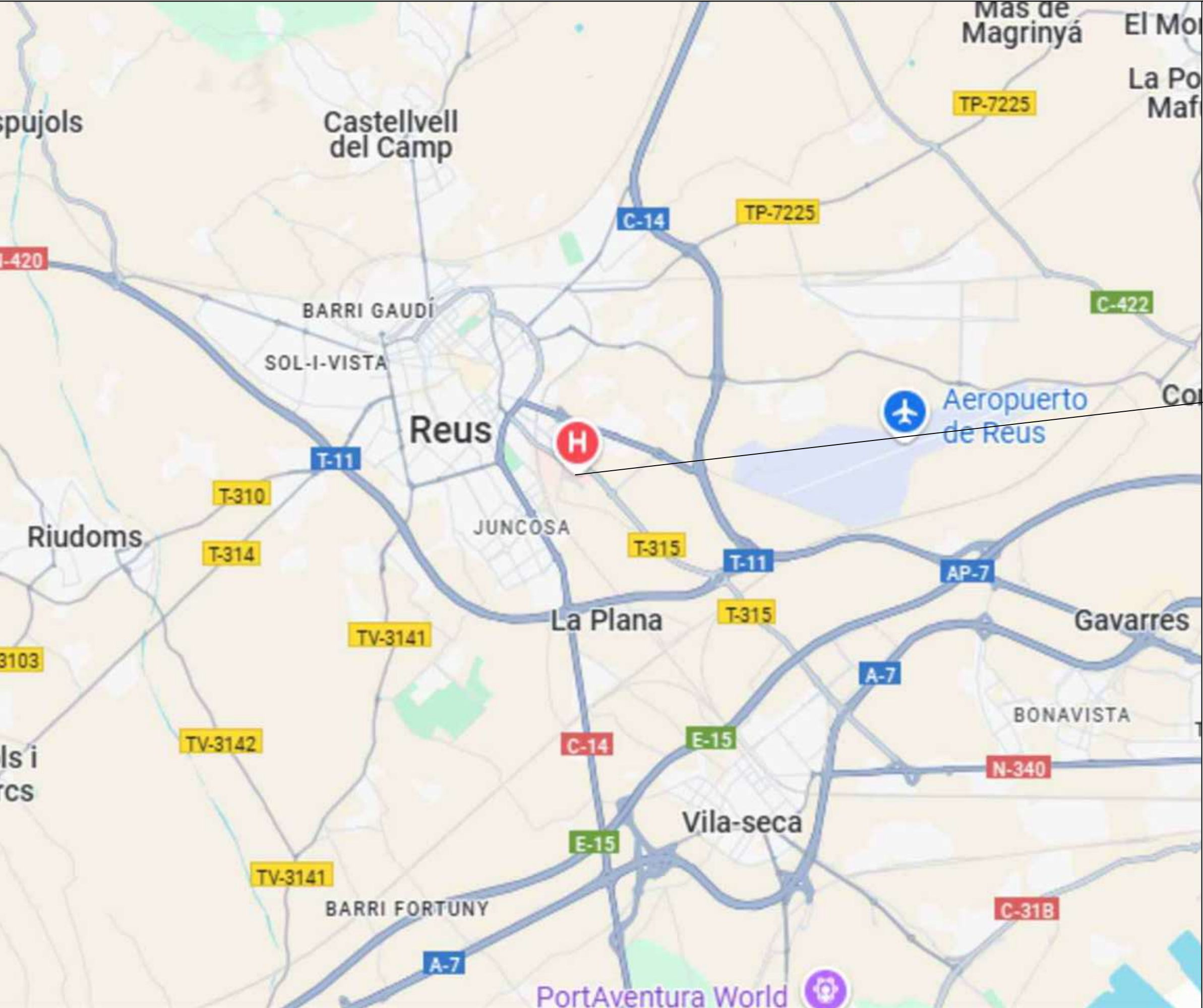
TRES MIL QUATRE-CENTS TRENTA EUROS AMB SIS CÈNTIMS (3.430,06 €).

