

Projecte executiu duna instal·lació fotovoltaica de 100 kW per autoconsum col·lectiu a l'escola Cal Músic (Mollet del Vallés)



Ajuntament de Mollet del Vallès

Abril 2022

Índex

- 0. Memòria
- 1. Declaració responsable DNSH
- 2. Plànols
- 3. Pressupost
- 4. Pla de Treball
- 5. Estudi bàsic de Seguretat i Salut
- 6. Plec de condicions tècniques
- 7. Càlculs elèctrics
- 8. Fitxes tècniques

Memòria

Projecte executiu duna instal·lació fotovoltaica de 100 kW per autoconsum col·lectiu a l'escola Cal Músic (Mollet del Vallès)



Ajuntament de Mollet del Vallès

Abril 2022



1 CONTINGUT

1.1	Índex d'Il·lustracions	4
1.2	Índex de Gràfiques	4
2	Quadre resum de dades del Projecte	6
2.1	Emplaçament	6
2.2	Dades generals arquitectòniques	6
2.3	Dades generals elèctriques	6
2.4	Dades planta fotovoltaica	6
2.5	Sistema de monitoratge.....	7
2.6	Dades econòmiques del projecte	7
3	Memòria descriptiva	8
3.1	Introducció	8
3.1.1	Agents intervinents.....	8
3.1.2	Objecte	8
3.1.3	Antecedents	8
3.2	Emplaçament	9
3.2.1	Ubicació de la instal·lació fotovoltaica.....	10
3.3	Normativa aplicable	11
3.4	Estat actual de l'edifici on s'implementarà la instal·lació	12
3.4.1	Característiques de la coberta	12
3.4.2	Accions previstes a la coberta.....	15
3.4.3	Característiques de l'escomesa actual.....	16
3.4.4	Actuacions previstes en les connexions d'enllaç	16
4	Memòria constructiva.....	17
4.1	Estructura de suport i recolzament dels mòduls	17
4.2	Plaques fotovoltaïques.....	18
4.3	Inversor	19
4.4	Associació entre panells i inversor.....	20
4.5	Estudi d'ombres	22
4.6	Monitorització.....	24
4.7	Instal·lació elèctrica	26
4.7.1	Justificació de instal·lació a la intempèrie	26



4.7.2	Sistemes de seguretat i protecció de la instal·lació. Connexió a terra	27
4.7.3	Harmònics i comptabilitat electromagnètica.....	27
4.7.4	Conductors	28
4.7.5	Proteccions.....	29
4.7.6	Canalització de cablejat	29
4.7.7	Punt de connexió	30
4.8	Manteniment i Garanties.....	32
4.8.1	Manteniment operatiu	32
4.8.2	Accés a la instal·lació, zones de pas i mesures de seguretat en coberta.....	32
4.8.3	Garantia.....	32
4.9	Actuacions principals del projecte	32
5	Estudi energètic	33
6	Pressupost.....	39
7	Estudi econòmic.....	40
8	Prevenió d'incendis	41
8.1	Zona inversors elèctrics	41
8.2	Camp fotovoltaic en coberta	41
9	Impacte ambiental de la instal·lació	42
9.1	Afectació mediambiental de la fase constructiva.....	42
9.2	Afectació mediambiental de la fase d'explotació.....	42
9.2.1	Afectació sobre el cicle de l'aigua	42
9.2.2	Producció i gestió de residus	42
9.2.3	Reciclatge de la instal·lació	42
9.3	Estalvi d'emissions contaminants a l'atmosfera.....	42



1.1 ÍNDEX D'IL·LUSTRACIONS

<i>Il·lustració 1 Emplaçament de la instal·lació 1. Font: Google Maps</i>	9
<i>Il·lustració 2 Emplaçament de la instal·lació 2. Font: Google Earth</i>	9
<i>Il·lustració 3 Emplaçament de la instal·lació 3.</i>	10
<i>Il·lustració 4 Distribució de cobertes</i>	12
<i>Il·lustració 5 Coberta plana</i>	13
<i>Il·lustració 6 Distribució de mòduls sobre coberta 2</i>	13
<i>Il·lustració 7 Distribució de mòduls sobre coberta 1</i>	13
<i>Il·lustració 8 Coberta inclinada</i>	14
<i>Il·lustració 9 Distribució de mòduls sobre coberta inclinada</i>	14
<i>Il·lustració 10 Estat actual de coberta</i>	15
<i>Il·lustració 11 Escomesa TMF10 Escola Cal Músic</i>	16
<i>Il·lustració 12 Situació de l'escomesa TMF10 de generació</i>	16
<i>Il·lustració 15 Esquema de muntatge</i>	17
<i>Il·lustració 16 Sistema d'ancoratge MultiRail10</i>	17
<i>Il·lustració 17 Thread-forming metal screw 6.0x25</i>	17
<i>Il·lustració 18 OneEnd Set K2 Systems</i>	17
<i>Il·lustració 19 OneMid Set K2 Systems</i>	17
<i>Il·lustració 20 Panell CanadianSolar Hiku 465W</i>	18
<i>Il·lustració 21 Inversor SUN2000-100KTL-M1 Huwaei</i>	19
<i>Il·lustració 22 Distribució de mòduls sobre coberta</i>	21
<i>Il·lustració 23 Ombres sobre la teulada</i>	22
<i>Il·lustració 24 Simulació de l'afectació de les ombres durant el 21 de desembre a les 9:00h</i>	22
<i>Il·lustració 25 Simulació de l'afectació de les ombres durant el 21 de desembre a les 10:00h</i>	22
<i>Il·lustració 26 Simulació de l'afectació de les ombres durant el 21 de desembre a les 11:00h</i>	22
<i>Il·lustració 27 Simulació de l'afectació de les ombres durant el 21 de juny a les 9:00h</i>	23
<i>Il·lustració 28 Simulació de l'afectació de les ombres durant el 21 de juny a les 10:00h</i>	23
<i>Il·lustració 29 Simulació de l'afectació de les ombres durant el 21 de juny a les 11:00h</i>	23
<i>Il·lustració 30 Visualització de la plataforma</i>	25
<i>Il·lustració 31 Detall traçat cablejat enterrat fins pericó i ubicació armari elèctric que inclou Inversor i proteccions elèctriques.</i>	29
<i>Il·lustració 32 Simulació armari elèctric TMF 10 comptatge generació + Inversor i proteccions elèctriques</i>	30
<i>Il·lustració 31 Esquema instal·lació d'enllaç amb CDM</i>	31
<i>Il·lustració 32 Caixa CDM</i>	31
<i>Il·lustració 33 VAN acumulat del projecte</i>	40

1.2 ÍNDEX DE GRÀFIQUES

<i>Gràfica 1 Distribució d'energia als diferents equipaments</i>	34
<i>Gràfica 2 Consum i autoconsum als equipaments municipals</i>	34
<i>Gràfica 3 Comportament de la Illa fotovoltaica Cal Músic. Mitjana anual.</i>	35
<i>Gràfica 4 Genereació fotovoltaica mensual</i>	36
<i>Gràfica 5 Comportament de la illa fotovoltaica Cal Music durant un dia festiu. Mitjana anual.</i>	36
<i>Gràfica 6 Comportament energètic Escola Cal Músic – Mitjana anual</i>	37
<i>Gràfica 7 Comportament energètic Escola El Bosc Mitjana anual</i>	37
<i>Gràfica 8 Comportament energètic Escola Can Pantiquet Mitjana anual</i>	37
<i>Gràfica 9 Comportament energètic Taller Alborada Mitjana anual</i>	38
<i>Gràfica 10 Comportament energètic Centre Ocupacional El Bosc Mitjana anual</i>	38
<i>Gràfica 11 Excedents esperats durant un dia laborable Mitjana anual</i>	38





2 QUADRE RESUM DE DADES DEL PROJECTE

2.1 EMPLAÇAMENT

Adreça:	Rambla de Pompeu Fabra, 74, 08100 Mollet del Vallès, Barcelona
Coordenades UTM:	41.54722128344593, 2.22234111958542

2.2 DADES GENERALS ARQUITECTÒNIQUES

Tipus d'integració. Indicar si és façana, pèrgola, coberta plana transitable, coberta inclinada i tipus de coberta

Tipus d'integració:	Coberta inclinada
Inclinació (graus):	10º
Orientació (graus):	-67º (sud-est)

2.3 DADES GENERALS ELÈCTRIQUES

Propietat de la instal·lació:	Ajuntament de Mollet
Potència contractada de l'edifici:	P1=48kW, P2=44kW, P3=15kW
Tarifa:	3.0A
CUPS:	ES0031408183012001NL0F
Potencia màxima admissible	288 kW

2.4 DADES PLANTA FOTOVOLTAICA

Nom que identifica la instal·lació:	Fotovoltaica autoconsum col·lectiu escola Cal Músic
Grup i subgrup de classificació:	Autoconsum col·lectiu on la generació es connecta al punt frontera, amb compensació simplificada d'excedents
Potència pic (kW)	104,6
Potència nominal (kW):	100
Número d'inversors de potència:	1
Marca i model:	HUAWEI SUN2000-100KTL-M1
Número total de mòduls:	225
Marca i model:	CANADIAN SOLAR HiKu 465MS
Composició. Nº de strings:	15
Estimació energia generada (kWh/any):	139.021
Densitat d'energia (kWh/kWp)	1.329



2.5 SISTEMA DE MONITORATGE

La monitorització energètica de la instal·lació solar fotovoltaica amb l'inversor de HUAWEI a l'Ajuntament de Mollet del Vallès es fa mitjançant la aplicació LACECAL ITR 2.0, distribuït per AMARA-E.

2.6 DADES ECONÒMIQUES DEL PROJECTE

Pressupost amb IVA:	168.411,59 €
Previsió d'estalvis (€/any):	41.318,83 €
Període de retorn:	4 anys
T.I.R:	24%
V.A.N:	660.118,32 €



3 MEMÒRIA DESCRIPTIVA

3.1 INTRODUCCIÓ

3.1.1 Agents intervinents

3.1.1.1 Titular

Titular de l'establiment:	Ajuntament de Mollet
CIF núm:	P0812300B
Domicili social:	Plaça Major 1 (casa de la Vila) 08100 Mollet del Vallès (Barcelona)
Telèfon de contacte:	93 571 95 00
Correu electrònic	ajuntament@molletvalles.cat

3.1.1.2 Projectista

Projectista:	Josep M ^a Ortiz Prat
Titulació:	Enginyer Tècnic Industrial
Núm. de Col·legiat:	20.734
Domicili social:	C/ Torrent del Llor, 32
Telèfon:	636007552
Correu electrònic:	Josep.m.ortiz@ebcn.cat

3.1.2 Objecte

Aquest projecte s'emmarca en la iniciativa de l'Ajuntament de Mollet per a dotar el municipi de 8 illes fotovoltaïques. En el centre de cada illa es trobarà un equipament municipal que, a l'hora, serà generador fotovoltaic. Aquest generador fotovoltaic tindrà la potència suficient per dotar d'energia verda al propi equipament i a la seva àrea d'influència: altres equipaments municipals i llars en situació de pobresa energètica.

El present projecte es redacta a petició del titular de la instal·lació fotovoltaica, l'Ajuntament de Mollet del Vallès, amb la finalitat de construir un generador fotovoltaic a l'Escola municipal Cal Músic que doni servei al propi centre i a la seva àrea d'influència. En aquest sentit, es presenta un estudi energètic que permet visualitzar el comportament de la illa fotovoltaica.

Amb el present projecte es pretén identificar i definir aquells aspectes fonamentals de la instal·lació solar fotovoltaica, així com justificar les solucions tècniques plantejades en base a la legislació vigent. També és objecte del projecte l'obtenció, per part dels diferents organismes competents afectats, les perceptives autoritzacions per a l'inici dels treballs i la seva posterior posada en marxa.

3.1.3 Antecedents

La llavor d'aquest projecte s'urgeix arrel d'un estudi energètic que recull els consums elèctrics de tots els equipaments municipals de l'ajuntament de Mollet, així com analitza els principals candidats a ser generadors fotovoltaics.

Les conclusions d'aquest estudi dibuixen un escenari amb vuit illes fotovoltaïques i una generació solar estimada de 920 MWh i 230 tones de CO₂ estalviades l'any. A més, preveu assistir a més de 180 famílies del municipi en situació de pobresa energètica.

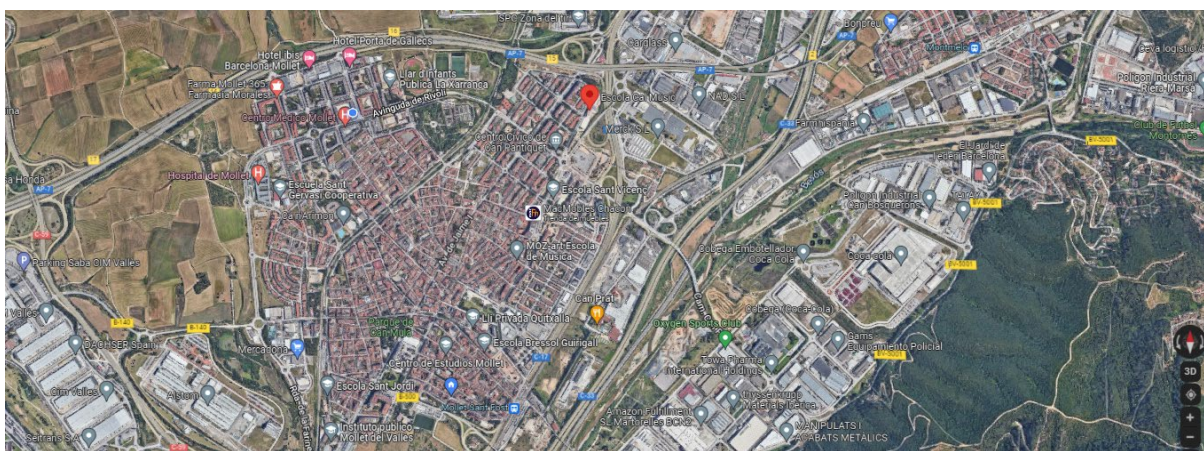


La iniciativa plantejada per l'Ajuntament de Mollet és situa a l'avantguarda de la transició energètica i s'avença als postulats establerts per la Unió Europea en l'àmbit de les energies renovables. Estem davant d'un projecte pioner, que assenta les bases de l'agenda municipal envers la transició energètica i que pot servir de referent per la resta de municipis de l'estat.

