



ARC BCN INGENIEROS CONSULTORES

Pau Claris 97, 1º 2ª 08009 Barcelona  
Teléfono: 934871348  
info@arcbcn.cat | www.arcbcn.cat

**PROJECTE EXECUTIU D'INSTAL·LACIÓ  
FOTOVOLTAICA PER AUTOCONSUM AL  
TEATRE MARGARIDA XIRGU DE  
MONTORNÈS DEL VALLÈS**

Plaça de Margarida Xirgu, 4

08170 Montornès del Vallès

**DOCUMENT I: MEMÒRIA TÈCNICA**

**Desembre 2022**

**4922**

# **ÍNDEX DEL PROJECTE**

## **DOCUMENT I: MEMÒRIA TÈCNICA**

### **DOCUMENT II: ANNEXES**

Annex 1: Consum elèctrics del teatre i de l'ajuntament de Montornès del Vallès

Annex 2: Estudi d'ombres i pèrdues de rendiment

Annex 3: Producció d'energia del generador fotovoltaic

Annex 4: Interconnexió dels panells fotovoltaics

Annex 5: Dimensionament del cablejat

Annex 6: Dimensionament de les proteccions elèctriques

Annex 7: Solidesa estructural i resistència al vent

Annex 8: Fitxes tècniques

### **DOCUMENT III: DOCUMENTACIÓ GRÀFICA**

### **DOCUMENT IV: PRESSUPOST**

### **DOCUMENT V: ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT**

### **DOCUMENT VI: GESTIÓ DE RESIDUS**

### **DOCUMENT VII: PLEC DE CONDICIONS TÈCNIQUES**

# DOCUMENT I: MEMÒRIA TÈCNICA

## INDEX

1	DADES DEL PROJECTE.....	4
1.1	Titular de la instal·lació.....	4
1.2	Emplaçament.....	4
1.3	Representant legal.....	4
1.4	Dades del tècnic autor del projecte.....	4
2	OBJECTE.....	5
3	ANTECEDENTS.....	6
4	NORMATIVA.....	8
5	DESCRIPCIÓ DE L'EDIFICI.....	11
6	JUSTIFICACIÓ DE LA SOLUCIÓ ADOPTADA.....	16
6.1	Premisses tècniques del projecte.....	16
6.2	Disponibilitat d'energia solar.....	16
6.3	Orientació i inclinació dels panells.....	17
6.4	Panells fotovoltaics.....	18
6.5	Dimensionament de la potència del generador.....	18
6.6	Repartiment de l'energia produïda.....	20
6.7	Estructura de suport dels mòduls.....	21
6.8	Inversors.....	23
7	DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ.....	25
7.1	Descripció general de la instal·lació.....	25
7.2	Panells fotovoltaics.....	27
7.3	Estructura.....	27
7.4	Cables.....	29
7.5	Inversors.....	31
7.6	Interconnexió dels mòduls fotovoltaics.....	33
7.7	Posada a terra.....	34
7.8	Proteccions.....	35
7.9	Connexió de la instal·lació fotovoltaica a la xarxa de distribució.....	37
7.10	Monitoratge.....	39
7.11	Tasques addicionals.....	42
8	GARANTIES.....	43
9	PRESSUPOST GENERAL I CONCLUSIONS.....	44

## **1 DADES DEL PROJECTE**

### **1.1 Titular de la instal·lació**

Nom: Teatre Margarida Xirgu  
Titular: Ajuntament de Montornès del Vallès  
Domicili: Plaça Margarida Xirgu, 4 de Montornès del Vallès  
CIF: P0813500F

### **1.2 Emplaçament**

Nom: Teatre Margarida Xirgu  
Domicili: Plaça Margarida Xirgu, 4  
Població: 08170 Montornès del Vallès  
Tel: 93 572 17 19  
Email: [teatre@montornes.cat](mailto:teatre@montornes.cat)  
Web: <https://www.montornes.cat/municipi/equipaments/teatre-margarida-xirgu>  
Coordenades:

UTM 31 T	X: 438809	Y: 4599393
----------	-----------	------------

### **1.3 Representant legal**

Nom: José Antonio Montero Domínguez  
DNI: 40987810Q  
Entitat: Ajuntament de Montornès del Vallès  
Domicili: Av. De la Llibertat, 2 08170 Montornès del Vallès  
Tel: 93 572 11 70

### **1.4 Dades del tècnic autor del projecte**

Nom: Enric Ros i Baró  
Col·legiat: COEIC 10.239  
Domicili: Pau Claris 97 08009 BARCELONA.

## **2 OBJECTE**

El present document constitueix el projecte executiu d'instal·lacions per a la implantació d'un generador fotovoltaic per autoconsum a la teulada del Teatre Margarida Xirgu de Montornès del Vallès.

La present memòria descriu i justifica el camp solar fotovoltaic, les estructures, les connexions elèctriques i altres actuacions complementàries.

Adjunts a la present memòria s'inclouen els càlculs justificatius, l'estat d'amidaments, el pressupost i els plànols per poder executar les instal·lacions projectades.

### 3 ANTECEDENTS

L'emergència climàtica és actualment un problema prioritari al món i està íntimament lligat a la producció d'energia. La societat demanda cada vegada quantitats superiors d'energia i la seva producció a partir de combustibles fòssils genera grans quantitats de gasos d'efecte hivernacle que empitjoren el problema.

D'altra banda la producció d'energia a partir de combustibles fòssils també té associats problemes ètics, d'abastiment i inestabilitat en els preus donat que els principals proveïdors són països amb governs autoritaris i amb inestabilitat política i social que tenen grans dificultats per garantir el compliment dels contractes de subministrament.

La política energètica i climàtica a Espanya està determinada per la Unió Europea que a la seva vegada respon als requeriments dels Acords de París que es van signar l'any 2015 per tal de donar una resposta internacional i coordinada a l'emergència climàtica. En aquesta línia s'ha desenvolupat en els últims anys un marc regulador per tal d'aconseguir uns objectius tan ambiciosos com necessaris i intentar revertir la crisi climàtica entre els que trobem:

- Promoure que els consumidors europeus es converteixin en actors de la transició energètica.
- Reducció del 40% de l'emissió de gasos d'efecte hivernacle al 2030 respecte el 1990.
- 32% de producció d'energia a partir de fonts renovables al 2030 respecte el consum total d'energia final.
- Aconseguir una economia climàticament neutra al 2050.