Barcelona, Juny 2025

Rosa López García

Enginyer Tècnic Industrial

CETIB Col·legiat nº 19.800



HOSPITAL UNIVERSITARI SANT JOAN
AVINGUDA DEL DOCTOR JOSEP LAPORTE, 2
43204 REUS

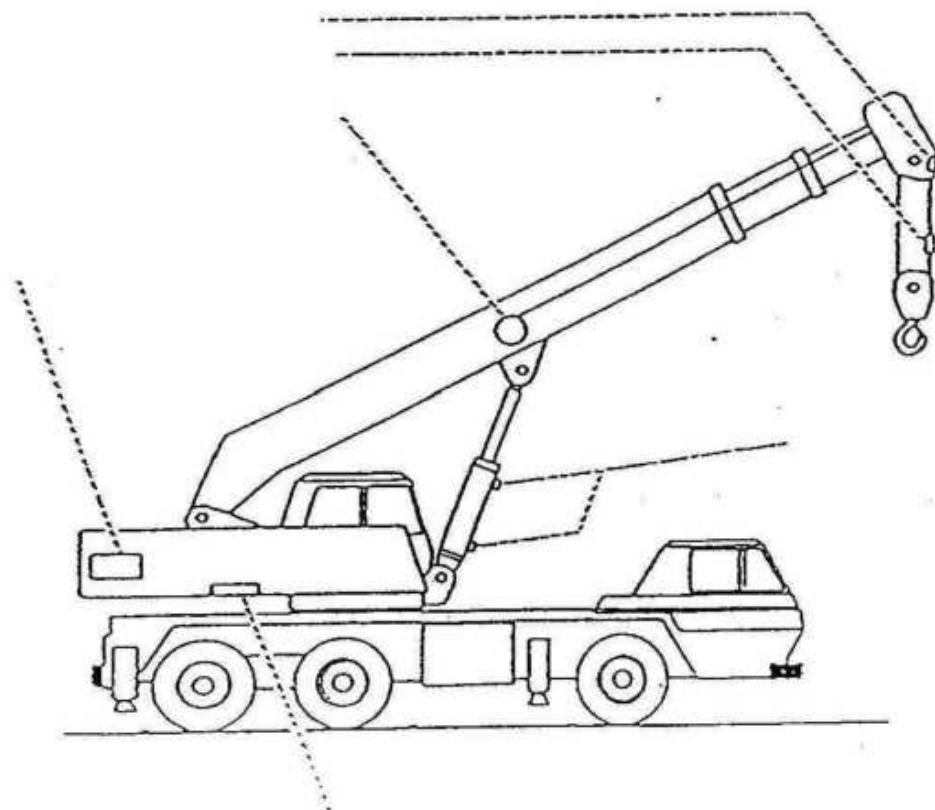
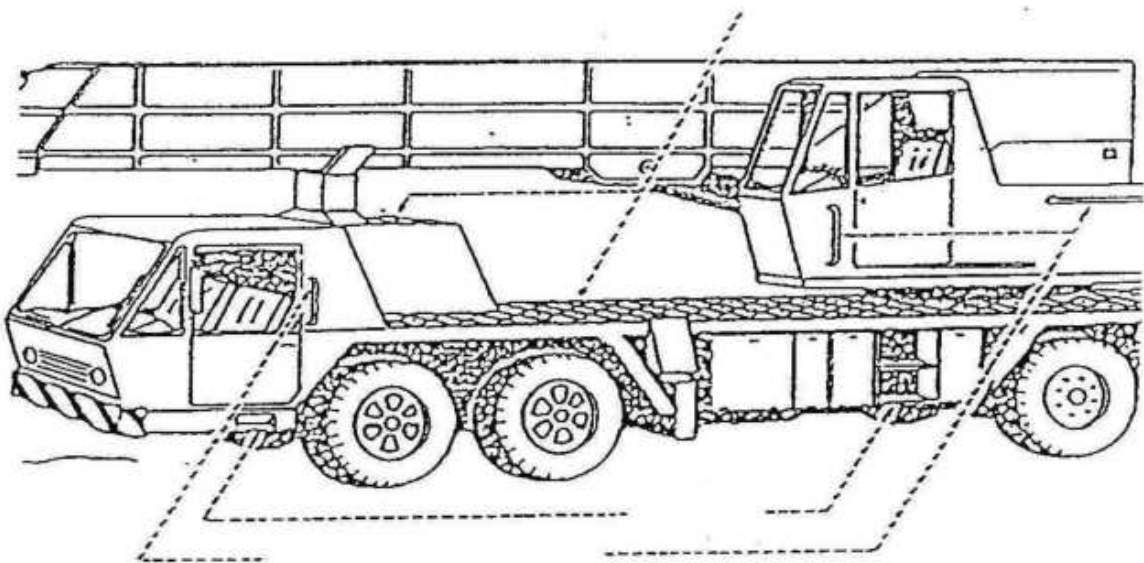
UBICACIÓ DE L'OBRA

COORDENADES UTM:
342.510, 4.556.548 (31T)