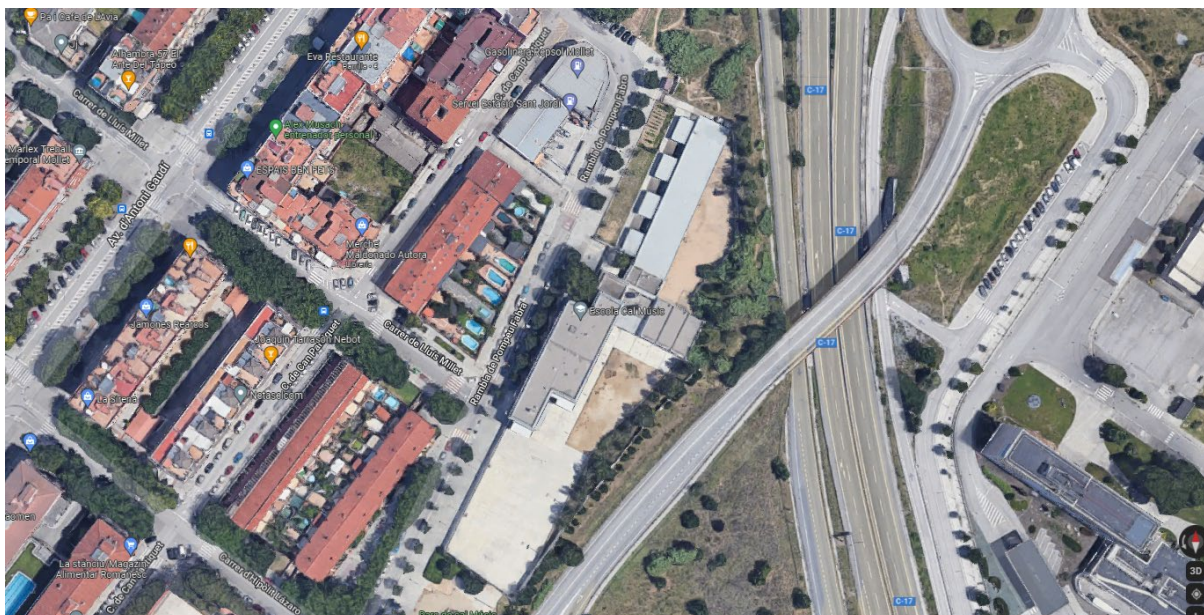
3.2 EMPLAÇAMENT

La instal·lació es situa al terme municipal de Mollet del Vallès, dins la província de Barcelona.

Direcció:	Rambla de Pompeu Fabra, 74, 08100 Mollet del Vallès, Barcelona
Referència Cadastral:	5299402DF3959N0001UJ
Coordenades UTM:	41.54722128344593, 2.22234111958542



Il·lustració 1 Emplaçament de la instal·lació 1. Font: Google Maps



Il·lustració 2 Emplaçament de la instal·lació 2. Font: Google Earth



3.2.1 Ubicació de la instal·lació fotovoltaica

La instal·lació s'ubicarà a la coberta de l'edifici situada més al nord. És una coberta de xapa metàl·lica, amb orientació sud-est i amb una inclinació de 10º.



Il·lustració 3 Emplaçament de la instal·lació 3.



3.3 NORMATIVA APLICABLE

Per la redacció i càlcul del present projecte s'ha tingut en compte la següent normativa:

Fotovoltaica:

- RD 244/2019, de 5 d'abril, pel que es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica.
- RD 15/2018, de 5 d'octubre, de mesures urgents per la transició energètica i la protecció dels consumidors.
- RD 126/2016, de 6 de maig, pel qual es regula la compatibilitat electromagnètica dels equips elèctrics i electrònics.
- RD 900/2015, del 9 d'octubre, pel qual es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de les modalitats de subministrament d'energia elèctrica amb auto-consum i de producció amb autoconsum.
- RD 413/2014, de 6 de juny que regula l'activitat de producció d'energia elèctrica a partir de fonts d'energies renovables, cogeneració i residus
- Condicions tècniques IDAE publicades el 2011.
- RD 1699/2011, de 18 de novembre, pel que es regula la connexió a xarxa d'instal·lacions de producció de petita potència.
- RD 1110/2007, de 24 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament unificat de punts de mesura del sistema elèctric.
- RD 352/2001, de 18 de setembre, sobre procediment administratiu aplicable a les instal·lacions d'energia solar fotovoltaica connectades a la xarxa elèctrica.

Elèctrica:

- RD 1110/2007, de 24 d'agost pel qual s'aprova el Reglament unificat de punts de mesura del sistema elèctric.
- RD 842/2002 de 2 d'agost per el que s'aprova el reglament elèctric per a baixa tensió i les instruccions tècniques complementàries.

Edificació:

- Codi tècnic de l'edificació aprovat en el RD 314/2006 de 17 de març

Seguretat i Salut:

- RD 1627/1997 d'octubre, disposicions mínimes de Seguretat i Salut a les obres de construcció.
- Llei 3/1995 reglament de Seguretat i Higiene en el treball aprovada pel RD 1829/1995, de 10 de novembre.

Altres:

- Condicions imposades pels Organismes Públics afectats i Ordenances Municipals.
- Recomanacions UNESA.
- Normalització Nacional. Normes UNEIX.
- Normes tècniques i administratives i regionals

En qualsevol cas, a l'obra s'aplicaran aquelles ordres o normes que, encara que no estiguin contemplades als decrets esmentats, siguin de compliment obligat, sent una central de producció elèctrica que compleixi totes les normes del R.E.B.T.

3.4 ESTAT ACTUAL DE L'EDIFICI ON S'IMPLEMENTARÀ LA INSTAL·LACIÓ

3.4.1 Característiques de la coberta

L'edifici d'estudi compta amb tres cobertes independents susceptibles d'ubicar generadors solars. A la Il·lustració 4 s'han delimitat les diferents cobertes amb colors diferents per facilitar l'anàlisi.



Il·lustració 4 Distribució de cobertes

Coberta	Tipus de coberta	Superfície	Ombres/obstacles	Nombre de panells	Potència a instal·lar
1. Verd	Plana	930 m ²	Si	111	51,6 kW
2. Blau	Plana	210 m ²	Si	54	25,1 kW
3. Groc	Inclinada	720 m ²	Si	225	104,6 kW

L'objectiu d'aquesta instal·lació és esdevenir l'entitat generadora d'una illa fotovoltaica, tal com s'ha especificat a la introducció. El RD 244/2019 limita l'autoconsum compartit als 100 kW de potència nominal, per tant, estudiant les característiques de les cobertes disponibles es plantegen dues opcions:

1. Instal·lació en coberta plana de 76,7 kW_{pic}, fent servir les cobertes 1 i 2.
2. Instal·lació en coberta inclinada de 104,6 kW_{pic} ubicant els panells sobre la coberta 3.

3.4.1.1 Opció 1. Instal·lació en coberta plana.



Il·lustració 5 Coberta plana

La coberta num.1, de 930 m², està plena d'objectes que no permeten aprofitar enterament la seva superfície, tal com es pot observar a la Il·lustració 5.

La Il·lustració 7 i la Il·lustració 6 mostren la distribució dels mòduls sobre ambdues cobertes. L'ombra projectada sobre els mòduls és correspon amb l'ombra generada durant el 21 de desembre entre les 10:00 h i les 16:00 h. Per dimensionar la instal·lació s'han fet servir els mòduls Canadian Solar Hiku de 465 W_{pic}. Les característiques d'aquest panell es poden trobar a l'annex corresponent.

La Il·lustració 6 i la Il·lustració 7 s'han extret del software desenvolupat per la empresa de estructures fotovoltaïques K2-System.



Il·lustració 7 Distribució de mòduls sobre coberta 1



Il·lustració 6 Distribució de mòduls sobre coberta 2

En el cas de realitzar la instal·lació sobre aquetes cobertes s'hagués dimensionat la instal·lació amb el sistema de muntatge S-Dome 6.10 del fabricant K2.

Tot i la bona disposició de les cobertes 1 i 2 per a una instal·lació fotovoltaica, s'ha optat per la 2a opció: Instal·lació en coberta inclinada de 108,7 kW_{pic}. El motiu principal és la major capacitat de generació que ofereix la coberta inclinada num.3.

3.4.1.2 Opció 2. Instal·lació en coberta inclinada.



Il·lustració 8 Coberta inclinada

La coberta 3, de **720 m²** de superfície, és una coberta de xapa metàl·lica amb una **inclinació de 10°** i **azimuth de -67°** (sud-est). El potencial fotovoltaic de la coberta és de 225 mòduls fotovoltaics de dimensions 2108x1048x40 mm. Els panells Canadian Solar Hiku, d'aquestes dimensions, ofereixen una potència de 465 W_{pic} per panell. La coberta 3 té capacitat per a una instal·lació de **104,6 kW_{pic}**.

La Il·lustració 8 mostra la distribució de panells solars al llarg de la coberta d'estudi.



Il·lustració 9 Distribució de mòduls sobre coberta inclinada

3.4.2 Accions previstes a la coberta



Il·lustració 10 Estat actual de coberta

En el moment de la redacció del present Projecte no es disposa de l'estat de càrregues per la qual es va dissenyar la coberta.

Tot i així, el codi tècnic d'edificació (CTE 2016) indica que en cobertes lleugeres sobre corretges sense forjat (un cas molt desfavorable) la sobrecàrrega **no pot superar els 40 kg/m²**.

El pes que sobre coberta que suposa una instal·lació fotovoltaica es pot calcular de la següent manera:

- **Mòdul fotovoltaic:** 25 kg en una superfície de 2,12 m², és una càrrega sobre coberta de 11,5 kg/m²
- Una **estructura d'alumini** pot afegir 5 kg per mòdul, per tant la sobrecàrrega és de 2,5 kg/m²
- La **sobrecàrrega** total és de 14 kg/m².

Si apliquem un **coeficient de seguretat del 50%** la **sobrecàrrega de la instal·lació serà de 21 kg/m²**, molt inferior al límit estipulat pel CTE.

Donada la simplicitat i lleugeresa de l'estructura que suportarà les plaques fotovoltaïques, en cap cas aquesta afectarà la seguretat de l'edifici. Es tracta d'una estructura lleugera, el que representa una sobrecàrrega admissible per a l'estructura de l'edifici.

En quant a la pressió exercida per l'acció del vent, en ser una **instal·lació coplanar a la teulada**, podem afirmar que la **força del vent serà menyspreable**.

3.4.3 Característiques de l'escomesa actual

La instal·lació d'enllaç està formada per escomesa TMF10, comptador individual i interruptor general de maniobra, tal com es mostra a la Il·lustració 12.

3.4.4 Actuacions previstes en les connexions d'enllaç

A l'escomesa actual no hi ha espai per ubicar el comptador bidireccional i, en conseqüència, serà necessari ubicar el comptador bidireccional en un espai alternatiu, l'espai escollit és el que s'observa a la Il·lustració 11.



*Il·lustració 11 Escomesa TMF10
Escola Cal Músic*



Il·lustració 12 Situació de l'escomesa TMF10 de generació

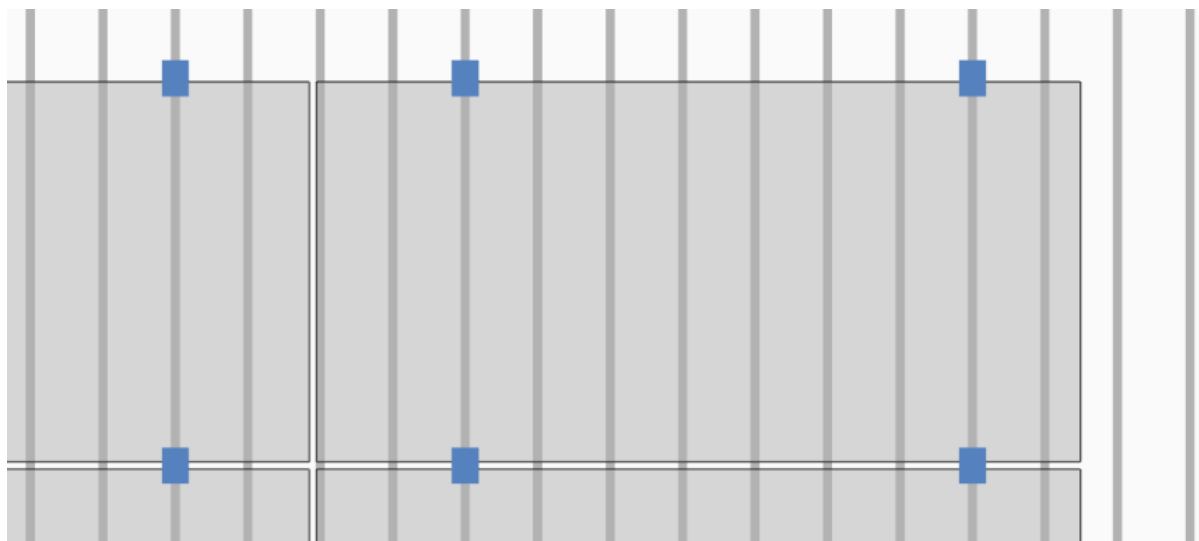
4 MEMÒRIA CONSTRUCTIVA

4.1 ESTRUCTURA DE SUPORT I RECOLZAMENT DELS MÒDULS

L'estructura escollida per a recolzar els panells sobre la teulada és el sistema *MultiRail10* de la marca K2 Systems. Aquest sistema està dissenyat per treballar sobre xapes metàl·liques trapezoidals i combina l'ancoratge a la teulada i la subjecció del mòdul en un únic component.

És un sistema senzill, fàcil de muntar i molt econòmic, ja que fa servir menys material que altres sistemes convencionals.