El PNIEC és el Pla Nacional Integrat d'Energia i Clima que cada estat membre de la Unió Europea ha elaborat a partir de les premisses anteriors per establir els seus objectius concrets en matèria d'energia i clima pel període 2021-2030. En el cas de l'estat Espanyol aquests objectius es materialitzen en:

- Reducció del 23% de l'emissió de gasos d'efecte hivernacle al 2030 respecte el 1990.
- 42% de producció d'energia a partir de fonts renovables al 2030 respecte el consum total d'energia.
- 39,5% de millora en l'eficiència energètica
- 74% d'energia renovable en la generació d'energia elèctrica
- Aconseguir la neutralitat d'emissions de gasos d'efecte hivernacle al 2050.

La producció d'energia elèctrica a partir de panells solars fotovoltaics és una de les principals opcions per aconseguir aquests objectius. És una tecnologia madura que ha millorat molt el seu rendiment de producció i ha esdevingut econòmicament competitiva en els últims anys convertint-se en una alternativa real als combustibles fòssils i molt especialment en el nostre país on el recurs solar és molt abundant amb moltes hores de disponibilitat al llarg de l'any. A més a més aquesta tecnologia es susceptible d'instal·lar-se en petites centrals generadores que fa possible la generació distribuïda d'energia en tot el territori reduint les pèrdues degudes al transport d'electricitat així com la inversió en grans infraestructures de transport. I com a conseqüència de l'anterior també fa possible la participació de petits inversors com empreses, organismes públics o ciutadans particulars, que poden plantejar-se la instal·lació del seu propi generador fotovoltaic per generar l'electricitat que consumeixen.

Els gestors del Teatre Margarida Xirgu de Montornès del Vallès, coneixedors de tota la casuística comentada, proposen la instal·lació d'un generador fotovoltaic a la teulada de l'edifici per a la producció i autoconsum d'energia elèctrica donat que pel seu cas concret a més a més es presenten els següents punts favorables:

- En tractar-se d'un organisme públic es necessària la seva implicació per aconseguir els objectius del govern en matèria energètica i climàtica així com servir d'exemple a la resta de la societat.
- Disposa d'una coberta amb molts m<sup>2</sup> disponibles sense cap us en aquests moments on es factible la instal·lació dels mòduls fotovoltaics.
- Tot i que els consums del Teatre es concentren durant els caps de setmana, la proximitat a l'edifici de l'Ajuntament, amb uns consums elèctrics molt importants i principalment en horari diürn, afavoreix que plantejant un autoconsum compartit entre ambdós edificis, es pugui aconseguir que la major part de l'energia que produeixi el generador fotovoltaic s'autoconsumeixi, maximitzant els estalvis en les factures elèctriques i reduint el període d'amortització de la inversió.
- La instal·lació fotovoltaica exemplifica el compromís de l'ajuntament en la lluita contra el canvi climàtic i la necessitat de produir i consumir energia neta cosa que pot servir per transmetre aquests valors a la resta de la població.

## **4 NORMATIVA**

La normativa considerada per al disseny de la instal·lació serà la següent:

### **ESTATAL**

La llei del Sector elèctric 54/1997 de 24 de novembre de 1997.

Reial Decret-Llei 18/2022, de 18 d'octubre, pel que s'aproven mesures de reforç per a la protecció dels consumidors d'energia i de contribució a la reducció del consum de gas natural en aplicació del "Pla + seguretat per a la teva energia (+SE)", així com mesures en matèria de retribucions dels personal al servei del sector públic i de protecció de les persones treballadores agràries eventuales afectades per la sequera.

Ordre TED/1247/2021, de 15 de novembre, per la que es modifica, per a la implementació de coeficients de repartiment variables en autoconsum col·lectiu, l'annex I del Reial Decret 244/2019, de 5 d'abril, pel que es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica.

Reial Decret 2818/1998, de 30 de novembre en instal·lacions de producció d'energia elèctrica proporcionades per les fonts renovables d'energia o recursos, residus i cogeneració.

Reial Decret 1183/2020, de 29 de desembre, sobre accés i connexió a les xarxes de transport i distribució d'energia elèctrica.

Reial Decret 244/2019, de 5 d'abril, que regula les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica.

Reial Decret 1663/2000, de 29 de setembre, sobre connexió d'instal·lacions fotovoltaïques en la xarxa de baixa tensió.

Reial Decret 1699/2011, de 18 de novembre, sobre la connexió a xarxa de les instal·lacions de producció d'energia elèctrica de petita potència.

Reial Decret 1433/2002, de 27 de desembre, on s'estableixen els requisits de mesura en baixa tensió de consumidors i centrals de producció en règim especial.



Reial Decret 413/2014, de 6 de juny, on es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica a partir de fonts d'energia renovables, cogeneració i residus.

Reial Decret 1955/2000, de 1 de desembre, que regula les activitats de transport, distribució, comercialització, subministrament i llicències procediments d'instal·lacions d'energia elèctrica.

Reial Decret 661/2007 de 26 de maig que regula la producció d'energia elèctrica en regim especial.

Reial Decret 842/2002 de 2 d'agost per el que s'aprova el Reglament electrotècnic de baixa tensió i les seves instruccions complementaries.

Resolució del Ministeri d'economia de 31 de maig de 2001, per la que s'estableix el model de contracte tipus i el model de càlcul per a instal·lacions solars fotovoltaïques connectades a la xarxa de baixa tensió (BOE de 21/06/2001

Especificacions tècniques de les instal·lacions connexió a xarxa, del IDAE, 2002.

Ordre de 30 de setembre de 2002, la que estableix el procediment per a prioritzar l'accés i connexió a la xarxa elèctrica per a l'evacuació d'instal·lacions de generació d'energia contemplats en el RD 2818/1998 sobre producció d'energia elèctrica per a serveis proporcionats per recursos o fonts d'energia renovables, cogeneració i residus.

Reial Decret de 27 de desembre 1433/2002, els requisits de mesura en els consumidors de baixa tensió i plantes de producció en regim especial.

Reial Decret 3275/1982, de 12 de novembre, sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en centrals elèctriques i centres de transformació.

06 de juliol de 1984, l'ordre aprova les instruccions tècniques complementaries del Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en centrals elèctriques i centres de transformació.