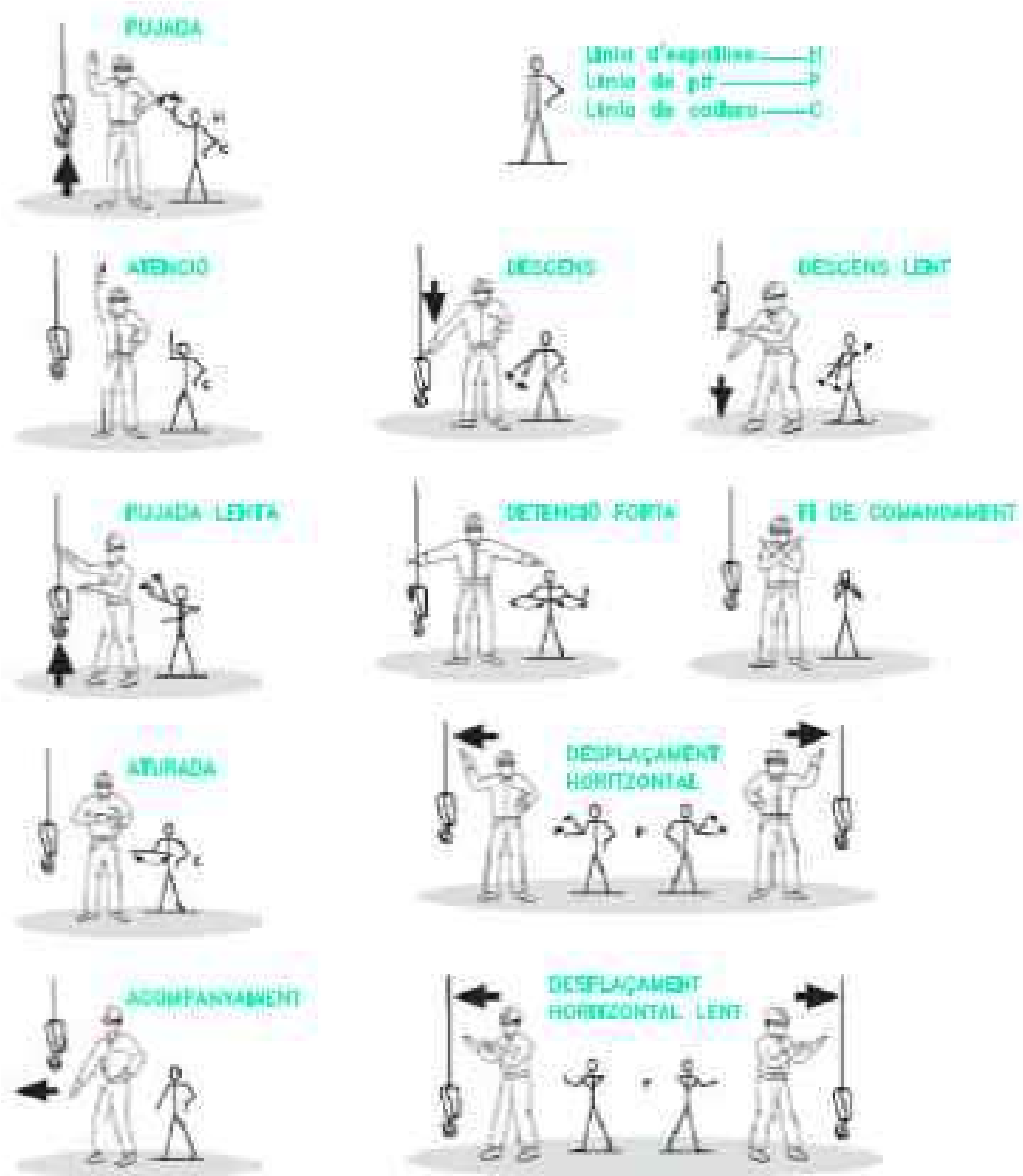
Reus

L'ENERGÈTICA Energia Pública de Catalunya	AUTOR DEL PROJECTE	PROJECTE	ESCALA	TÍTOL	Nº PLÀNOL	
	Sulmag ROSA LÓPEZ GARCÍA Enginyer Tècnic Industrial Nº Col·legiat 19.800	PROJECTE EXECUTIU D'UNA INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA PER AUTOCONSUM DE 1.215 kWn A L'HOSPITAL UNIVERSITARI SANT JOAN DE REUS	S/E	EMPLAÇAMENT DE L'OBRA	SS1	
			DATA		JUNY 2025	FULLA
					1 de 1	SS1.DWG