A la Il·lustració 16 es mostra l'esquema de muntatge de la instal·lació sobre coberta. El sistema MultiRail10, Il·lustració 12, és col·locarà verticalment sobre la cresta de la xapa. L'ancoratge a la teulada es realitzarà amb dos cargols 6x25, que porten incorporats la junta EDPM per evitar filtracions en la coberta.



Il·lustració 13 Esquema de muntatge



Il·lustració 14 Sistema d'ancoratge MultiRail10



Il·lustració 15 Thread-forming metal screw 6.0x25



Il·lustració 16 OneEnd Set K2 Systems



Il·lustració 17 OneMid Set K2 Systems

La subjecció dels mòduls es dura a terme amb el sistema *OneMid-OneEnd*, de la mateixa marca, Il·lustració 14 i Il·lustració 15. Aquests apliques entren per pressió en el sistema MultiRail10 i queden fixen els mòduls per compressió. Les fitxes tècniques i el manual de muntatge de tots els elements es troben a l'annex corresponent.

4.2 PLAQUES FOTOVOLTAIQUES

Els panells fotovoltaics són els encarregats de la conversió d'energia radiant en energia elèctrica. Per aquest projecte s'han escollit els panells Hiku465W de la marca CanadianSolar, Il·lustració 17.

A continuació es mostren les principals característiques dels panells fotovoltaics escollits en condicions STC (radiació de 1.000 W/m^2 , temperatura de les cel·les a 25°C i espectre AM 1.5) i en condicions NTC (radiació de 800 W/m^2 , temperatura ambient de 20°C i espectre AM 1.5).



Electrical characteristics at:	STC	NTC
Nominal Power (Pmax)	465 W	349 W
Opt. Operating voltage (Vmp)	41.7 V	39.1 V
OPT. Operating Current (Imp)	11.16 A	8.92 A
Open circuit voltage (Voc)	49.7 A	47.0 A
Short circuit current (Isc)	11.78 A	9.50 A
Module Efficiency (%)	21.1 %	21.1 %

Il·lustració 18 Panell CanadianSolar Hiku 465W

Mechanical Characteristics

Cell type	Mono-crystalline
Number of cells	144 [2x(12x6)]
Module dimensions	2108x1048x35 mm
Weight	24.3 kg
Front cover	3.2mm tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy
Junction box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4mm ² , 500mm
Connector	T4 series or MC4 compatible

El mòduls compleixen tota la normativa actual vigent IEC-61215/ IEC-61730 / CE / IEC 61701 / IEC 62716 i el fabricant disposa dels certificats ISO9001 / ISO14001 / ISO45001 de qualitat. La fitxa tècnica dels panells està inclosa en l'annex corresponent.

4.3 INVERSOR

Els inversors (convertidors) són els elements encarregats de convertir el corrent continu generat pels panells en corrent altern compatible amb la xarxa elèctrica. Tindran, a més, uns valors d'intensitat i tensió d'entrada que seran compatibles amb els valors obtinguts de les plaques. Les especificacions dels inversors s'ajustaran als grups generadors dels camps, i viceversa.

Per aquest projecte s'ha escollit el SUN2000-100KTL-M1, Il·lustració 18, de Huawei. Aquest equip és un inversor trifàsic de 100 kW de potència nominal que disposa de 10 MPPTs independents, és a dir, pot incorporar fins a 10 disposicions de strings diferents.



Il·lustració 19 Inversor SUN2000-100KTL-M1 Huawei

Aquests inversors disposen de microprocessadors de control i d'un PLC de comunicacions que permeten extreure dades de la instal·lació en temps real, per poder ser analitzats posteriorment des d'un ordinador o smartphone.

L'equip inversor treballa connectat al costat de corrent continu (CC) dels panells i al costat de corrent altern (CA), adaptant la tensió de sortida de l'inversor a la tensió de la xarxa elèctrica. El microprocessador que incorpora l'equip s'encarrega de garantir una ona sinusoidal amb la menor distorsió, a fi de no injectar harmònics a la xarxa elèctrica.

Les principals característiques de l'inversor es troben resumides a la següent taula:

SUN2000-100KTL-M1 Huawei

Rendiment	98,8%
Dimensiones (ancho x alto x profundidad)	1,035 x 700 x 365mm
Peso (con soporte de montaje)	90 kg (198.4 lb.)

Entrada – Corrent Contínua

Máx. tensión de entrada	1,100 V
Máx. intensidad por MPPT	26 A
Máx. intensidad de cortocircuito por MPPT	40 A
Tensión de entrada inicial	200 V
Rango de tensión de operación de MPPT	200 V ~ 1,000 V
Tensión nominal de entrada	570 V @380 V; 600 V @400 V; 720 V @480 V
Número de entradas	20
Número de MPPTs	10



Entrada – Corrent Contínua

Potencia nominal activa de CA	100,000 W (380 V / 400 V / 480 V @40°C)
Máx. potencia aparente de CA	110,000 VA
Tensión nominal de salida	220 V / 230 V, default 3W + N + PE; 380 V / 400 V / 480 V, 3W + PE
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz
Intensidad de salida nominal	144.4 A @400 V
Máx. intensidad de salida	160.4 A @400 V

L'inversor s'instal·larà en un armari homologat, juntament amb el comptador de generació fotovoltaica, en una zona propera al punt frontera. Es mantindran les distàncies mínimes que garanteixin un bon funcionament dels equips, evitant així escalfaments excessius.

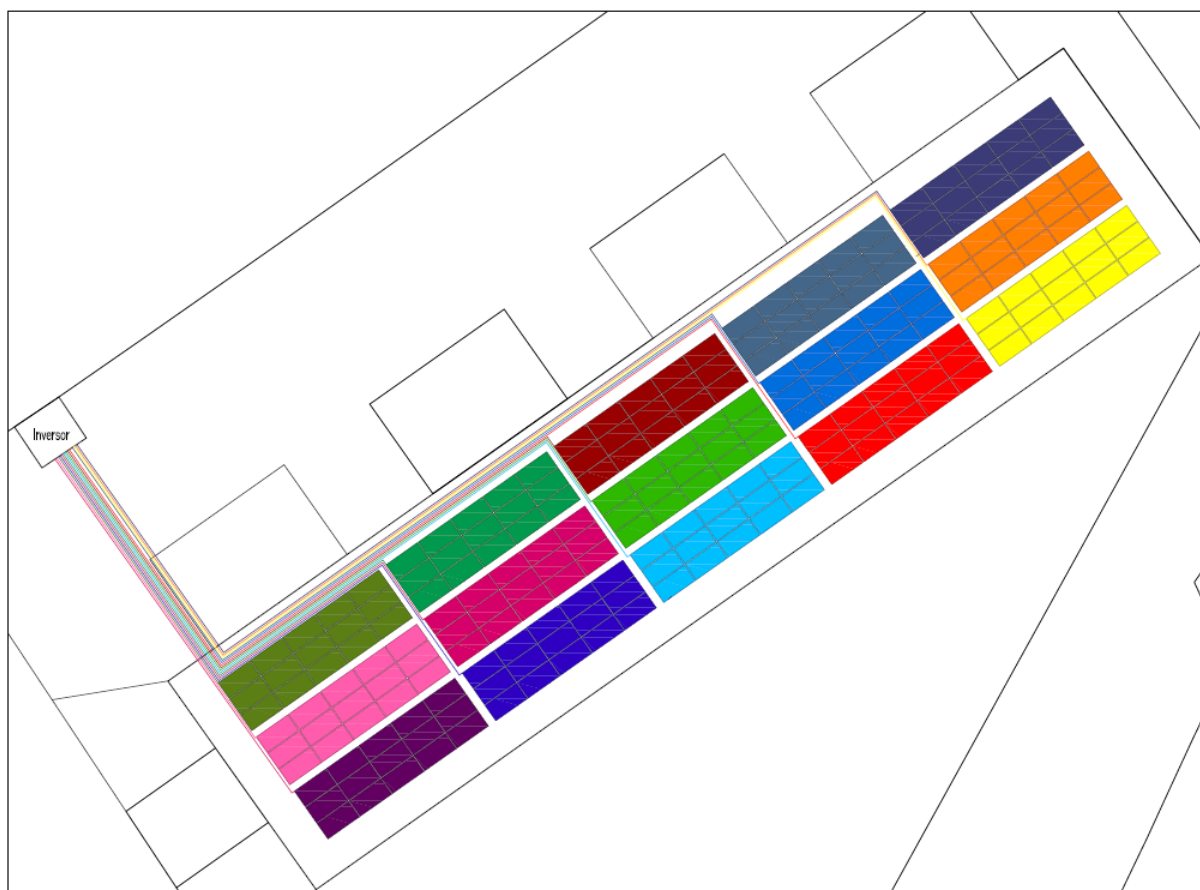
4.4 ASSOCIACIÓ ENTRE PANELLS I INVERSOR

L'inversor escollit disposa de **20 entrades de CC**, però **10 MMPTs**. És a dir, cada MMPT disposa de dues entrades. Els strings que es connectin a un mateix MMPT han de tenir el mateix nombre de panells i la mateixa orientació i inclinació. El disseny dels panells sobre coberta es pot visualitzar a la Il·lustració 19 i a la taula adjunta.

Com es pot observar, els 225 mòduls fotovoltaics estan separats en 15 strings de 15 panells cadascun. És a dir, tots els strings disposen dels mateixos mòduls fotovoltaics. Al estar distribuïts sobre la mateixa coberta presenten, també, la mateixa orientació i inclinació. A priori, per tant, es irrellevant com s'associïn els strings amb l'inversor.

La **tensió de treball dels strings**, en condicions NTC, serà de **586,5 V**. El rang de tensió de treball per als ports MMPT de l'inversor escollit es situen entre els 200 V i els 1.000 V. Els strings, per tant, sempre treballaren dintre d'aquest interval independentment de les condicions climatològiques, ja que la tensió de treball dels mòduls varia principalment amb la temperatura, no amb la irradiància.

La distribució escollida respon a l'estudi d'ombres que es presenta en aquest document. Els strings 12, 14 i 15, si no es fa cap actuació sobre els arbres que es situen fora del perímetre de l'escola, veuran reduït el seu rendiment per efecte d'ombres durant algunes hores de l'any. És aquest el motiu pel qual se'ls hi ha assignat un MMPT independent a cadascun d'ells.



Il·lustració 20 Distribució de mòduls sobre coberta

Inversor	Nombre de panells	MMPT	Entrades inversor	Color
STRING 1	15	1	1.1	Green
STRING 2	15	1	1.2	Teal
STRING 3	15	2	2.1	Dark Red
STRING 4	15	2	2.2	Blue
STRING 5	15	3	3.1	Pink
STRING 6	15	3	3.2	Magenta
STRING 7	15	4	4.1	Light Green
STRING 8	15	4	4.2	Dark Blue
STRING 9	15	5	5.1	Purple
STRING 10	15	5	5.2	Dark Blue
STRING 11	15	6	6	Light Blue
STRING 12	15	7	7	Red
STRING 13	15	8	8	Dark Purple
STRING 14	15	9	9	Orange
STRING 15	15	10	10	Yellow

4.5 ESTUDI D'OMBRES

L'estudi d'ombres d'aquest estudi es necessari degut a la incidència que poden generar en el rendiment de la instal·lació fotovoltaica. Els únics objectes que generen ombra sobre la teulada escollida són els arbres que es situen en el perímetre de l'escola.

A la Il·lustració 20 es poden observar les ombres que projectaven els arbres esmentats el 22 de febrer a les 10:30 h del matí.



Il·lustració 21 Ombres sobre la teulada

Amb el software *base k2 systems* s'ha simulat l'efecte de les ombres sobre la teulada al llarg del 21 de desembre, un dels dies més desfavorables degut a la baixa inclinació del sol. Els resultats es mostren a les Il·lustracions 21, 22 i 23:

- A les 9:00h del matí les ombres afecten els strings 14 i 15.
- A les 10:00h del matí les ombres afecten a l'string 15.
- A les 11:00h del matí cap panell es veu afectat.



Il·lustració 22 Simulació de l'afectació de les ombres durant el 21 de desembre a les 9:00h



Il·lustració 23 Simulació de l'afectació de les ombres durant el 21 de desembre a les 10:00h



Il·lustració 24 Simulació de l'afectació de les ombres durant el 21 de desembre a les 11:00h

La mateixa simulació s'ha realitzat al llarg del 21 de juny. Els resultats es poden visualitzar a les Il·lustracions 24, 25 i 26:

- A les 9:00h del matí les ombres afecten a l'strings 15.
- A les 10:00h del matí les ombres afecten els panells de l'string 15.
- A les 11:00h del matí cap panell es veu afectat.



Il·lustració 25 Simulació de l'afectació de les ombres durant el 21 de juny a les 9:00h



Il·lustració 26 Simulació de l'afectació de les ombres durant el 21 de juny a les 10:00h



Il·lustració 27 Simulació de l'afectació de les ombres durant el 21 de juny a les 11:00h

Extrapolant els resultats obtinguts durant els dies 21 de desembre i 21 de juny a la resta de l'any i tenint en compte que a Catalunya es disposa, segons l'IDAE, de 2.453 hores de sol a l'any, podem afirmar que el rendiment a causa de les ombres serà el següent:

- L'string 15 estarà afectat per ombres durant 730 h l'any. Es redueix el rendiment un 29%.
- L'string 14 estarà afectat per ombres durant 550 h l'any. Es redueix el rendiment un 22%.

L'associació dels panells a l'inversor s'ha dissenyat per tal de no propagar els efectes de les ombres generades a altres strings. Per tant, el **rendiment global** de la instal·lació serà d'un **96,6%**.

Per tal de reduir totalment els efectes de les ombres serà necessari efectuar una tala controlada dels arbres causants de les ombres.