Codi Tècnic, document bàsic de construcció HE-5 "fotovoltaica contribució mínima d'energia elèctrica" (Reial Decret 732/2019, de 20 de desembre).

Reglament de seguretat i higiene en el treball (L31/05).

### AUTONÒMICA

Decret Llei 24/2021, de 26 d'octubre, d'acceleració del desplegament de les energies renovables distribuïdes i participades.

Decret 308/1996, de 2 d'agost, sobre procediment administratiu aplicables a les instal·lacions en règim especial.

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 que han de complir les instal·lacions fotovoltaiques per a la connexió a la xarxa de distribució de F.E.C.S.A./E.N.D.E.S.A.

Llei 3/1998, de 27 de febrer, d'Intervenció Integral de l'Administració Ambiental

Decret 136/1999, de 18 de maig, reglament de desplegament de la Llei 3/98 i de modificació dels annexos de la Llei 3/98

Decret 143/2003, de 10 de juny, de modificació del Decret 136/1999.

Decret Legislatiu 1/2005, de 26 de juliol, d'aprovació del text refós de la Llei d'Urbanisme.

Decret 305/2006, de 18 de juliol, pel qual s'aprova el Reglament de la Llei d'Urbanisme

### LOCAL

Pla General d'Ordenació Urbana de Montornès del Vallès

## 5 DESCRIPCIÓ DE L'EDIFICI

El Teatre Margarida Xirgu és un equipament cultural de l'ajuntament de Montornès del Vallès que combina una programació estable dedicada a les arts escèniques amb l'ús ciutadà.

L'edificació disposa de dues plantes i un nivell superior. A la planta baixa hi ha el teatre pròpiament dit, al qual s'accedeix des del vestíbul de la plaça de Margarida Xirgu, que dona nom a l'equipament. Al mateix nivell hi ha la platea, amb 402 butaques, tot l'equipament tècnic i d'escena i l'escenari, des del qual s'accedeix al nivell superior on hi ha els camerinos. L'espai està adaptat per a persones amb mobilitat reduïda.

A la planta inferior, també accessible de forma independent, hi ha la Sala Gran, de 353 m<sup>2</sup> i la Sala Petita, de 73 m<sup>2</sup>, ambdues destinades a usos polivalents. Aquest espai també disposa d'un office equipat per a servir refrigeris. L'equipament es completa amb espais d'emmagatzematge, amb 183 m<sup>2</sup> repartits en diverses estances.



*Imatge 1. Teatre Margarida Xirgu*

L'estructura de l'edifici combina elements de formigó armat amb elements d'estructura metàl·lica. Concretament la coberta de l'edifici principal, on es preveu el muntatge dels panells fotovoltaics, està formada per unes encavallades d'acer amb pendents a dues aigües de 20° d'inclinació respecte l'horitzontal a sobre de les quals recolzen unes corretges també d'acer. Sobre les corretges, fent la funció de tancament, hi ha un panell sandwich format a base de dues xapes d'acer de 0,6 mm amb llana de roca entre aquestes. Finalment la coberta es remata amb una xapa d'acer amb forma de miniona que és la mateixa que hi ha a totes les façanes de l'edifici donant un acabat uniforme a tots els tancaments.



*Imatge 2. Detall coberta teatre des de l'exterior*

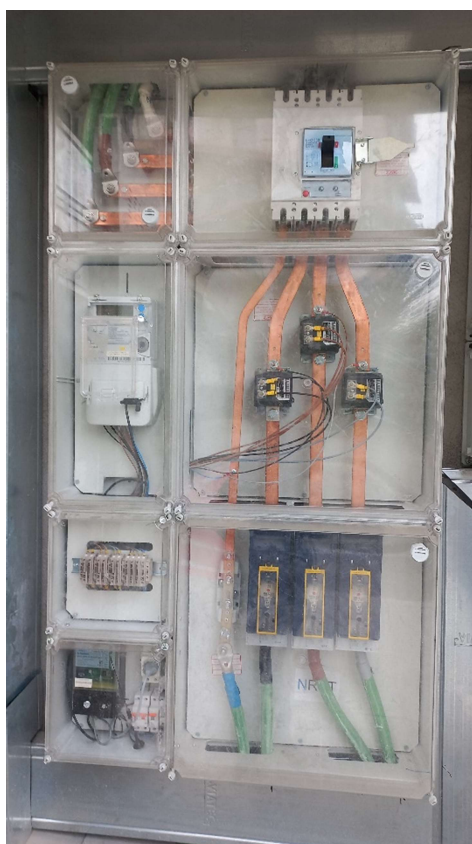


*Imatge 3. Detall façanes teatre*

Pel que fa a la instal·lació elèctrica té la seva escomesa a la façana est de l'edifici. Es tracta d'una escomesa subterrània i els equips de protecció i mesura es troben a l'interior d'uns armaris les portes dels quals es troben integrades a la pròpia façana de l'edifici per tal de tenir accés a aquests equips des del carrer. Es tracta d'una escomesa doble, de tal forma que una de les línies fa la funció d'escomesa d'emergència. El conjunt de protecció i mesura per la línia principal és de tipus TMF10 i d'acord al document RITSIC de la instal·lació tindria una potència màxima admissible de 82,7 kW. L'escomesa de la línia d'emergència incorpora un equip de protecció i mesura tipus TMF1.



*Imatge 4. Armaris dels equips de protecció i mesura*



*Imatge 5. Mòdul TMF10 de la línia principal*

Des del conjunt de protecció i mesura la derivació individual va fins al quadre principal del teatre situat al costat dret de l'escenari mirant des de la platea. No es disposa de detalls sobre el traçat de la derivació individual ni sobre la secció dels cables.



*Imatge 6. Quadre general del teatre*

## **6 JUSTIFICACIÓ DE LA SOLUCIÓ ADOPTADA**

### **6.1 Premisses tècniques del projecte**

La instal·lació es realitzarà d'acord amb les següents premisses tècniques:

- La generació d'energia elèctrica a partir de la radiació solar mitjançant panells fotovoltaics.
- Instal·lació per autoconsum.
- Autoconsum compartit entre el Teatre Margarida Xirgu i l'Ajuntament de Montornès del Vallès, amb connexió a través de la xarxa de distribució i acollit a la modalitat d'autoconsum amb compensació d'excedents.
- Dimensionat màxim de la potència del generador.
- Posició, orientació i inclinació dels mòduls fotovoltaics per maximitzar la producció anual d'electricitat.