GRUA AUTOPROPULSADA

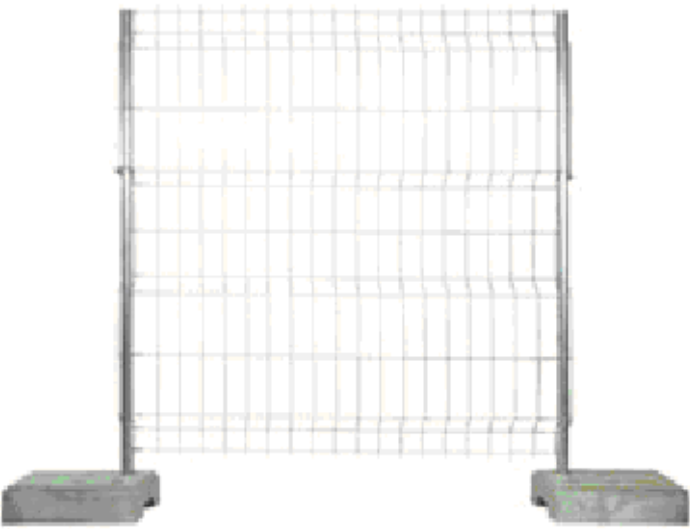
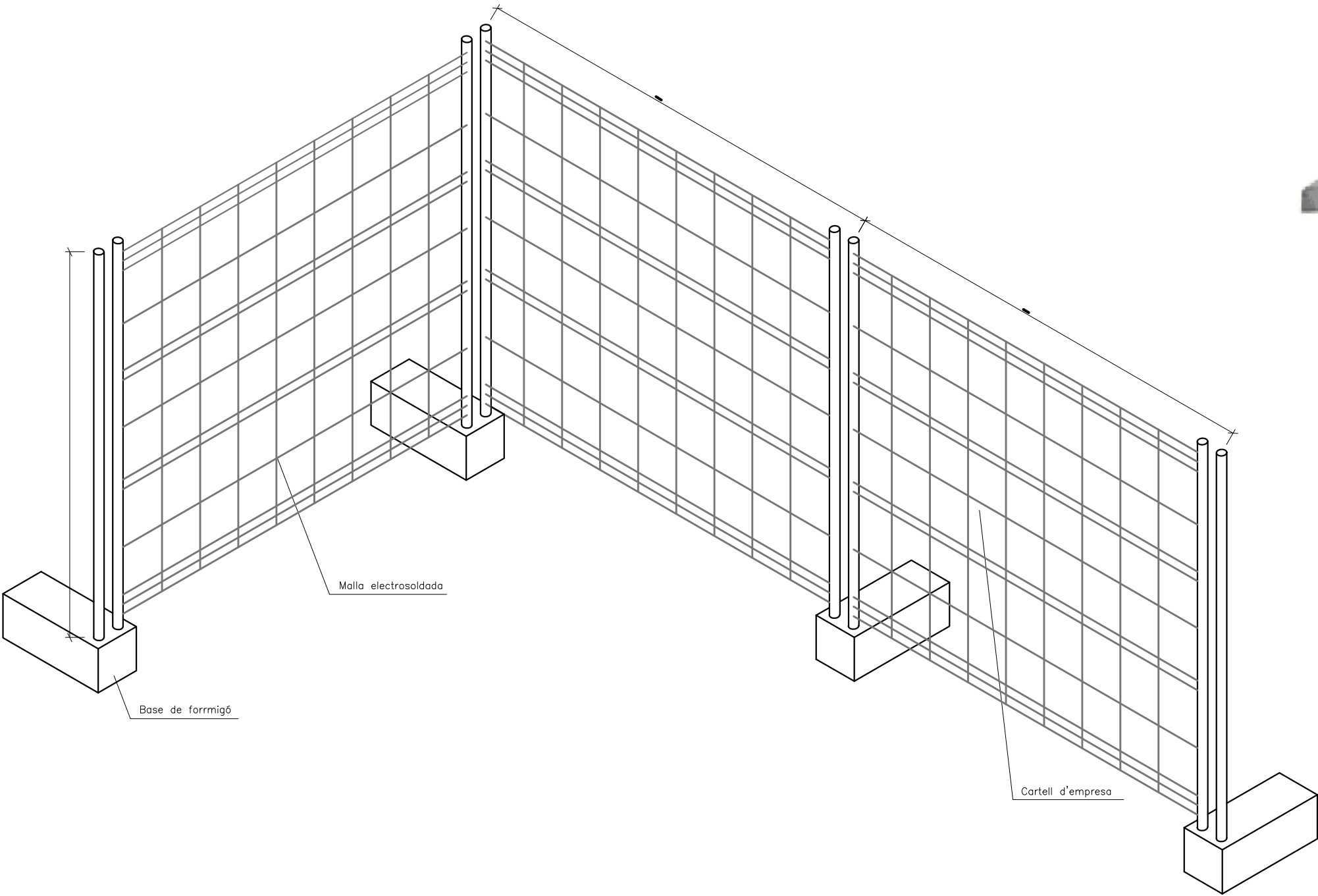


SENYALS MANUALS ESTÀNDAR PER GRUES

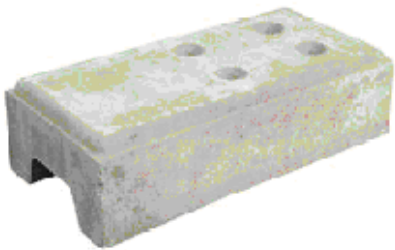


SENYALS ACÒSTIQUES O LLUMINOSOS DE CONTESTACIÓ	
Entén Obey	● Una senyal breu
Repeteix Demana ordres	● ● Dos senyals curtes
Vigila Perill immediat	— — — — — Senyals llargues
En marxa lliure Aparell en moviment	● ● ● ● ● Senyals curtes

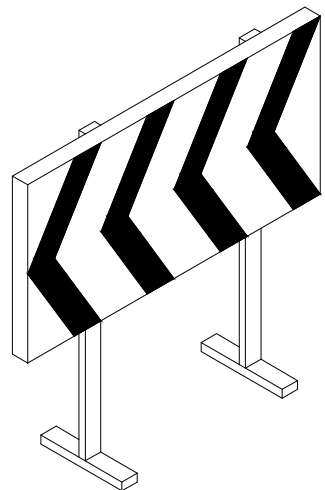
TANCAT PERIMETRAL OBRA



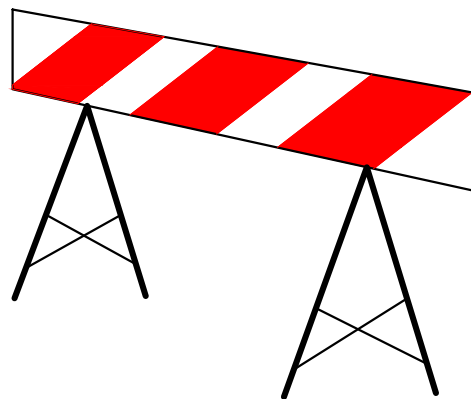
MALLA ELECTROSOLDADA DE 170x120x4 mm
AMB 4 PLECS PER MILLORAR LA RESISTÈNCIA,
ALÇADA 1,85x3,50 METRES.
Ø POSTES DE TUB DE 38 mm.
ORELLETES PER UNIÓ DE MÒDULS AMB CARGOLS.