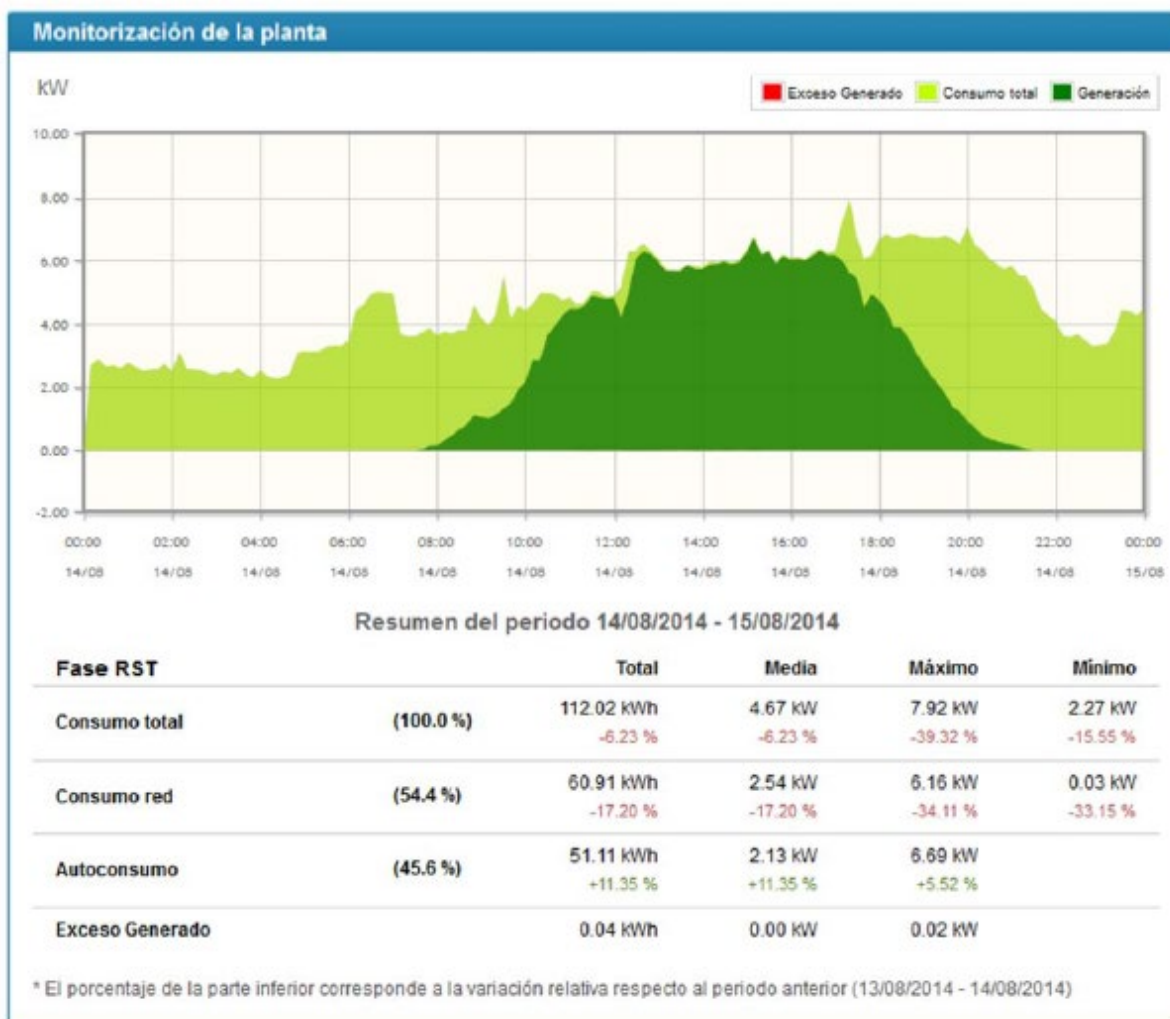


4.6 MONITORITZACIÓ

El sistema de monitoratge dels diferents components de la instal·lació s'haurà d'integrar a la plataforma de monitoratge de l'Ajuntament de Mollet del Vallès. Per tal fi, es disposarà dels següents elements:

- **DOS ANALITZADORS DE XARXA BIDIRECCIONALS.** Aquests dispositius s'instal·laran a les línies elèctriques generals de la instal·lació receptora i la instal·lació generadora. Disposaran un ponts de comunicació RS485 per protocol Modbus-RTU.
- **RTU DATALOGGER.** El dispositiu és un terminal remot de captació de dades que recull la informació obtinguda del port del comunicació de l'analitzador de xarxa (Modbus-RTU) i de l'inversor fotovoltaic (Modbus-RTU o Modbus-TCP segons el model). La RTU tindrà una interfície de configuració amigable que permeti seleccionar les fonts de dades (senyors i dispositius), el protocol de comunicació per font de dades (Modbus-RTU o Modbus-TCP) i les dades desitjades de cada font de dades. També tindrà capacitat per a configurar les dades de comunicació amb la instància Sentilo de l'Ajuntament de Mollet del Vallès, de seleccionar el component desitjat dins de la Sentilo i d'assignar els codis de cada sensor seguint la nomenclatura de l'Ajuntament de Mollet del Vallès per a instal·lacions fotovoltaïques. La RTU tindrà també capacitat de datalogger per guardar dades històriques en la seva memòria i per a cada dada es podrà programar qualsevol de les següents combinacions: simple enviament, enviament i conservació en memòria, només conservació en memòria. Per poder enviar la informació a dalt esmentada, la RTU haurà de tenir capacitat de càlcul ja que, amb els dispositius de mesures esmentats es podran obtenir les dades desitjades només executant uns càlculs senzills. La RTU comptarà amb un Log d'esdeveniments per poder verificar en qualsevol moment el resultat de la recollida de les dades de camp i del seu enviament cap a la Sentilo i tindrà la capacitat de mostrar en temps real els valors recollits en camp per verificar la seva coherència.
- **SWITCH.** En cas connectar-se a internet mitjançant el router de l'edifici es proveirà un switch amb 4 ports ethernet per a connectar via cable la RTU DATALOGGER, l'inversor fotovoltaic i el router de l'edifici.
- **MODEM 3G (en substitució del SWITCH).** En cas de ser necessari es disposarà d'un mòdem/router 3G amb una targeta de dades, per comunicar amb la Sentilo de l'Ajuntament de Mollet del Vallès. Comptarà amb ports ethernet per a connectar via cable la RTU DATALOGGER i l'inversor fotovoltaic.

Els inversors també seran monitoritzats via portal web de la mateixa marca del subministrador de l'inversor o similar, al qual s'accedeix com via web. El servidor permet processar les dades que envien els inversors de la instal·lació, arxivant-les i mostrant-les automàticament a internet. El quadre de monitoratge de la instal·lació es col·locarà annex al punt de connexió de la xarxa interior.



Il·lustració 28 Visualització de la plataforma



4.7 INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA

Tota la instal·lació complirà el que estableix el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió (REBT), el RD 1699/2011 i el RD 900/2015. A continuació es detallen els principals elements de protecció i mesura de la instal·lació:

- Protector contra sobretensions transitòries i protector contra sobretensions permanents, en cas de ser necessari.
- Element de tall general: un interruptor-seccionador amb clau de bloqueig. Aquest interruptor es mantindrà accessible per a l'empresa distribuïdora, per poder actuar sobre el punt frontera en cas d'haver d'efectuar treballs a la xarxa de distribució.
- Interruptor automàtic: interruptor magneto-tèrmic amb intensitat de curtcircuit superior a la indicada per l'empresa distribuïdora en el punt de connexió. Per aquest tipus d'instal·lacions es sobredimensiona l'interruptor per tal de que no es dispari per temperatura degut a que l'inversor pot treballar durant molt temps a potència nominal, ja que els panells poden treballar a una potència superior a la potència pic.
- Interruptor automàtic diferencial: Interruptor diferencial capaç de detectar fuites de corrent superiors a 300 mA i tallar el subministrament de la instal·lació per tal d'evitar electrocucions per contactes directes.
- Interruptor automàtic d'interconnexió: controlador permanent d'aïllament, aïllament galvànic i protecció contra el funcionament "en illa". Tots aquests elements de protecció estan disposats a l'inversor seleccionats per al projecte.
- Aïllament classe II: vàlid per a tots els components (panells, cablejat, caixes de connexió, etc...).
- Comptador d'energia neta: es disposarà d'un equip comptador de l'energia elèctrica generada pel sistema solar fotovoltaic, d'acord amb el que prescriu el Reial Decret 1110/2007, de 24 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament unificat de punts de mesura del sistema elèctric. Aquest equip s'adequarà a les condicions de la companyia elèctrica distribuïdora.

Per la seva banda es garantirà que l'accés als elements de servei de la instal·lació quedi restringit a personal autoritzat.

4.7.1 Justificació de instal·lació a la intempèrie

Les instal·lacions realitzades a la intempèrie, sobre la coberta de l'edifici, compliran en tot cas l'especificat a la norma ITC-BT-30 en el punt 2:

“Les canalitzacions seran estanques, utilitzant-se com a terminals, entroncaments i connexions de les mateixes, sistemes i dispositius que presentin el grau de protecció corresponent a les projeccions d'aigua, IPX4. Les canalitzacions prefabricades tindran el mateix grau de protecció IPX4”.

“Els aparells de comandament i protecció i preses de corrent situats a coberta seran del tipus protegit contra les projeccions d'aigua, IPX4, o bé s'instal·laran a l'interior de caixes que els proporcionin un grau de protecció equivalent”.

D'acord amb el que estableix la ITC-BT-22, s'instal·larà, en qualsevol cas, un dispositiu de protecció en l'origen de cada circuit derivat d'un altre que procedeixi de la coberta.

Tota la instal·lació compleix el que estableix el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió (REBT) i el RD 1699/2011.



4.7.2 Sistemes de seguretat i protecció de la instal·lació. Connexió a terra.

Seguint les especificacions de la ITC-BT-18 del REBT, amb la finalitat de protegir la instal·lació de possibles electrocucions per contacte directe i de sobrecàrregues d'origen atmosfèric, es realitzarà una presa de terra, tant dels marcs dels panells fotovoltaics, com de la pròpia estructura. Segons determina el R.D. 1699/2011, la instal·lació disposa en el propi inversor d'un mecanisme de separació galvànica entre la xarxa de distribució de baixa tensió i la instal·lació fotovoltaica, de manera que no es puguin transmetre els defectes d'un circuit a l'altre.

La connexió a terra de tota la instal·lació s'estableix amb l'objectiu de limitar la tensió, respecte a terra, que poden presentar en un moment determinat les masses metàl·liques, assegurant l'actuació de les proteccions i eliminant o disminuint els riscos d'avaría.

Mitjançant la connexió a terra es pretén aconseguir que entre el conjunt d'instal·lacions, edificis i superfícies properes no apareguin diferències de potencial perilloses.

El valor de la resistència de posada a terra està dissenyat seguint les normes de protecció i de funcionament de la instal·lació, tenint en compte els requisits generals indicats en la ITC-BT-24.

Els inversors disposen d'un microcontrolador que controla constantment (en paral·lel) els següents paràmetres:

- Sobretensions de la banda de CC.
- Errors de freqüència.
- Sobreescalfaments.
- Subtensions i sobretensions de la xarxa per a cadascuna de les fases de CA.
- Errors d'aïllament.

Quan detecta qualsevol d'aquests errors s'interromp immediatament l'alimentació i l'inversor es desconnecta de la xarxa activant un relé.

A la banda de xarxa (i del generador FV) es disposa a més dels següents dispositius de protecció, incorporats en els propis inversors:

- Varistors al costat de xarxa: protegeixen als semiconductors de potència en cas de pics de tensió intensos i limitats en el temps, garantint l'eliminació de l'energia en la bobina en cas de desconexió de xarxa.
- Varistors al costat del camp FV: protegeixen contra sobretensions atmosfèriques (p.e. raigs).

Les canalitzacions metàl·liques de serveis no s'utilitzaran com a posada a terra. El diàmetre vindrà determinat per les especificacions tècniques de la ITC-BT-18, i haurà d'estar protegit contra deteriorament mecànic, químic i electrolític.

Les masses de la instal·lació de generació estaran connectades a una terra independent de la del neutre de l'empresa distribuïdora, i hauran de complir amb el que indiquen els reglaments de seguretat i qualitat industrial vigents.

4.7.3 Harmònics i comptabilitat electromagnètica

La instal·lació complirà tot el que disposa el RD 842/2002 en el que s'aprova el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió (ITC-BT-40) i el RD 1699/2011 (article 16) sobre harmònics i compatibilitat electromagnètica en instal·lacions fotovoltaïques connectades a la xarxa elèctrica de baixa tensió.



4.7.4 Conductors

Segons l'Adaptació del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (Real Decret 842/2002) darrera la publicació del Reglament Delegat 2016/364, que es va aplicar a partir de l'1 de Juliol de 2017, solament podent-se comercialitzar els cables elèctrics amb marcat CE i normativa europea CPR. Els cables instal·lats compleixen amb la classe de reacció al foc mínima Cca- s1b,d1,a1, i son de característiques equivalents a les de la norma UNE 21123, parts 4 o 5, o a la norma UNE 211002 (segons la tensió assignada del cable) complint amb aquest prescripció.

Tots els conductors seran de coure, amb secció suficient per assegurar que les pèrdues de tensió dels cables i caixes de connexió siguin inferiors a l'1,5% de la tensió de treball. Tots els cables seran adequats per al seu ús a la intempèrie o enterrats, tal com s'especifica a la ITC-BT-19 del REBT:

- La xarxa de distribució de CC es farà mitjançant conductors de coure unipolars (RV-K 0,6 / 1 kV i de tensió nominal no inferior a 1.000 V) amb aïllament de polietilè i recobriment de policlorur de vinil, garantint un bon aïllament front a les condicions ambientals adverses, així com el compliment de les normes de seguretat aplicables.
- La xarxa de distribució de CA es farà fins el quadre de comptadors mitjançant cables unipolars de coure a través de la canalització de serveis de l'edifici. El cablejat serà tipus RZ1-K (AS) 0.6 / 1 kV de tensió nominal no inferior a 1.000 V.

Les seccions del cablejat quedaran totalment definides per les intensitats màximes que poden circular pels conductors. Aquestes intensitats màximes admissibles es regiran en la seva totalitat per l'indicat a la norma UNE-HD 60364-5-52:2014 i al REBT.

Es calcula la potència d'un tram sumant la potència instal·lada dels receptors que alimenta, aplicant la simultaneïtat adequada i els coeficients imposats pel REBT.

Per determinar la secció dels cables es seguiran tres metodologies: per escalfament, limitació de la caiguda de tensió en la instal·lació i limitació de la caiguda de tensió en cada tram. S'adoptarà la caiguda de tensió més desfavorable dels tres càlculs.