### **6.2 Disponibilitat d'energia solar**

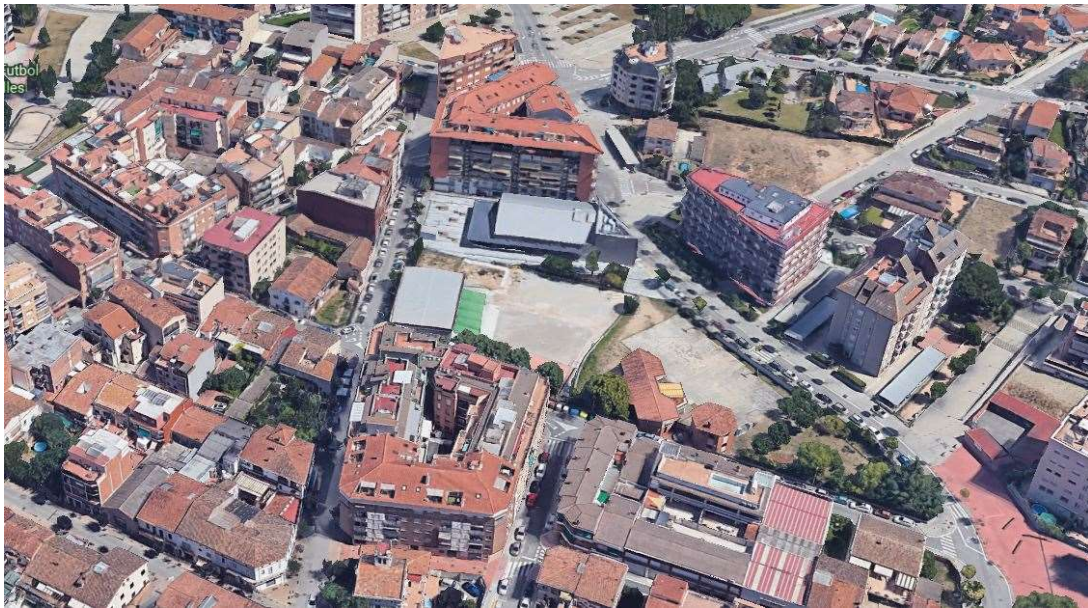
El Teatre Margarida Xirgu de Montornès del Vallès disposa d'una coberta a dues aigües de més de 550 m<sup>2</sup> en planta sense cap ús llevat d'uns exutoris situats a la part est. La inclinació de les dues vessants és de 20° respecte l'horitzontal i la superfície la conforma xapa d'acer amb forma de mini-ona.

L'edifici està ubicat en una zona plana on les principals elevacions del terreny estan prou allunyades com per no generar ombres sobre la coberta. A nivell urbanístic els edificis que l'envolten tenen alçades superiors però no suposen un problema de projecció d'ombres sobre les teulades del teatre ja que:

- Els edificis situats a nord del teatre no projectaran ombres ja que no s'interposen en la trajectòria del sol.
- Els edificis situats a est, sud i oest estan suficientment allunyats com perquè la projecció d'ombres que faran sobre la coberta del teatre només es produeixin molt a primera hora del matí o última hora de la tarda.



Així doncs, la coberta del teatre orientada a sud és un bon emplaçament per a la instal·lació d'un generador fotovoltaic ja que hi ha bona disponibilitat de radiació solar levat de la zona est de la mateixa on la part de l'edifici que te una alçada superior provocarà una àrea d'ombres durant el matí fins que l'azimut del sol el superi.



*Imatge 7. Situació de l'edifici del teatre*

### 6.3 Orientació i inclinació dels panells

A la localització on es troba el Teatre Margarida Xirgu de Montornès del Vallès (latitud 41.543864, longitud 2.26636), d'acord a l'eina PVGIS del JRC (Join Research Center) de la Comissió Europea (<https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>), l'orientació i inclinació dels panells que maximitzaria la producció fotovoltaica seria:

Orientació: 0° (0° sud, 90° oest, -90° est)

Inclinació: 38° (respecte l'horitzontal)

Es preveu el muntatge dels panells sobre la coberta del teatre la qual te una configuració a dues aigües amb una inclinació respecte l'horitzontal de 20°. Per raons de simplicitat de muntatge i integració arquitectònica dels panells és preferible la seva instal·lació de forma coplanar amb la coberta i orientant-los alineats amb les arestes de

l'edifici. Aquest condicionant suposa que els panells es muntarien amb la següent orientació i inclinació:

Coberta 1	Orientació: 11°	Inclinació: 20°
Coberta 2	Orientació: -169°	Inclinació: 20°

Tal com es justifica en el document d'annexos, la instal·lació dels panells de forma coplanar amb la coberta 1 suposaria una reducció de producció respecte l'orientació i inclinació òptimes d'un 4% mentre que la instal·lació de panells de forma coplanar a la coberta 2 suposaria una reducció de producció del 37%.

Donat que per raons d'integració arquitectònica només es contempla la possibilitat de muntatge dels panells de forma coplanar amb les cobertes es considera interessant i viable la seva instal·lació a la coberta 1 però es descarta la seva instal·lació a la coberta 2.

#### **6.4 Panells fotovoltaics**

S'utilitzaran panells de 72 cel·les tipus PERC de silici monocristal·lí i tecnologia de cel·la partida per ser aquesta la que actualment ofereix millor rendiment, reducció de la penalització per ombrejats i relació qualitat preu. Per millorar la relació de preu per cada kWp instal·lat s'utilitzaran panells de la màxima disponible, al voltant dels 550 Wp.

#### **6.5 Dimensionament de la potència del generador**

El criteri per dimensionar la potència del generador serà instal·lar la màxima possible d'acord a la superfície disponible de teulada, la capacitat de la instal·lació elèctrica del teatre i les possibilitats de consum de l'energia que es produeixi. Per tal d'amortitzar en poc temps aquest tipus d'instal·lacions és necessari que s'autoconsumeixi la major part possible de l'energia que es produeixi ja que és d'aquesta manera com s'aconsegueixen els millors estalvis en la factura elèctrica.