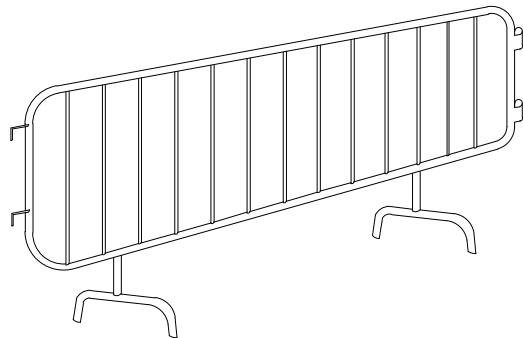
BASE DE FORMIGÓ AMB VARIS ORIFICIS PER LA
COL·LOCACIÓ DEL POSTE



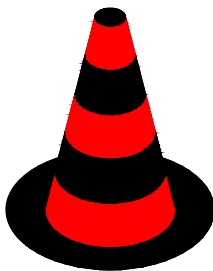
PANELL DIRECCIONAL



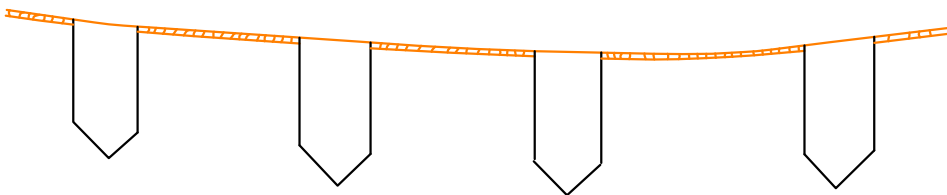
BARRERA METÀL·LICA DE DESVIAMENT DE TRÀNSIT



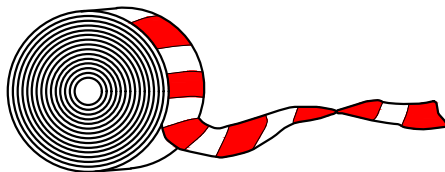
TANCA METÀL·LICA PER LA PROTECCIÓ DE VIANANTS



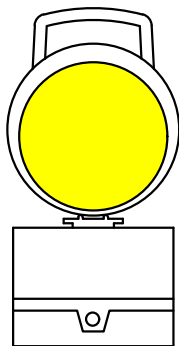
CON DE SENYALITZACIÓ



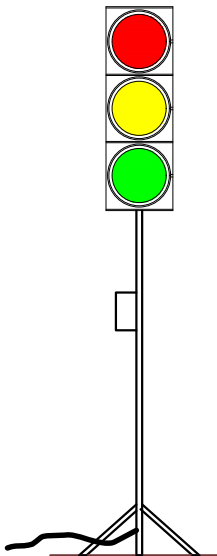
CORDÓ REFLECTANT DE BALISAMENT



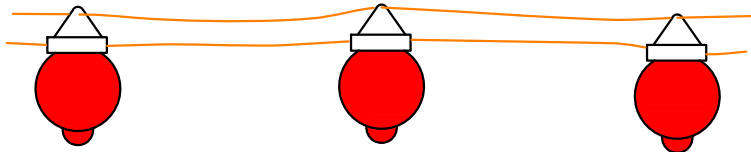
CINTA DE BALISAMENT



BALISAMENT LLUMINÒS INTERMITENT AMB CÈL·LULA FOTOELÈCTRICA



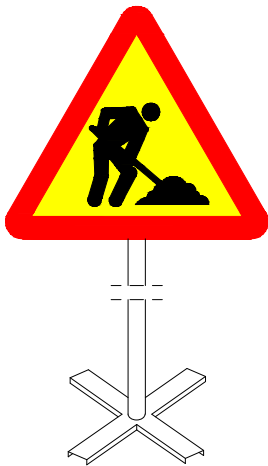
SEMÀFOR PORTÀTIL



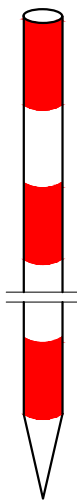
BALISAMENT LLUMINÒS PERMANENT DE COLOR VERMELL



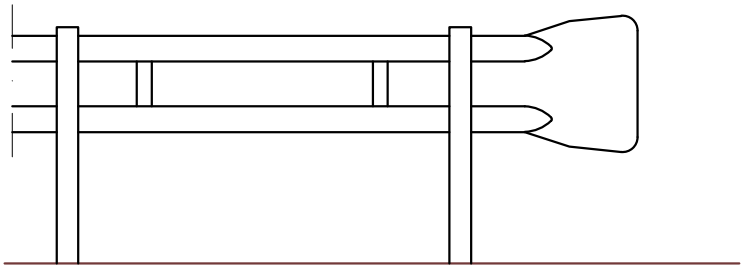
SENYAL NORMALITZADA DE TRÀNSIT AMB TRÍPODE



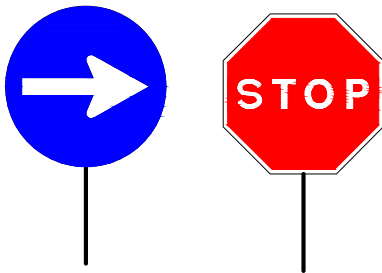
SENYAL NORMALITZADA DE TRÀNSIT AMB PEU DE CREU