Les seccions dels conductors neutres i de protecció seran les especificades en la ITC-BT-07 i ITC-BT-18, respectivament, en funció de la secció dels conductors de fase de la instal·lació.

El cablejat a utilitzar per la instal·lació és el descrit a la taula següent.

Nº	Tram	Secció
1	Panells FV sèries a quadre proteccions DC.	15x(2x6 mm ²)+35T ZZ-F AS 0,6/1kVca-1,8kVCC
2	De quadre proteccions DC a Inversor.	15x(2x6 mm ²)+35T ZZ-F AS 0,6/1kVca-1,8kVCC
3	De l'inversor a quadre proteccions AC.	4x70 + 35T mm ² Cu RZ1-k (AS) 0,6/1kV
4	De quadre AC a comptador de generació fotovoltaica.	4x70 + 35T mm ² Cu RZ1-k (AS) 0,6/1kV
5	De comptador de generació fotovoltaica a mòdul TMF-10	4x95 + 50T mm ² Cu RZ1-k (AS) 0,6/1kV
6	De mòdul TMF-10 a CDM (Caixa de Derivació i Mesura).	4x95 + 50T mm ² Cu RZ1-k (AS) 0,6/1kV

4.7.5 Proteccions

Les proteccions instal·lades es descriuen a la següent taula:

Protecció i/o control		Característiques
Quadre DC	15xFusible	1.000Vac 16A
	15xSobretensions	4P Tipus II, 600V/40A
Quadre AC	1xDiferencial	4P Tipus A, ID 200A/30mA
	1xInterruptor automàtic magneto-tèrmic	4P, 160A/6kA
Mòdul TMF-10	1xInterruptor automàtic magneto-tèrmic	4P, 250A/6kA

Els interruptors magneto-tèrmics emprats hauran de ser adequats per l'ús industrial de la instal·lació i hauran de complir les indicacions de la norma UNE-EN 60947-2.

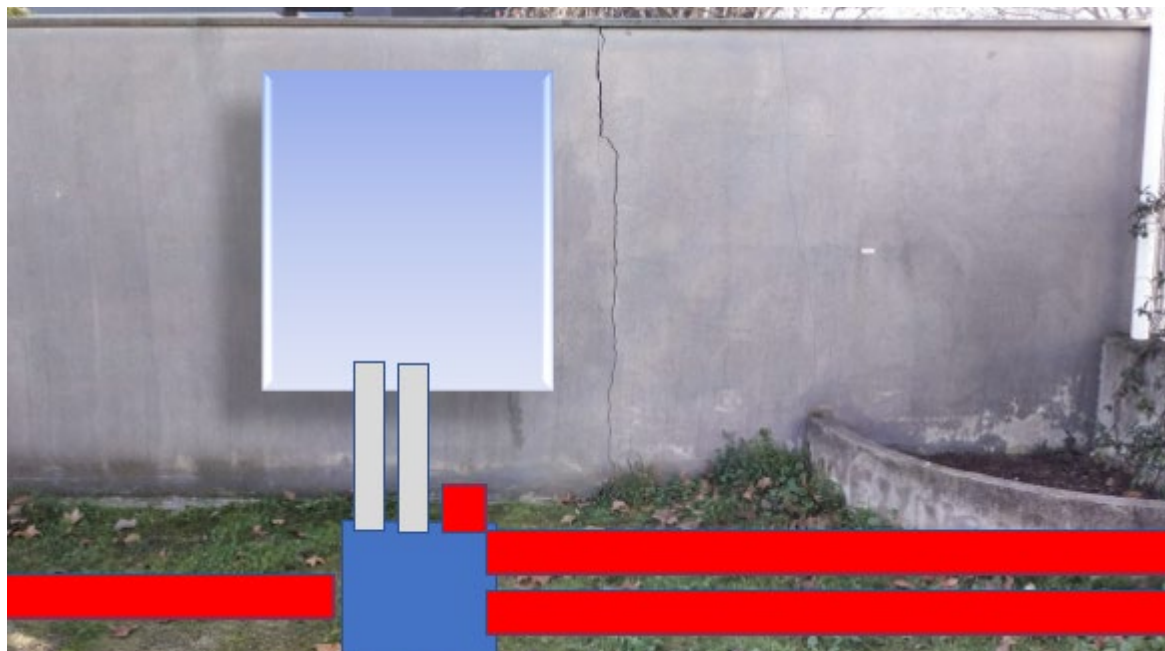
4.7.6 Canalització de cablejat

El cablejat de DC baixarà per la canal metàl·lica grapada a coberta i parament vertical, fins a pericó enterrat on es farà la conversió a tram enterrat fins a un segon pericó, mes gran.

En el segon pericó el cablejat DC fa la transició a tram tub PVC vertical grapat fins armari on s'hi ubicaran les proteccions de DC i l'inversor, així com les proteccions de AC i els equips de monitoratge.

La sortida de corrent AC de l'armari de proteccions, es farà per un segon tub de PVC grapat al parament vertical i que farà la transició a enterrat en el mateix pericó. Es farà un segon tram enterrat fins al nou armari de formigó normalitzat entrant per la seva part inferior fins la CDM.

De la sortida de l'interruptor general de la nova TMF-10/160, s'anirà per el mateix tram enterrat fins el pericó, on des de aquest entrarà enterrat fins l'armari actual fins arribar a la CGP ja vigent.



Il·lustració 29 Detall traçat cablejat enterrat fins pericó i ubicació armari elèctric que inclou Inversor i proteccions elèctriques.

Els tubs, canalitzacions i safates que conduiran el cablejat elèctric compliran amb totes les especificacions requerides en la ITC-BT-21 i ITC-BT-30 del REBT.

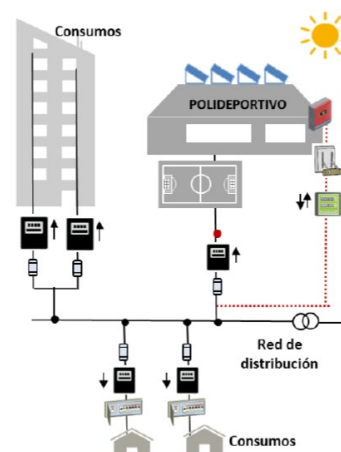
Els tubs tindran un diàmetre mínim en funció del nombre i secció dels conductors dels cables que condueixin, protecció corresponen a la caiguda vertical de gotes d'aigua (IPX1) i compliran la normativa UNE-EN 61.386-1:2008. El diàmetre ha de ser tal que permeti un fàcil allotjament i extracció dels cables o conductors aïllats. El dimensionat dels tubs es realitzarà seguint les especificacions mínimes exigides a la ITC-BT-21, en funció del tipus d'instal·lació.

Les canals protectores estaran formades per un perfil de parets perforades o no, amb una tapa protectora superior desmuntable i estaran destinades a la conducció del cablejat. Les canalitzacions compliran la normativa UNE-EN 50085-1:2006. La tapa de les canals protectores sempre serà accessible i el seu dimensionament es realitzarà seguint les prescripcions de l'esmentada instrucció tècnica del REBT.

4.7.7 Punt de connexió

Per legalitzar una instal·lació fotovoltaica compartida cal ubicar un comptador de d'energia elèctrica bidireccional, en aquest cas trifàsic, en un punt frontera de la instal·lació.

La connexió de la instal·lació fotovoltaica a la xarxa interior de l'edifici es realitzarà en el punt més pròxim possible al punt frontera (CGMP de l'edifici). De la mateixa manera, l'equip de mesura que registrarà l'energia neta generada de la instal·lació de generació s'instal·larà a la xarxa interior, en el punt més pròxim possible al punt frontera, tal i com estableix el RD 900/2015. La distribuïdora podrà sol·licitar accés a l'equip de mesura en cas de necessitar-ho. En el punt frontera es mantindrà el comptador existent, al qual la companyia distribuïdora podrà accedir amb normalitat per fer les inspeccions corresponents i la presa de mesures. Tots dos equips compliran amb el RD 1110/2007. En qualsevol cas, s'han de seguir les normes i els requeriments de connexió fixats per la companyia.



A l'escomesa actual no hi ha espai per ubicar el comptador bidireccional i, en conseqüència, serà necessari ubicar el comptador bidireccional en un espai alternatiu. S'instal·larà un armari prefabricat on s'hi ubicarà caixes de proteccions elèctriques, inversor i TMF-10 amb el comptador d'energia neta.



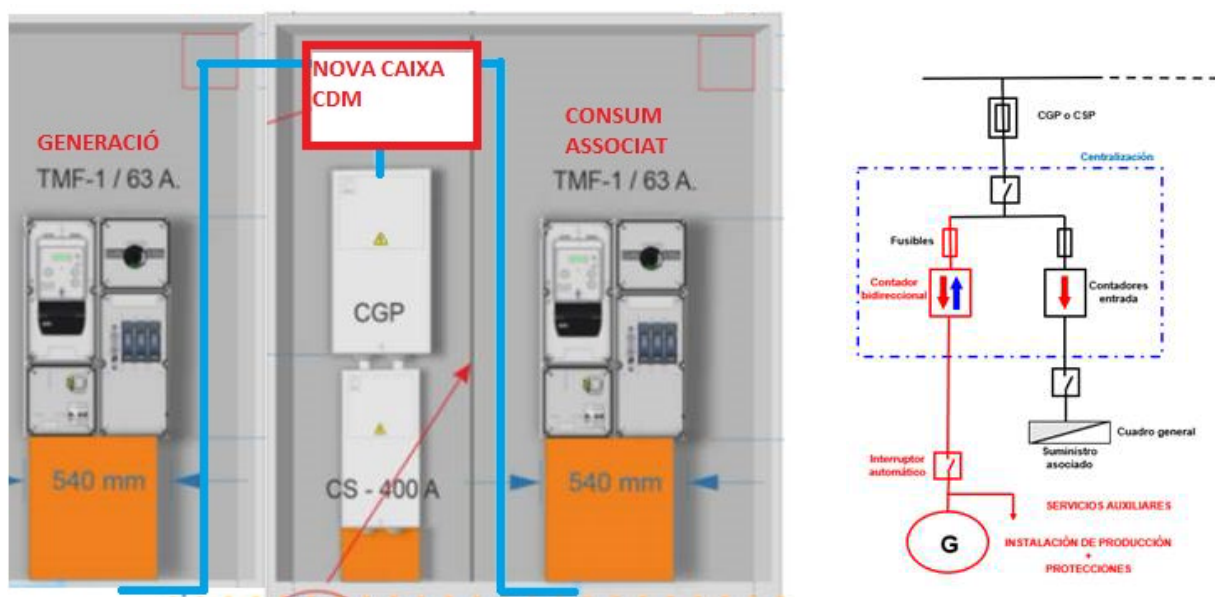
Il·lustració 30 Simulació armari elèctric TMF 10 comptatge generació + Inversor i proteccions elèctriques



Queda pendent del corresponent estudi, a realitzar per la companyia elèctrica que dona servei en l'emplaçament objecte del projecte. Es considera que, a causa de les característiques de la instal·lació, el mateix punt de connexió de servei de l'edifici suportarà el punt de connexió proposat, atès que la potència fotovoltaica que s'instal·larà és igual o inferior a la contractada actualment pel subministrament del centre.

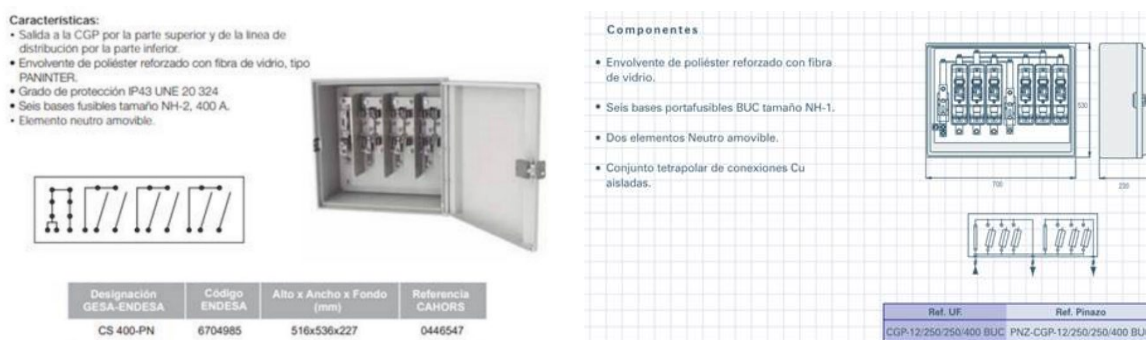
Per a instal·lacions amb CGP-CS de entrega a consum associat i generació (TMF1, TMF10...) només pot existir una LGA de sortida de la CGP.

Per tant, segons reglament, cal col·locar una caixa CDM a la sortida de la CGP tal com es mostra a la Il·lustració 31 (la col·locació de la CDM sobre la CGP és purament aclaridora)



Il·lustració 31 Esquema instal·lació d'enllaç amb CDM

La CDM (Caixa de Derivació i Mesura), ha de tenir fusibles per seccionar consum i generació.



Il·lustració 32 Caixa CDM



4.8 MANTENIMENT I GARANTIES

4.8.1 Manteniment operatiu

El manteniment operatiu consta d'un seguiment continuat mitjançant el monitoratge de la instal·lació, per bé d'assegurar el bon rendiment d'aquesta. D'altra banda s'hauran de realitzar neteges periòdiques dels panells, per evitar pèrdues de rendiment per brutícia o pols acumulada.

4.8.2 Accés a la instal·lació, zones de pas i mesures de seguretat en coberta

L'accés a la instal·lació es realitzarà mitjançant els accessos existents disposats per a tal efecte. En cas d'haver de manipular volums de grans dimensions s'utilitzarà una grua, homologada per a aquest tipus de treballs.

Les zones de pas seran els passadissos compresos entre les fileres de plaques. En el cas que només hi hagi un mur de petites dimensions a la coberta de l'edifici, caldrà que l'operari es lligui amb arnès de seguretat a l'estructura, durant la realització dels treballs d'operació i manteniment. El personal que realitzi treballs de manteniment haurà d'estar qualificat per treballar en alçada.