Pel que fa als consums elèctrics es vol que el generador alimenti no només al teatre sinó també l'ajuntament de Montornès del Vallès ja que es troba a molt poca distància i amb uns consums elèctrics molt més importants que els del teatre. A l'annex 1 estan indicats els consums de cadascun d'aquests equipaments. Com a primera aproximació suposarem que del total d'energia consumida el 50% es produeix en hores de sol i l'altre 50% en horari nocturn. En base a aquesta hipòtesi la quantitat d'energia que potencialment pot ser coberta per la instal·lació fotovoltaica és de 17.992 kWh/anuals en els cas del teatre i 125.986 kWh/anuals en el cas de l'ajuntament.

L'ajuntament està ubicat en un radi inferior als 1000 m des del teatre, on s'ubicarà la instal·lació fotovoltaica, i per tant d'acord al RD 244/2019 pot considerar-se una instal·lació pròxima a través de xarxa i pot autoconsumir el percentatge que es determini de l'energia produïda sense que això suposi cap cost addicional per peatges d'accés a la xarxa elèctrica.

Com a valor de tanteig podem estimar que cada kWp fotovoltaic instal·lat a Catalunya produeix al voltant de 1400 kWh/kWp·any així que la potència màxima a instal·lar per cobrir el consum del teatre i de l'ajuntament seria de :

$$\text{Potència màxima} = \frac{17.992 + 125.986}{1.400} = 102 \text{ kWp}$$

Respecte a la capacitat de l'escomesa del teatre d'acord al Certificat d'Instal·lació Elèctrica aquesta és de 82,7 kW.

Així doncs, el criteri més limitatiu en aquest cas serà el dels 82,7 kW que serà la potència nominal màxima que es podrà instal·lar sempre i quan la superfície disponible de teulada ho permeti.

D'acord a l'encaix de plaques sobre els m<sup>2</sup> de teulada disponible (veure plànols) el número màxim de panells que es poden encabir es de 79 unitats el que suposa una potència pic de 43,45 kWp. La potència màxima que podrà generar la instal·lació d'acord a les dades de radiació solar sobre la coberta la podem estimar al voltant del 90% de la potència pic que pel nostre cas serà d'uns 40 kW.

És a dir, que la limitació per espai de coberta encara és més restrictiva que la limitació per capacitat de la instal·lació elèctrica així que **la instal·lació tindrà una potència pic de 43,45 kWp i una potència màxima o nominal de 40 kWn.**

## **6.6 Repartiment de l'energia produïda**

D'acord al RD 244/2019 en el cas d'autoconsums compartits, com és el cas que ens ocupa, caldrà establir per contracte quin percentatge de l'energia produïda pel generador fotovoltaic es repercutirà a cadascun dels punts de consum associats. La normativa vigent permet en aquests moments establir un percentatge de repartiment diferent per cada hora de cadascun dels 356 dies de l'any. La tria d'aquests coeficients de repartiment és crítica per tal de maximitzar la rendibilitat de la instal·lació ja que d'aquests coeficients dependrà el percentatge d'autoconsum i d'excedents que aconseguirem. Maximitzar l'autoconsum significa maximitzar l'estalvi econòmic i per tant la rendibilitat de la instal·lació.

En el nostre cas, d'acord a l'annex 1, disposem de dos perfils de consum diferents tant pel teatre com per l'ajuntament: un perfil pels dies de dilluns a divendres i un altre per dissabtes i diumenges. Com que aquests perfils els tenim per cadascun dels mesos de l'any podrem definir 24 coeficients: els coeficients de dilluns a divendres i els coeficients de dissabtes i diumenges per cada mes. D'acord a l'estudi detallat a l'annex 3 els coeficients òptims en funció de de les corbes de consum i producció disponibles serien els següents:

Mes	% Producció			
	Teatre dl-dv	Teatre ds-dm	Ajuntament dl-dv	Ajuntament ds-dm
Gen	0,10	0,10	0,90	0,90
Feb	0,10	0,10	0,90	0,90
Mar	0,10	0,10	0,90	0,90
Abr	0,10	0,10	0,90	0,90
Mai	0,10	0,40	0,90	0,60
Jun	0,10	0,40	0,90	0,60
Jul	0,10	0,30	0,90	0,70
Ago	0,10	0,30	0,90	0,70
Set	0,10	0,30	0,90	0,70
Oct	0,10	0,40	0,90	0,60
Nov	0,10	0,30	0,90	0,70
Des	0,10	0,30	0,90	0,70

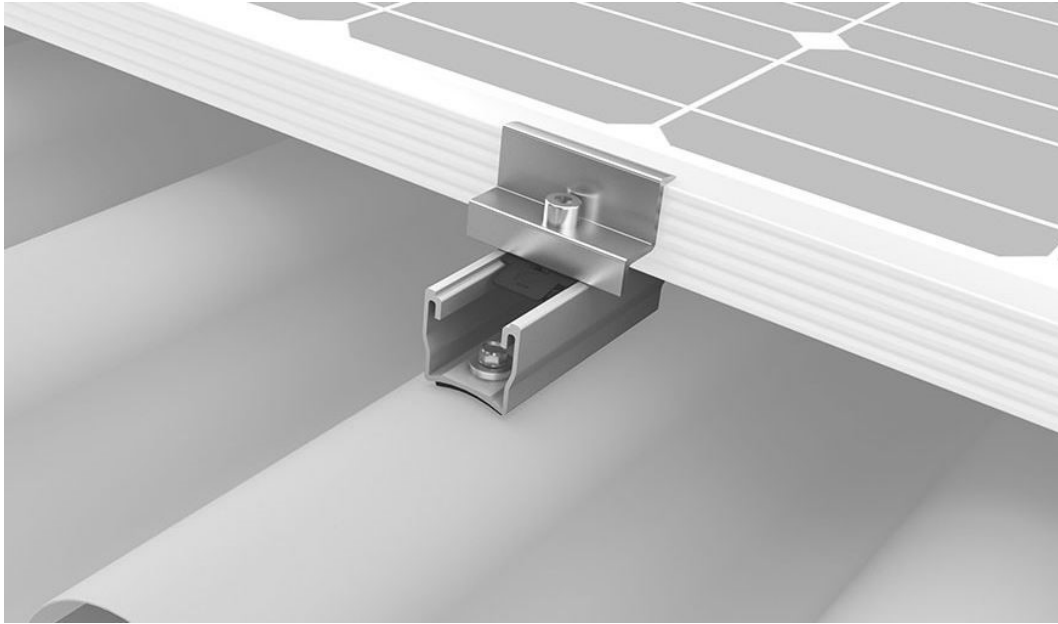
Amb l'aplicació d'aquests coeficients es preveu un percentatge d'autoconsum de l'energia generada d'un 98 % i uns excedents d'un 2%.