GÀLIB DE SENYALITZACIÓ



BARRERA DE SEGURETAT TIPUS BIONDA



PANELLS DE SENYALISTA

PROTECCIONS INDIVIDUALS



PROTECCIÓ ANTICAIGUDA



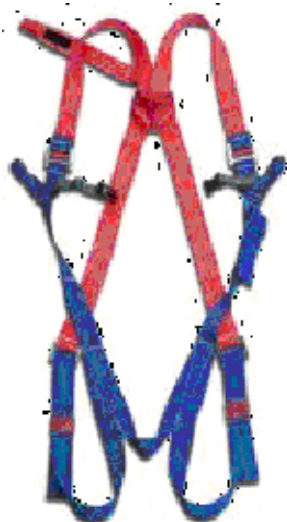
CINTURÓ



ARMILLA REFLECTORA



PARKA REFLECTORA



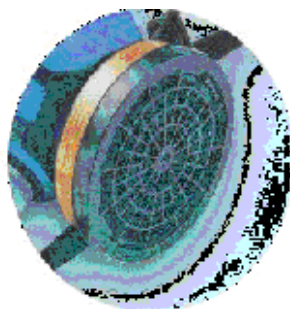
ARNÈS



AURICULARS



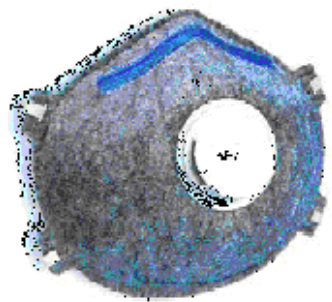