4.8.3 Garantia

Els panells solars tenen una garantia contra qualsevol defecte de fabricació del producte de fins a 12 anys, i el fabricant ofereix 25 anys de garantia de la potència nominal lineal (màxima degradació de rendiment del 0,7% p.a.).

Els inversors, per la seva banda, tenen una garantia de 5 anys contra qualsevol defecte de fabricació. A més, el fabricant ofereix la possibilitat d'ampliar aquesta garantia si així ho desitja el propietari de la instal·lació solar.

4.9 ACTUACIONS PRINCIPALS DEL PROJECTE

Les actuacions a realitzar durant l'execució de l'obra per la instal·lació fotovoltaica d'autoconsum consisteixen en el muntatge físicament i connexions elèctriques de tots els elements. Seguidament es llista les tasques a realitzar:

1. Fixació de l'estructura i col·locació dels mòduls fotovoltaics. Connexió entre mòduls.
2. Traçat de la línia elèctrica fotovoltaica de CC des del camp fotovoltaic fins a l'inversor.
3. Traçat de línia elèctrica fotovoltaica de CA des de l'inversor fins al punt de connexió.
4. Aparellatge elèctric del punt de connexió i comptador.
5. Instal·lació de l'inversor i caixa de proteccions.



5 ESTUDI ENERGÈTIC

La present instal·lació s'ha dissenyat per abastir d'energia elèctrica l'anomenada "Illa fotovoltaica de Cal Músic". El concepte d'illa fotovoltaica sorgeix arrel d'un estudi encarregat per l'Ajuntament de Mollet del Vallès que vol donar resposta a les necessitats energètiques del municipi. En el cas de la illa fotovoltaica de Cal Músic, els consums associats són els següents:

- Escola Cal Músic (generador i consumidor)
- Escola El Bosc
- Centre Cívic Can Pantiquet
- Taller Alborada
- Centre Ocupacional El Bosc
- Excedents*

Els excedents de l'estudi seran vehiculats per abastir d'energia famílies vulnerables.

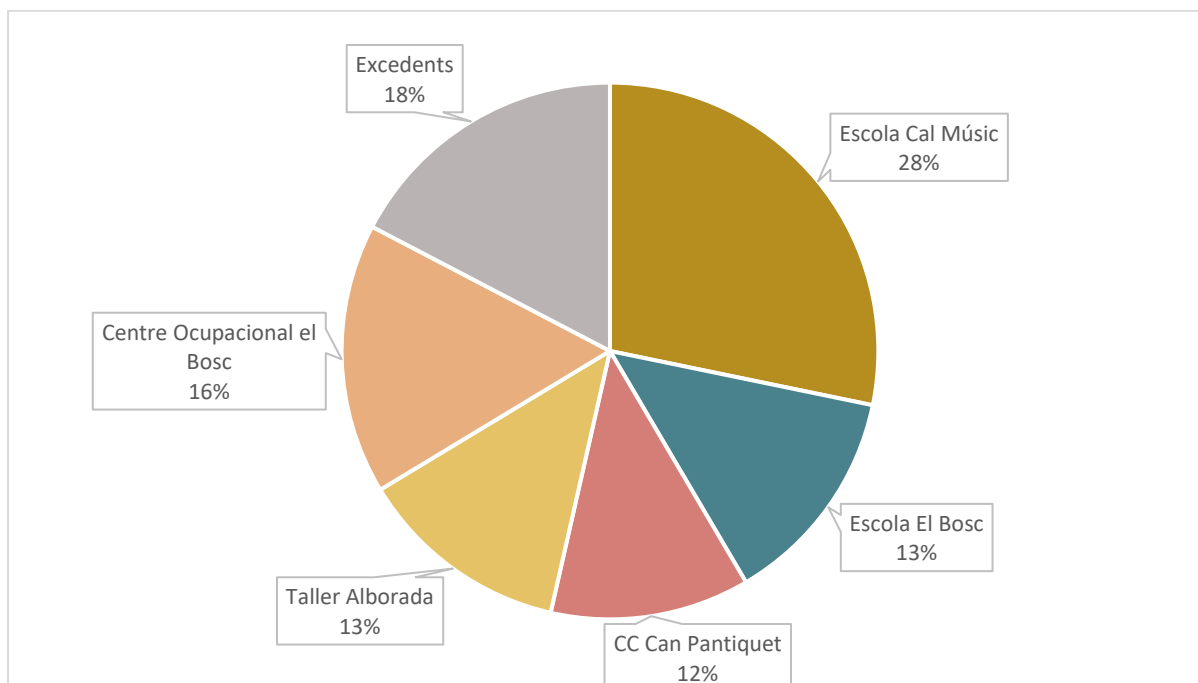
Per analitzar el comportament de la illa s'ha simulat la generació esperada de la instal·lació amb PVGIS, la base de dades que ofereix la UE per analitzar el comportament fotovoltaic. Els consums dels diferents equips han estat facilitats per l'ajuntament.

Els resultats esperats d'aquesta instal·lació s'han recollit a la taula adjunta.

	Escola Cal Músic	Escola El Bosc	CC Can Pantiquet	Taller Alborada	Centre Ocupacional el Bosc	Excedents	Illa Cal Músic
Consum anual [kWh]	113.706	54.040	34.926	46.178	58.829		307.679
Generació anual [kWh]	139.021						139.021
Repartiment generació [kWh]	39.258	18.482	16.707	17.797	22.672	24.105	
Consum de xarxa [kWh]	74.448	35.558	18.219	28.381	36.157		192.763
Repartiment [%]	28%	13%	12%	13%	16%	17%	100%
Autoconsum [%]	35%	34%	48%	39%	39%		45%
Estalvi econòmic:	13.740 €	6.469 €	5.847 €	6.229 €	7.935 €	8.437 €	48.657 €

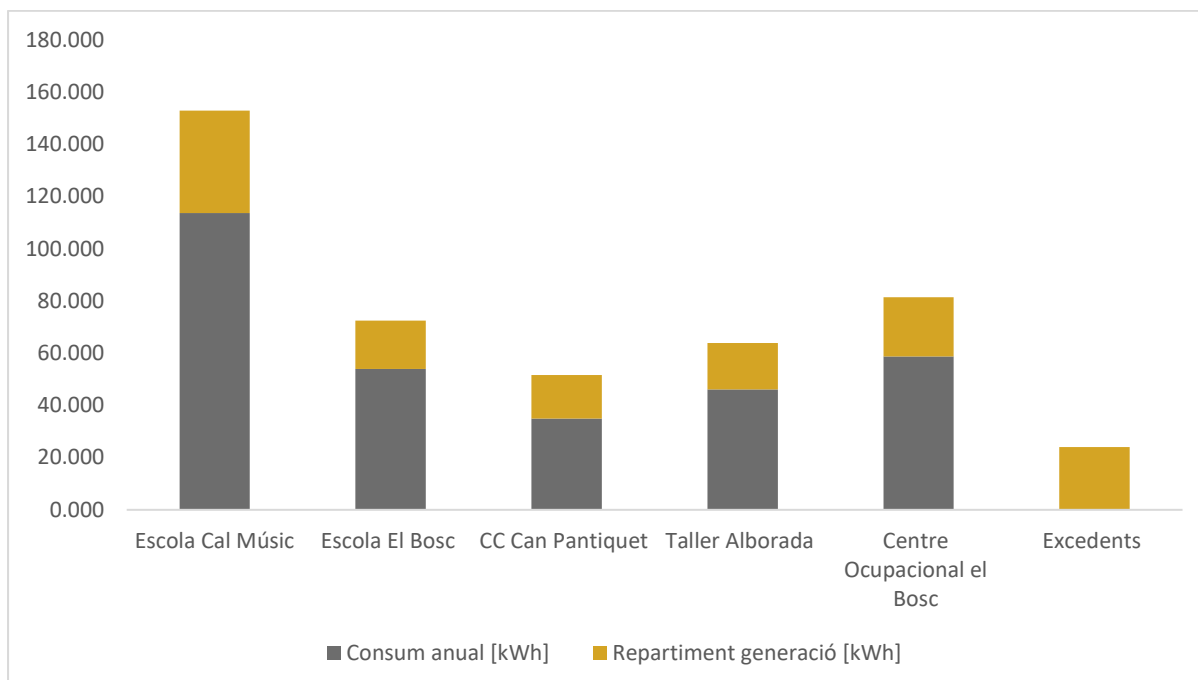


La distribució d'energia als diferents consumidors s'ha fet de tal forma que es maximitzi l'autoconsum instantani. A la Gràfica 1 s'observa la distribució d'energia a la illa fotovoltaica al llarg de l'any.



Gràfica 1 Distribució d'energia als diferents equipaments

A la Gràfica 2 es mostra el consum i l'autoconsum anual a tots els equipaments de la Illa fotovoltaica de Cal Músic.



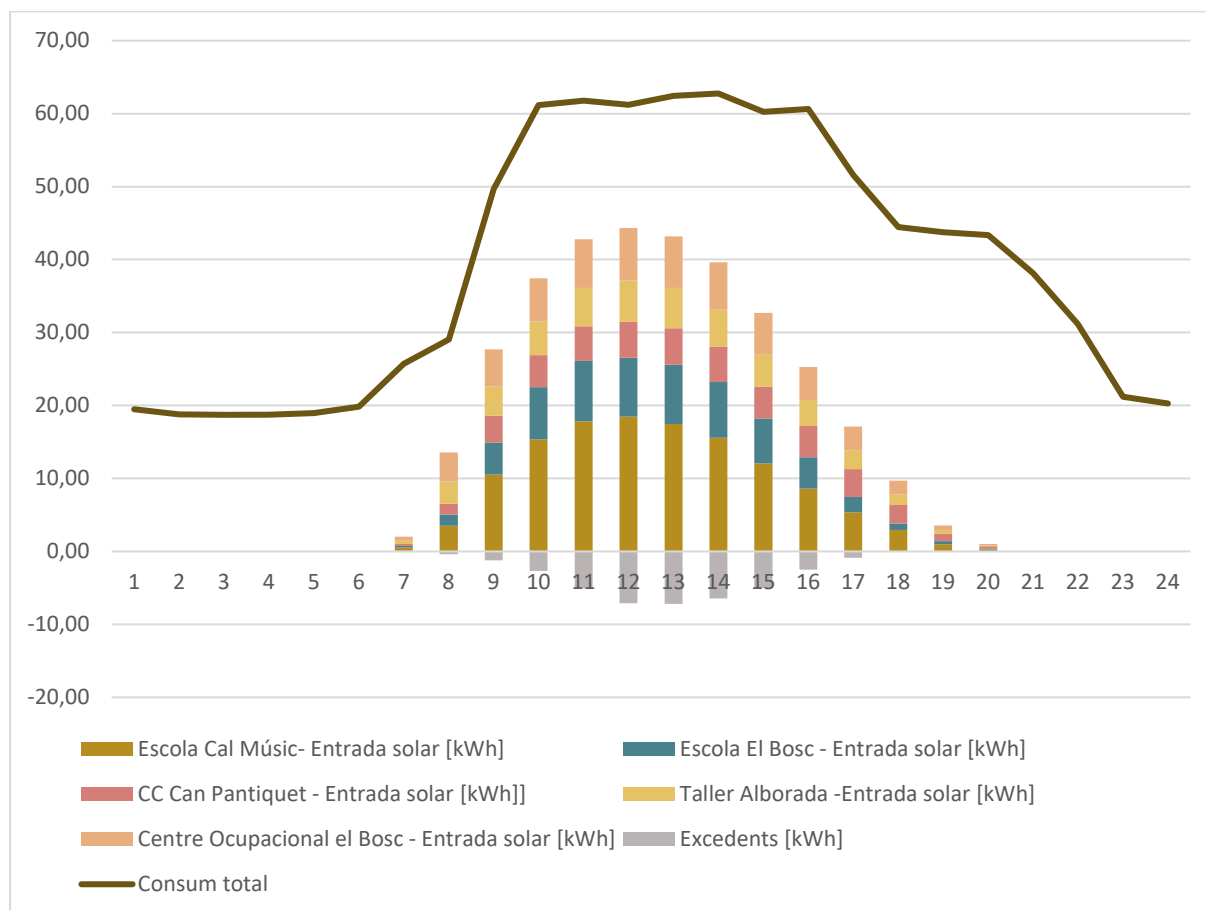
Gràfica 2 Consum i autoconsum als equipaments municipals



A continuació es presenten un seguit de gràfics que simulen el comportament energètic de la illa fotovoltaica durant els dies laborables.

La Gràfica 3 mostra el consum agrupat de tots els equipaments així com l'energia fotovoltaica que s'entrega a cada centre. La gràfica mostra el consum i la generació mitja al llarg de l'any.

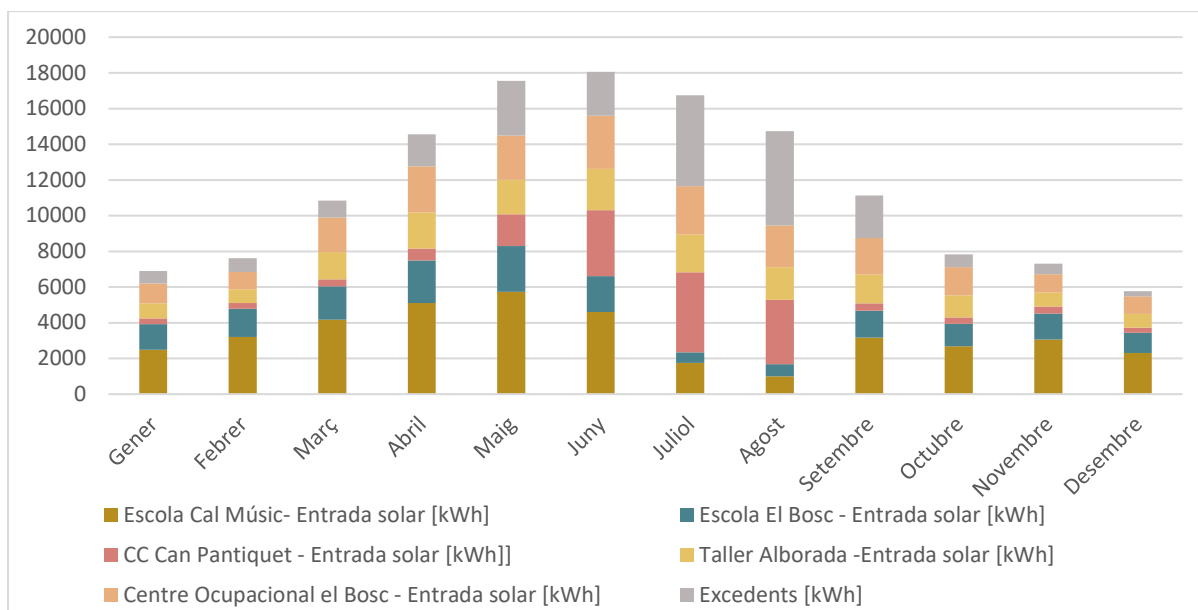
Els excedents que es veuen corresponen a aquells dies de dilluns a divendres on no hi ha activitat, com passa molt sovint durant l'estiu. Com mostra la Gràfica 4, els excedents creixen considerablement durant els mesos d'estiu. Tot i així, cada mes es generen excedents. Principalment durant els dies festius.