L'energia subministrada al teatre pel generador fotovoltaic seria un 23% del seu consum i en el cas de l'ajuntament un 20%.

## 6.7 Estructura de suport dels mòduls

L'estructura de suport serà l'encarregada de fixar el mòduls a la coberta de forma sòlida i fiable per tal que no es moguin a causa de l'acció del vent, la neu, etc.

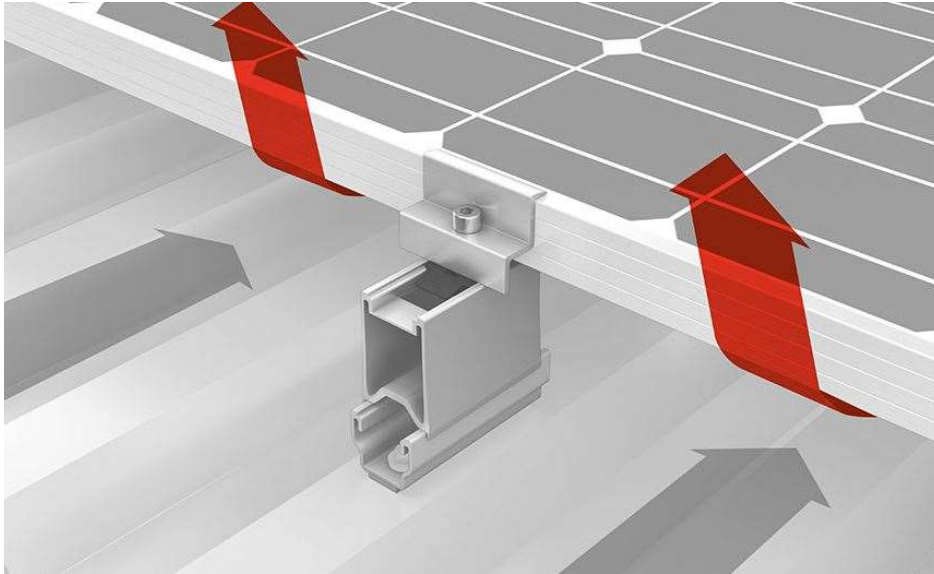
Podem trobar diverses opcions d'estructura en funció del tipus de coberta sobre la que s'hagin de muntar els panells però pel cas del teatre on tenim una xapa metàl·lica amb perfil de mini-ona, amb bon aspecte de planitud i on els panells es muntaran coplanars a aquesta, l'opció més senzilla i econòmica consisteix a fixar unes guies a la coberta mitjançant cargols autorroscants i posteriorment fixar els panells sobre aquestes guies.



*Imatge 8. Suport dels panells a la coberta*

Els panells fotovoltaics es recolzen sobre les guies, una vegada aquestes han estat fixades a la coberta, i es fixen a les guies mitjançant unes grapes. Les guies s'han de muntar sempre a part alta de l'ona del perfil de coberta i tant les guies com els cargols han de portar juntes de goma per tal de minimitzar el risc de filtracions d'aigua. Cada panell queda assegurat per 4 guies i 4 grapes.

Un dels problemes del muntatge coplanar sobre cobertes de panells fotovoltaics és la pèrdua de rendiment degut a que aquests s'escalfen més que en altres tipus d'instal·lacions per la seva part posterior donat que queden molt pròxims a la coberta i no hi ha bona circulació d'aire i per tant refrigeració. Per tal de millorar aquest punt es proposa la instal·lació de l'elevador per afavorir la circulació d'aire, la refrigeració dels mòduls i per tant millorar el seu rendiment.



*Imatge 9. Detall elevadors de panells*

Per tal d'eliminar problemes de corrosió i de parells galvànics tots els elements hauran de ser d'alumini anoditzat o d'acer inoxidable.

## **6.8 Inversors**

Els inversors són els equips encarregats de transformar el corrent continu del camp fotovoltaic en corrent altern dels mateixos paràmetres de tensió i freqüència que la xarxa de subministrament elèctric per tal que el generador fotovoltaic pugui connectar-se en paral·lel tant a la xarxa com a la instal·lació a la que ha de proveir d'energia sense alterar-les. Els paràmetres nominals seran de 400 V de tensió i 50 Hz de freqüència amb les següents toleràncies:

- Tensió
  - Màxim: 110 % del valor nominal
  - Mínim: 85 % del valor nominal
  
- Freqüència
  - Màxim: 51 Hz
  - Mínim: 49 Hz

- Taxa d'harmònics
  - Inferior al 5%

Per a la potència nominal prevista, 40 kW, podem triar entre instal·lar diversos equips de petita potència fins arribar al valor objectiu o bé un únic equip de més potència. Per simplicitat de la instal·lació i per economia es decideix la instal·lació d'un únic inversor de potència igual o superior als 40 kWn previstos.



## **7 DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ**

### **7.1 Descripció general de la instal·lació**

La instal·lació la formaran 79 panells fotovoltaics ubicats a la teulada del Teatre Margarida Xirgu els quals generaran energia elèctrica en corrent continu a partir de la radiació solar.

El cablejat elèctric portarà aquesta energia dels panells fins a l'inversor, el qual s'ubicarà a la teulada plana on estan els equips de climatització, que serà l'encarregat de transformar aquest corrent continu en corrent altern de paràmetres compatibles amb la xarxa de distribució. Al costat de l'inversor s'instal·larà el quadre de proteccions elèctriques de tota la part de corrent continu.



*Imatge 10. Ubicació prevista per l'inversor*

Des de l'inversor el cablejat elèctric baixarà pel pati d'instal·lacions situat entre l'edifici amb coberta a dues aigües i l'edifici amb coberta plana fins a la planta baixa i des d'aquí a través del fals sostre del magatzem de la planta baixa fins als armaris situats a peu de carrer a la façana est on s'ubica l'escomesa així com els equips de protecció i mesura de la instal·lació elèctrica del teatre.



*Imatge 11. Armaris d'equips de protecció i mesura*

Allà s'instal·larà un comptador elèctric homologat per la companyia distribuïdora d'electricitat per mesurar tota l'energia produïda per la instal·lació fotovoltaica i es connectarà aigües amunt del comptador del teatre en paral·lel amb aquest.