BOTA DE SEGURETAT



MÀSCARA FILTRE



MASCARETES



ULLERES



DISPOSITIU ABSORBIDOR D'ENERGIA



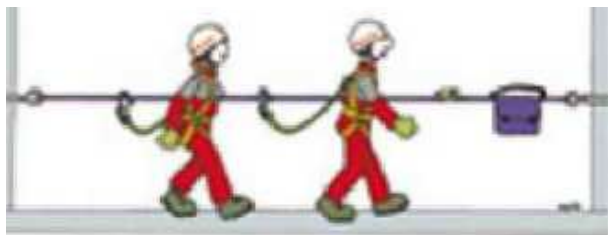
GUANTS



PROTECCIONS AUDITIVES



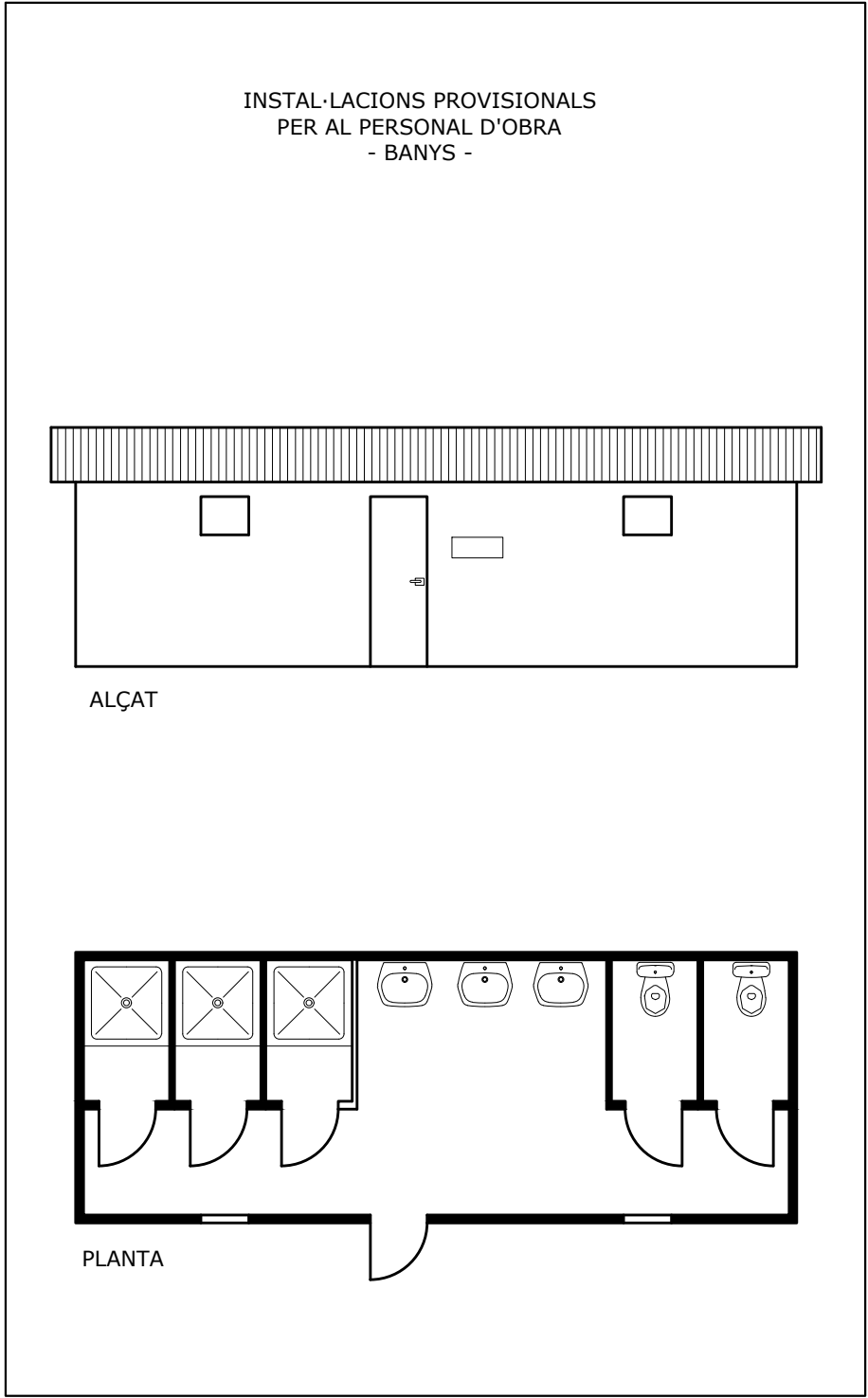
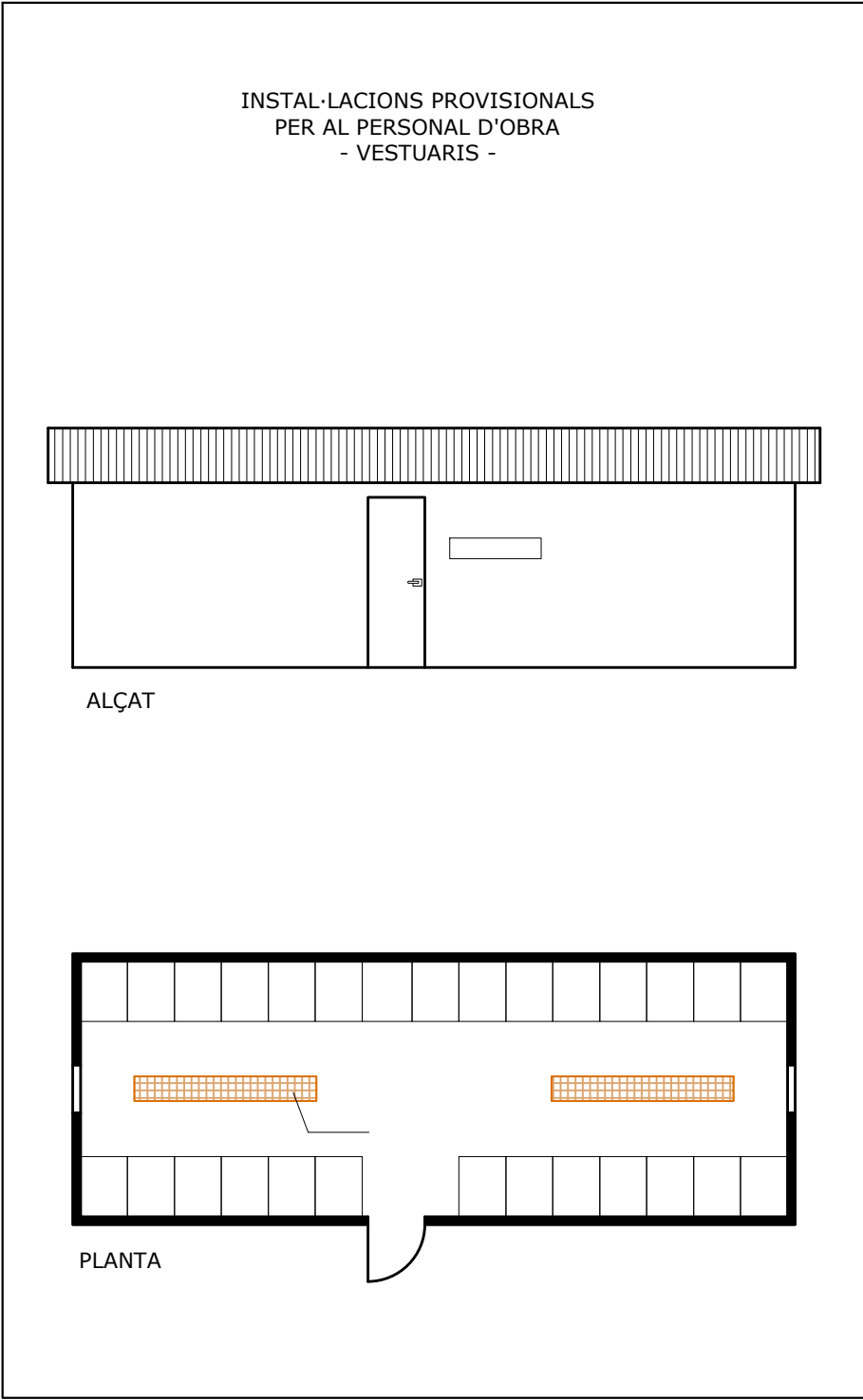
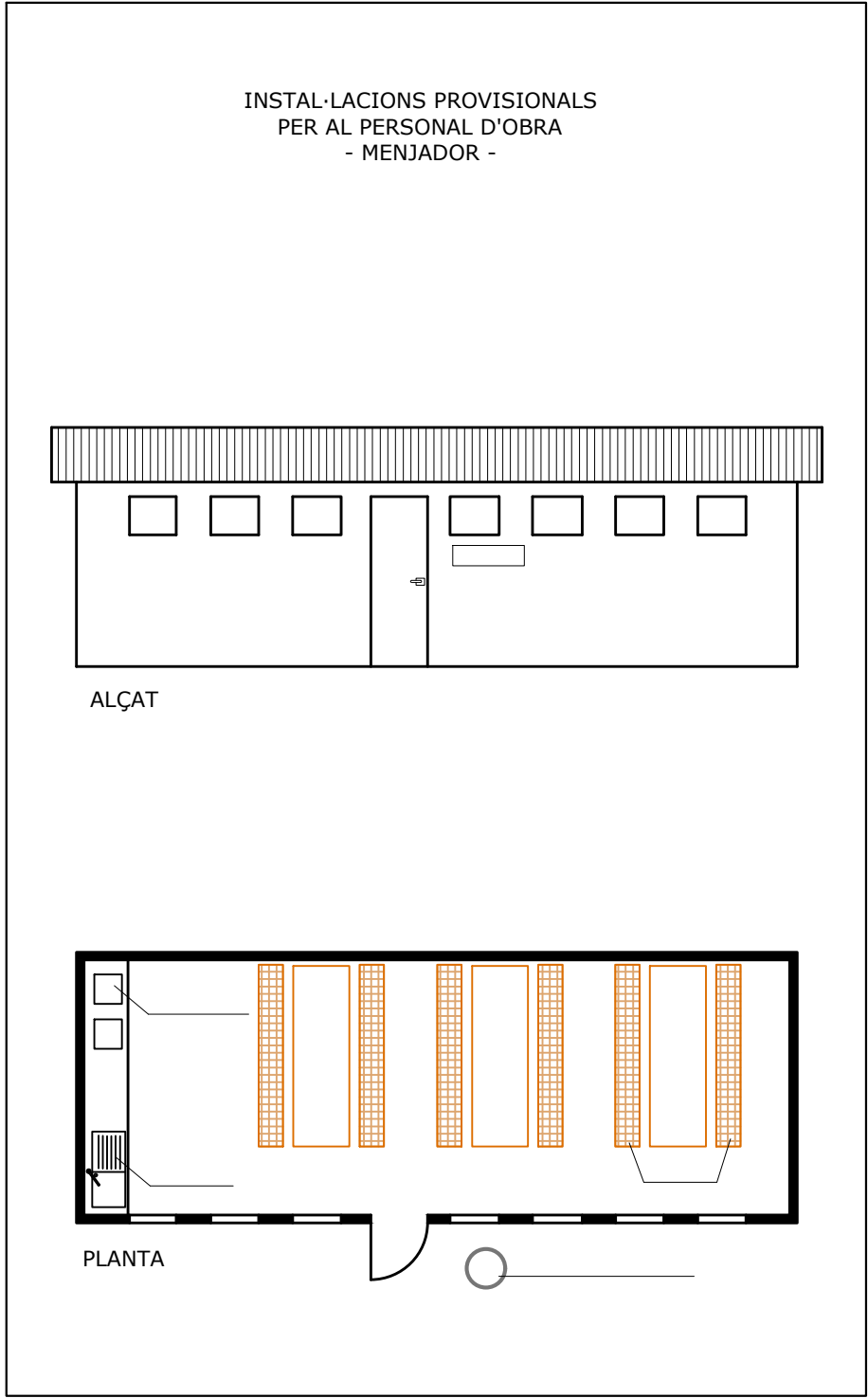
CASC