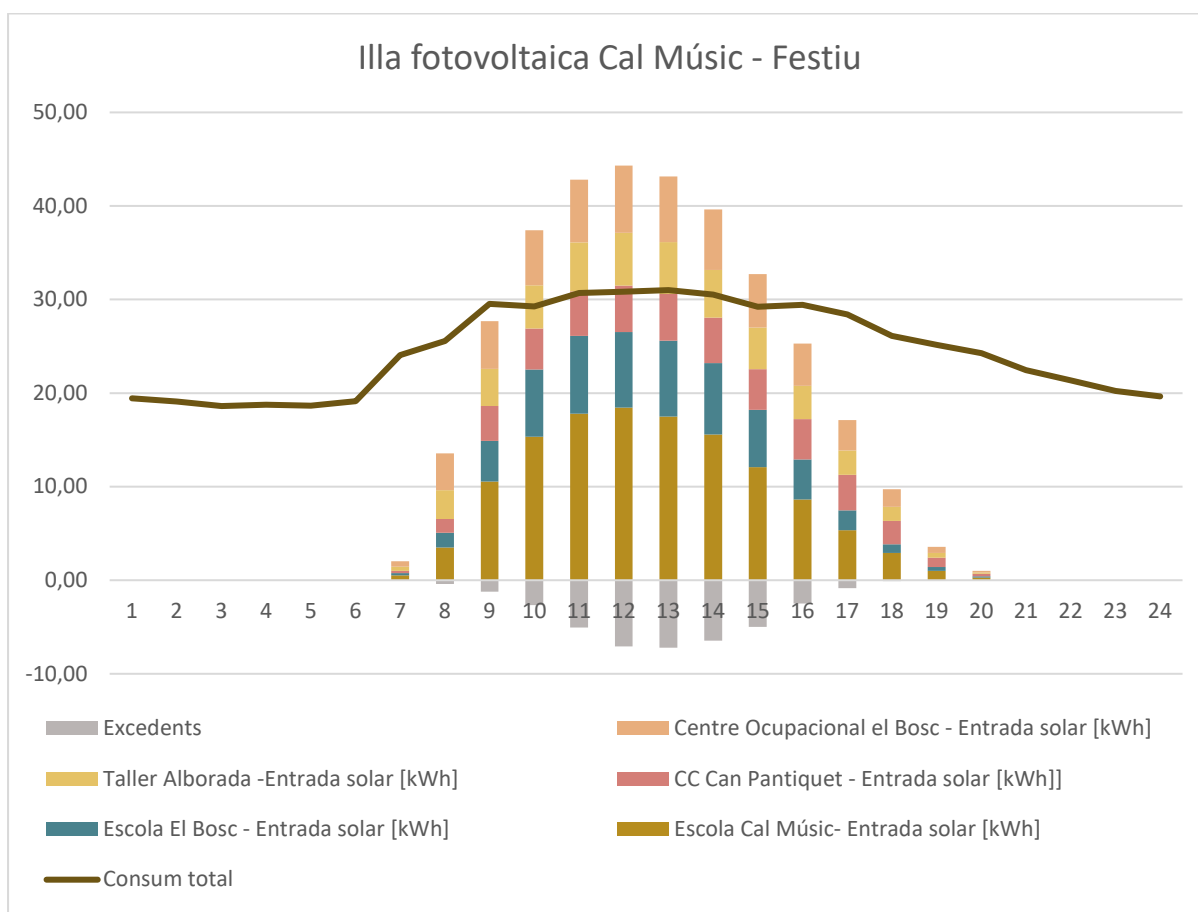
Gràfica 3 Comportament de la illa fotovoltaica Cal Músic. Mitjana anual.

La Gràfica 5 mostra el comportament energètic de la illa fotovoltaica durant un dia festiu. Com es pot veure el consum es redueix molt considerablement durant els dissabtes i els diumenges, ja que les escoles romanen tancades. Serà durant aquests moments quan es generi la major part dels excedents.

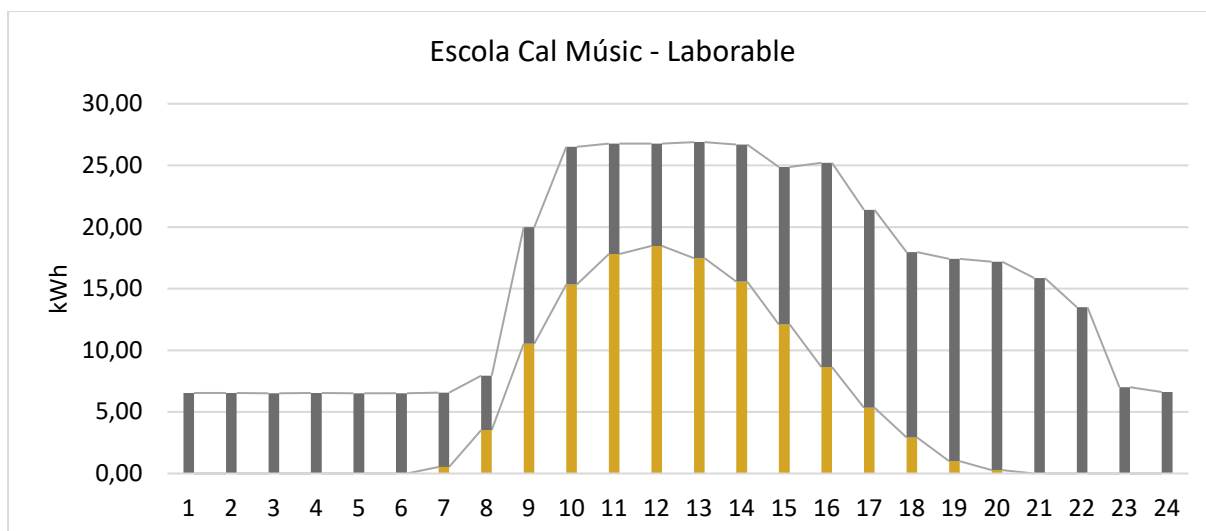
Les famílies vulnerables seran les destinatàries d'aquests excedents i, al ser una instal·lació ≤ 100 kW, podran compensar els excedents per reduir l'import de la seva factura.



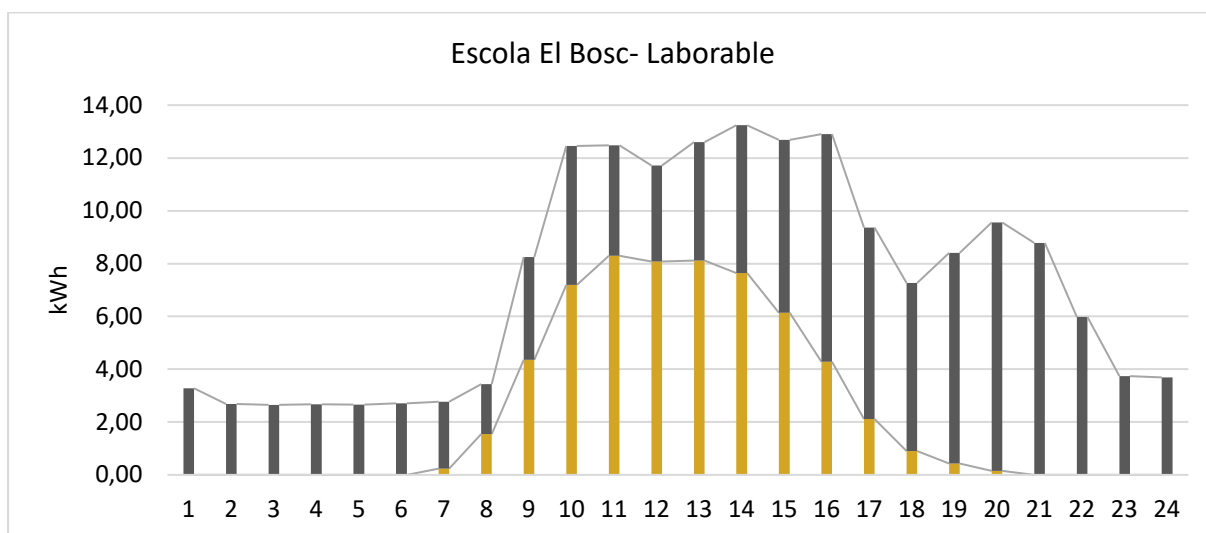
Gràfica 4 Genereació fotovoltaica mensual



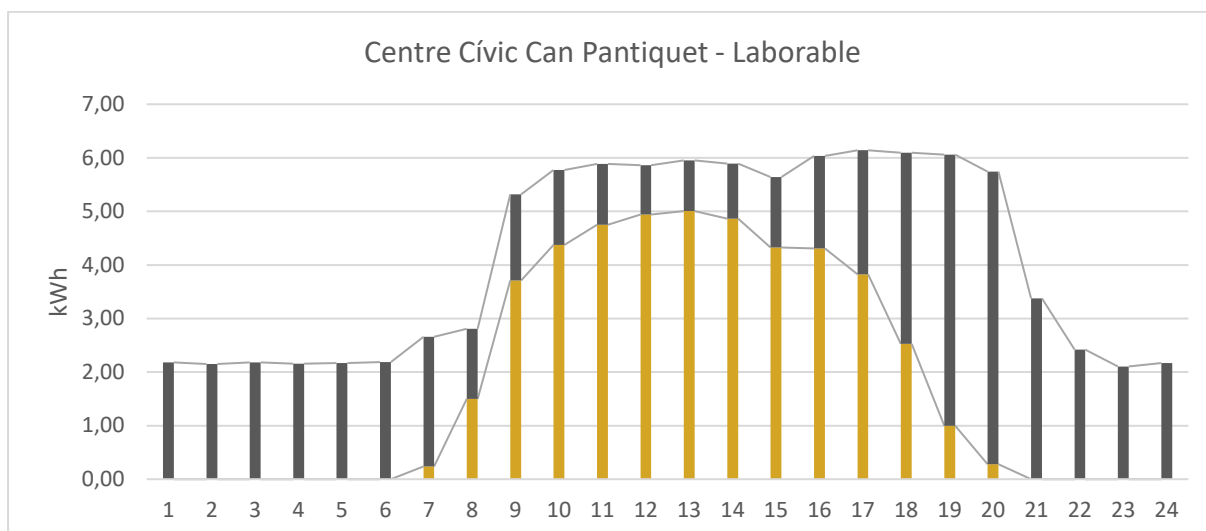
Gràfica 5 Comportament de la illa fotovoltaica Cal Music durant un dia festiu. Mitjana anual.



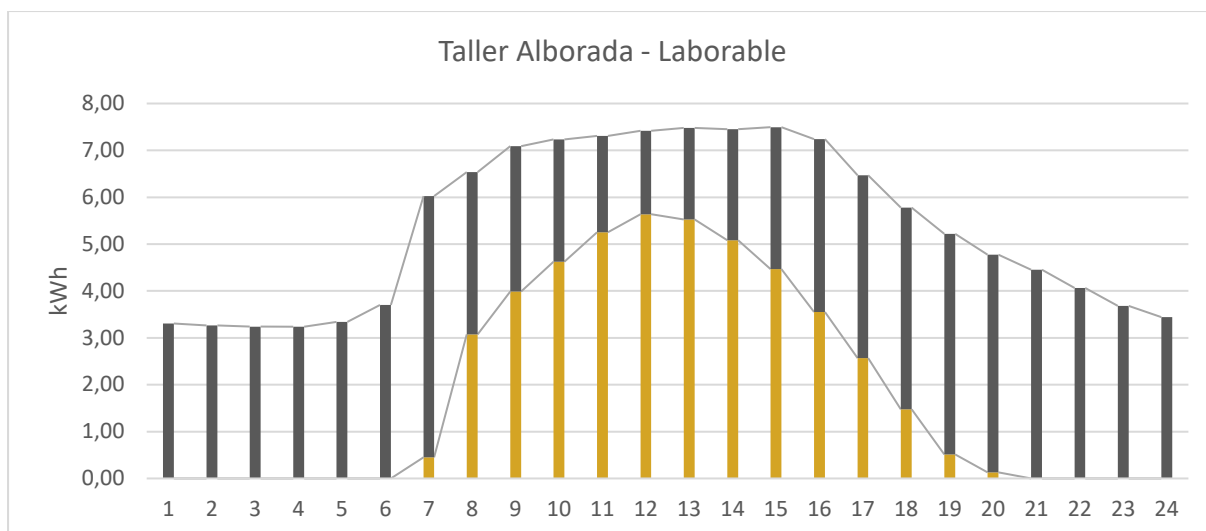
Gràfica 6 Comportament energètic Escola Cal Músic – Mitjana anual