Al quadre general de baixa tensió del teatre (QGBT) s'instal·larà un analitzador de xarxes per tal de tenir registre del consum elèctric del teatre i el mateix es farà al QGBT de l'ajuntament. Els analitzadors de xarxes i l'inversor es connectaran a través d'internet a la plataforma SENTILO de la Diputació de Barcelona per tal que els paràmetres de producció del generador fotovoltaic i els consums del teatre i l'ajuntament estiguin disponibles per a la seva consulta.

A la teulada del teatre també s'instal·laran, d'acord als criteris de PCT de l'IDAE, un sensor de radiació, un de temperatura i un de velocitat del vent per tal de poder monitoritzar aquests paràmetres i verificar el bon funcionament del generador fotovoltaic. Les dades de radiació, temperatura i velocitat del vent registrades per aquests sensors també estaran disponibles a la plataforma SENTILO.

## **7.2 Panells fotovoltaics**

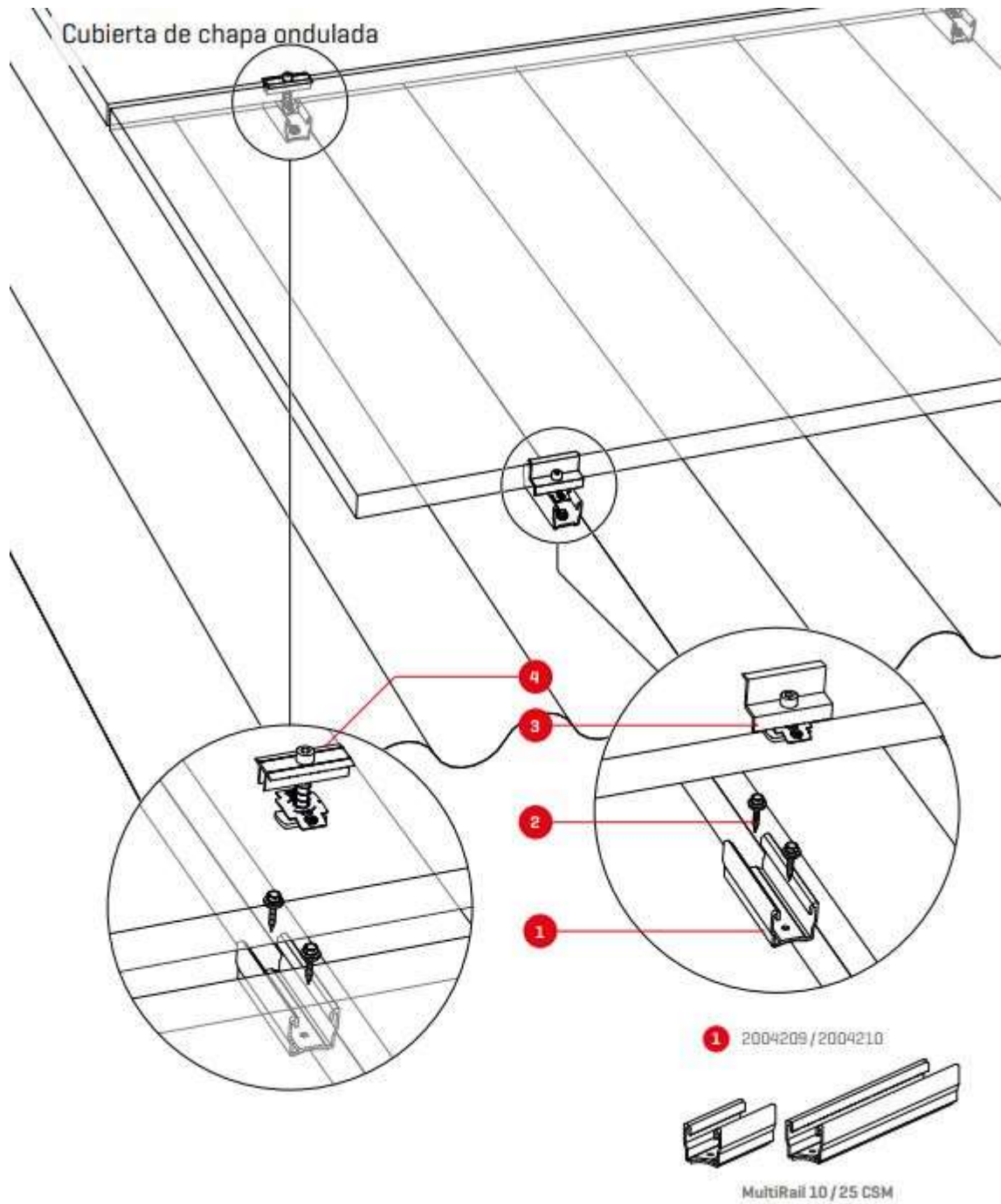
Els panells fotovoltaics es construeixen mitjançant l'associació en sèrie de cel·les fotovoltaïques convenientment fixades i col·locades dins un encapsulat especial de vidre i un marc metàl·lic, habitualment d'alumini. Es proposa la utilització dels panells de 72 cel·les i 550 Wp de potència del fabricant JA Solar o similar, amb un rendiment del 21,3%, unes mides de 2279x1134x35 mm i un pes de 28,6 kg. Les cel·les són de tecnologia PERC i la interconnexió incorpora de 3 díodes de derivació per minimitzar l'efecte d'ombres o brutícia. Tenen una garantia de producció fotovoltaica als 25 anys del 84.8% de la producció inicial.

## **7.3 Estructura**

L'element encarregat de fixar i orientar els mòduls a la coberta és el que anomenarem estructura.

Es proposa la utilització del sistema MultiRail CSM del fabricant K2 Systems o similar. És un sistema específicament dissenyat per a la subjecció de panells fotovoltaics sobre cobertes inclinades de xapa metàl·lica i amb forma d'ones com és el cas de la coberta del teatre.

MultiRail CSM consisteix en unes guies d'alumini que es fixen a la coberta de xapa mitjançant cargols autorroscants d'acer inoxidable. Tant les guies com els cargols incorporen una junta de material EPDM per garantir l'estanqueïtat de la coberta després de la perforació. Hi ha 2 tipus de guies, la MultiRail 10 i la MultiRail 25, de 10 i 25 cm de longitud respectivament, i amb 2 o 4 forats respectivament perquè la fixació a la coberta es faci amb 2 o 4 cargols en funció de les exigències d'esforç.