LÍNIES DE VIDA



BOSSA D'EINES



SENYALS D'OBRA



ÚS OBLIGATORI DE MASCARETA



ÚS OBLIGATORI DE MÀSCARA



ÚS OBLIGATORI D'EQUIP AUTÒNOM



ÚS OBLIGATORI DE PROTECTORS
AUDITIUS



ÚS OBLIGATORI DE CASC I
PROTECTORS AUDITIUS



ÚS OBLIGATORI DE CASC I
PANTALLA PROTECTORA



ÚS OBLIGATORI DE CASC



ÚS OBLIGATORI D'ULLERES



ÚS OBLIGATORI DE PANTALLA
PROTECTORA



ÚS OBLIGATORI D'ULLERES O
PANTALLES



ÚS OBLIGATORI DE GUANTS



ÚS OBLIGATORI DE GUANTS
DIELECTRICS



ÚS OBLIGATORI DE CALÇAT DE
SEGURETAT



ÚS OBLIGATORI DE BOTES
DIELECTRIQUES



ÚS OBLIGATORI DE CINTURÓ DE
SEGURETAT



ÚS OBLIGATORI DE CINTURÓ
ANTIVIBRATORI



ÚS OBLIGATORI DE ROBA
PROTECTORA



ÚS OBLIGATORI DE PROTECTOR
AJUSTABLE



ÉS OBLIGATORI ELIMINAR LES
PUNTES



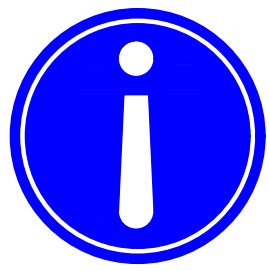
ÚS OBLIGATORI D'ARMILLA
REFLECTANT



PAS OBLIGATORI PER VIANANTS



DIRECCIÓ OBLIGATORI



OBLIGACIÓ GENERAL
(ACOMPANYADA SI PROCEDEIX
D'UNA SENYAL ADDICIONAL)