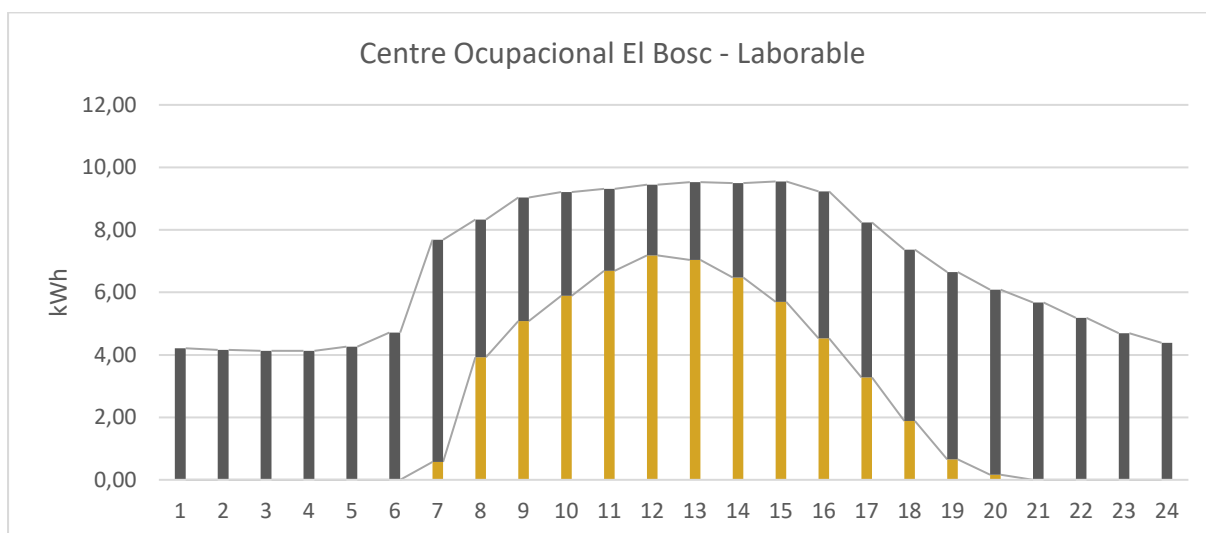
Gràfica 7 Comportament energètic Escola El Bosc Mitjana anual



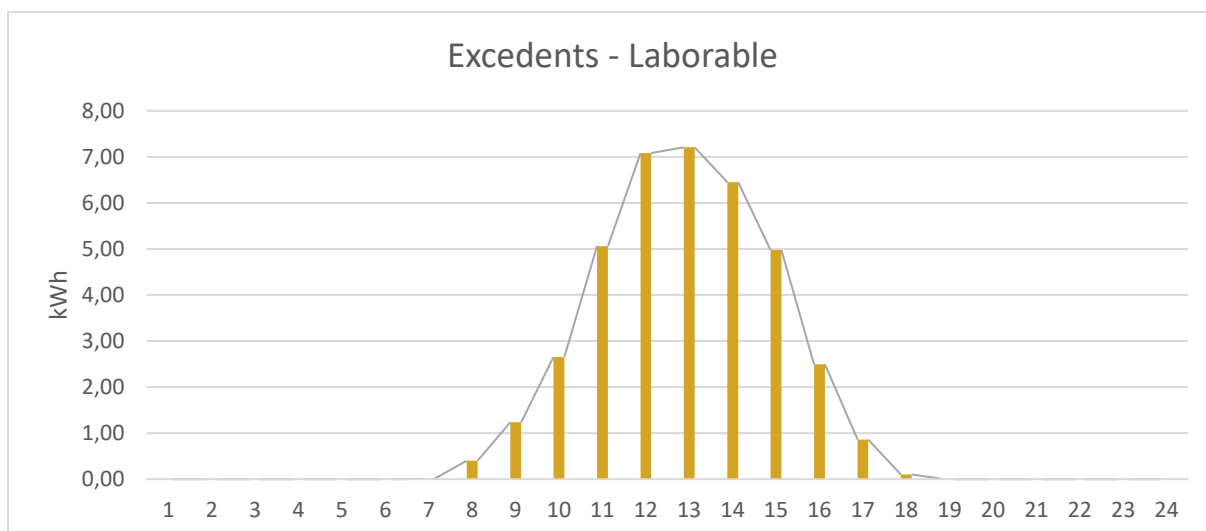
Gràfica 8 Comportament energètic Escola Can Pantiquet Mitjana anual



Gràfica 9 Comportament energètic Taller Alborada Mitjana anual



Gràfica 10 Comportament energètic Centre Ocupacional El Bosc Mitjana anual



Gràfica 11 Excedents esperats durant un dia laborable Mitjana anual



6 PRESSUPOST

El resum del pressupost es mostra a la següent taula. A l'annex corresponent es pot veure el pressupost desglossat.

RESUM DEL PRESSUPOST

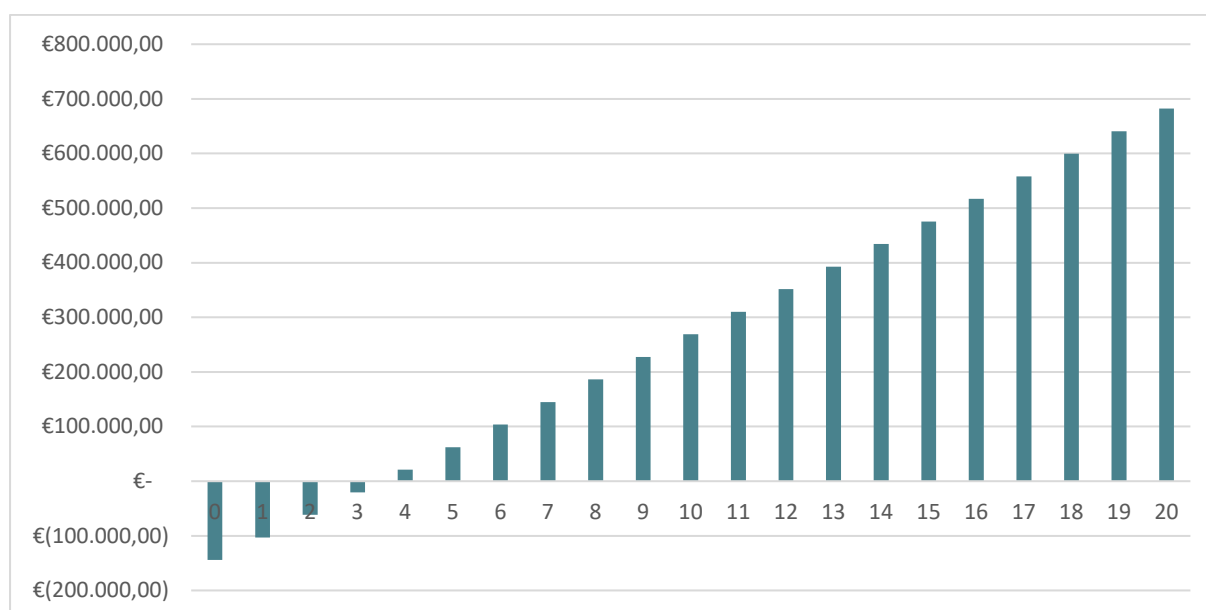
				Import
Capítol	01	TREBALLS PREVIS		8.139,36 €
Subcapítol	01	01	ADEQUACIÓ DE L'ACCÉS	5.915,23 €
Subcapítol	01	02	IMPLEMENTACIÓ D'ELEMENTS DE PROTECCIÓ	2.224,13 €
Capítol	02	INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA		104.392,21 €
Subcapítol	02	01	MÒDULS FOTOVOLTAICS	53.635,57 €
Subcapítol	02	02	ESTRUCTURA FOTOVOLTAICA	8.176,70 €
Subcapítol	02	03	INVERSOR	9.417,73 €
Subcapítol	02	04	CABLEJAT	4.504,56 €
Subcapítol	02	05	CONNEXIÓ A TERRA	1.152,25 €
Subcapítol	02	06	CANALITZACIONS	3.089,14 €
Subcapítol	02	07	CAIXES I ENVOLVENTS	252,55 €
Subcapítol	02	08	PROTECCIONS ELÈCTRIQUES	6.122,38 €
Subcapítol	02	09	EQUIPS DE MESURA I CONNEXIÓ A XARXA	14.409,57 €
Subcapítol	02	10	MONITORATGE I CONTROL	3.631,76 €
Capítol	03	LEGALITZACIÓ I POSADA EN FUNCIONAMENT		2.000,00 €
Capítol	04	GESTIÓ DE RESIDUS		445,70 €
Capítol	05	SEGURETAT I SALUT		1.983,34 €
IMPORT TOTAL DEL PRESSUPOST :				116.960,61 €
PEM :				116.960,61 €
		Despeses generals:	13%	15.204,88 €
		Benefici industrial:	6%	7.017,64 €
PEC:				139.183,13 €
		IVA:	21%	29.228,46 €
PEC+IVA:				168.411,59 €



7 ESTUDI ECONÒMIC

L'estudi econòmic dona resposta a l'estudi energètic realitzat anteriorment. Les principals dades a tenir en compte es mostren a la següent taula.

ESTUDI ECONÒMIC	
Instal·lació fotovoltaica:	104,5 kW _{pic}
Cost inversió:	168.411,59 €
Cost instal·lació [€/kW]	1.611,59 €
Preu energia autoconsum [€/kWh]:	0,30 €
Preu energia a compensar [€/kWh]:	0,15 €
Excedents anuals	27.362 kWh
Consum mig anual família:	3.500 kWh
Repartiment/família:	1.000 kWh
Nombre de famílies beneficiàries:	27
Estalvi econòmic:	41.318,83 € / any
Retorn de la inversió:	4 anys
TIR	17%
VAN acumulat (20 anys), i=5%	682.082,61 €



Il·lustració 33 VAN acumulat del projecte



8 PREVENCIÓ D'INCENDIS

Normativa específica aplicada:

- Codi Tècnic de l'Edificació (CTE). Document Bàsic DB-SI de Seguretat en cas d'Incendi.
- Reial Decret 2267/2004, de 3 de desembre, pel qual s'aprova el Reglament de seguretat contra incendis en els establiments industrials.
- Reial Decret 513/2017, de 22 de maig, pel qual s'aprova el Reglament d'instal·lacions de protecció contra incendis.

S'analitzaren les dues zones d'estudi: l'armari on es situarà l'inversor i el camp fotovoltaic en coberta.

8.1 ZONA INVERSORS ELÈCTRICS

Els equips elèctrics encarregats de transformar l'energia generada per les plaques fotovoltaïques (inversors) s'ubicaran a l'interior d'un armari prefabricat.

L'inversor incorporarà una pantalla (display) que indicarà en cada moment el seu estat de funcionament, així com un seccionador que permetrà desconnectar amb seguretat l'equip de la xarxa elèctrica i del camp fotovoltaic si una situació d'emergència ho requereix.

Els inversors elegits compleixen amb les directives de la UE: Directiva 2014/30/UE de compatibilitat electromagnètica, Directiva de baixa tensió 2014/35/UE, així com amb les normes de seguretat dels convertidors de potència utilitzats en sistemes de potència fotovoltaïcs: UNE-EN 62.109-1:2011 i UNE-EN 62.109-2:2013.

8.2 CAMP FOTOVOLTAIC EN COBERTA

En tractar-se d'una instal·lació situada a sobre de la coberta (sent totalment descobert) no és d'aplicació el Decret 2267/2004 per a establiments industrials.

Cal remarcar a més que, tant l'estructura de suport com els mòduls fotovoltaïcs, estan fabricats amb materials incombustibles.



9 IMPACTE AMBIENTAL DE LA INSTAL·LACIÓ

La instal·lació fotovoltaica s'ha dissenyat, tant en la fase constructiva com en el desenvolupament normal de la seva activitat, amb l'objectiu de reduir al màxim les possibles afectacions mediambientals.

9.1 AFECTACIÓ MEDIAMBIENTAL DE LA FASE CONSTRUCTIVA

Tots els elements constructius seran reciclables i no tindran cap reacció ni afectació sobre el medi ambient. En la mesura del possible, els elements i materials necessaris en la fase de construcció seguiran el mateix principi.

Els residus generats a l'obra (plàstics, cartró, ...), seran recollits i dipositats en els abocadors corresponents, d'acord amb el que estableix la legislació vigent en matèria de residus.

No es generarà cap tipus de runes durant la de la instal·lació dels components.

9.2 AFECTACIÓ MEDIAMBIENTAL DE LA FASE D'EXPLOTACIÓ

La fase d'explotació no afectarà de manera negativa al medi ambient, sinó al contrari; contribuirà a la reducció d'emissions de gasos contaminants i al menor consum de petroli, carbó i gas natural en centrals tèrmiques convencionals.

9.2.1 Afectació sobre el cicle de l'aigua

L'aigua no intervindrà, en cap cas, en la fase d'explotació de la instal·lació fotovoltaica. Cal destacar que el rentat de les plaques, que es realitza de forma periòdica en el manteniment preventiu de la instal·lació, serà mitjançant productes especials per a netejar en sec. Així doncs, no es necessitaran ni connexió d'aigua ni sistemes de recollida i abocament.

Pel que fa a les aigües de pluja, la instal·lació no té cap afectació, i aquestes es recolliran i conduiran cap al col·lector de xarxa separativa de forma normal, tal com el sistema ha estat dissenyat.

9.2.2 Producció i gestió de residus

L'activitat normal del camp fotovoltaic no produirà cap residu, i en el cas puntual d'avaries que necessitin de la substitució d'algun element, aquest serà gestionat d'acord amb la normativa vigent de gestió de residus.

9.2.3 Reciclatge de la instal·lació

Cal tenir en compte que el camp fotovoltaic té una vida mitjana d'uns 30 anys i que, en el moment que es procedeixi a la seva retirada, tots els elements seran reciclables. Cal destacar que els panells, que constitueixen el 90% de la instal·lació, estan fabricats amb silici, material que es troba de forma natural a la terra i que es tritura i es recicla de la mateixa manera que el vidre. Existeixen actualment cicles de reciclatge d'instal·lacions fotovoltaïques, patentats i totalment normalitzats.

9.3 ESTALVI D'EMISSIONS CONTAMINANTS A L'ATMOSFERA

La instal·lació fotovoltaica per a autoconsum connectada a la xarxa elèctrica, contribuirà de forma notable a la reducció de les emissions contaminants a l'atmosfera. Les emissions anuals estalviades ascendeixen a 34,75 tones de CO₂.