*Imatge 12. Esquema de muntatge del sistema MultiRail de K2 Systems*

L'estructura es dimensionarà per tal que compleixi els requeriment del CTE DB-SE-AE: Seguridad estructural, acciones en la edificación i es verificarà que el pes del

generador fotovoltaic no suposa un risc estructural per a la coberta. Al document d'annexos es justifiquen aquests punts pel sistema proposat.

## 7.4 Cables

Tant el càlcul com la instal·lació de tots els circuits elèctrics es farà d'acord al Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT).

Pels circuits de corrent continu s'utilitzarà cable unipolar específic per a instal·lacions fotovoltaiques tipus Topsolar PV del fabricant TopCable o similar. Les temperatures extremes que hauran de suportar, l'exposició continuada a les inclemències meteorològiques i les exigències dels panells fotovoltaics que han de connectar així ho requereixen. Seran cables tipus H1Z2Z2-K conformes a la norma UNE-EN 50618:2015 Cables elèctrics per a sistemes fotovoltaics. L'aïllament i la coberta seran d'elastòmer termostable lliure d'halògens, els conductors seran de coure estanyat classe 5 i hauran de garantir una vida útil de 25 anys a 90 °C de temperatura. Seran resistents a la intempèrie i de la classe de reacció al foc mínima Cca-s1b,d1,a1, d'acord a la ITC-BT 28 del REBT.

Tot el cablejat de corrent continu es farà amb una secció de 4 mm<sup>2</sup> segons es justifica al document d'annexos, i totes les connexions es faran mitjançant connectors normalitzats tipus MC4.



*Imatge 13. Connectors MC4*

Donat que els cables fotovoltaics són resistents a la intempèrie, el cablejat entre mòduls es podrà instal·lar directament sense cap element auxiliar de protecció si bé s'hauran de fixar d'alguna forma als mòduls o les guies de l'estructura per tal d'evitar que tinguin cap moviment que pugui provocar defectes per fregament amb altres elements o fatiga.

Els trams de cablejat a la intempèrie entre els panells i l'inversor es conduiran a l'interior de canals perforades de plàstic, amb tapa registrable, resistents als raigs UV, aptes per a ús exterior conforme a ITC-BT-21 i no propagadores de la flama d'acord a ITC-BT 28. Tots els cables positius s'agruparan i el mateix es farà amb els negatius i es conduiran per separat compartint la mateixa safata però deixant un espai entre ells per tal de minimitzar el risc de curtcircuit en cas d'algun defecte d'aïllament.

El traçat del cablejat es farà seguint preferentment línies verticals i horitzontals o paral·lelament a les arestes de les parets que limiten els locals on s'ubiquen les instal·lacions.

Pels circuits de corrent altern s'utilitzaran cables Toxfree del fabricant Top Cable o similar del tipus RZ1-K (AS), de tensió nominal mínima 0,6/1 kV, no propagadors d'incendi, amb una baixa emissió de fums i opacitat reduïda, classe de reacció a foc mínima Cca-s1b,d1,a1 d'acord a la ITC-BT 28.

El cablejat es farà mitjançant cables unipolars de 35 mm<sup>2</sup> de secció. Segons es justifica al document d'annexos amb secció de 25 mm<sup>2</sup> seria suficient però les

recomanacions del fabricant de l'inversor demanen utilitzar cable de 35 mm<sup>2</sup>. Els cables es conduiran sempre a l'interior de safata plàstica cega amb tapa registrable o tub, no propagadors de la flama d'acord a la UNE EN-50085-1 i UNE EN-50086-1 i conforme a ITC-BT-21.

El traçat partirà de l'inversor situat a la coberta i anirà resseguint el perímetre de l'edifici fins al patí d'instal·lacions situat entre l'edifici amb la coberta a dues aigües i l'edifici amb la coberta plana. A través d'aquest patí baixarà fins a la planta baixa i aquí, pel fals sostre del magatzem, anirà fins l'armari on estan els equips de mesura i on es connectarà en paral·lel a l'escomesa principal del teatre. El cablejat es farà seguint preferentment línies verticals i horitzontals o paral·lelament a les arestes de les parets que limiten els locals on s'ubiquen les instal·lacions.

## **7.5 Inversors**

Són dispositius d'electrònica de potència que transformen el corrent continu procedent dels mòduls fotovoltaics en corrent altern, de la mateixa tensió i freqüència que el de la xarxa i garantint el màxim rendiment del generador fotovoltaic. Aquests dispositius incorporen un sistema de gestió i adquisició de dades que permeten el monitoratge remot del funcionament i rendiment de la instal·lació tot garantint un seguiment en temps real de la producció o de qualsevol anomalia per tal de poder actuar amb rapidesa.

Per tal d'evitar que el rendiment disminueixi amb la variació de la potència d'entrada dels mòduls, els inversors van equips amb dispositius electrònics que permeten fer un seguiment del punt de màxima potència dels mòduls per tal d'obtenir la màxima eficiència del generador fotovoltaic. Aquests dispositius es coneixen com MPPTs (Maximum Point Power Tracker). Els inversors poden tenir diversos MPPTs cosa que permetrà connectar grups de mòduls de diferents característiques (marca, model, orientació, inclinació) de forma que s'optimitzin els paràmetres de funcionament de cada grup.

Pel present projecte es proposa l'inversor Sunny Tripower Core del fabricant SMA o similar que té com a principals característiques:

- Número de MPPTs: 6
- Número d'entrades de CC: 12
- Potència màxima de sortida: 50 kVA
- Taxa d'harmònics: < 3%
- Rendiment europeu: 97,8 %
- Dimensions (mm): 569x733x621
- Pes (kg): 84
- Emissió de soroll: < 65 db(A)
- Interface de dades: Modbus
- Ports de comunicació Ethernet: 2

A més a més també incorpora els següents elements de seguretat:

- Monitoratge de defecte de terres en el costat de CC
- Protecció contra polarització inversa en el costat de CC
- Protecció anti-illa.





*Imatge 14. Inversor SMA Sunny Tripower Core 1*

L'inversor s'ubicarà a la intempèrie, a la coberta plana que hi ha al costat de la coberta on s'instal·laran els mòduls fotovoltaics, fixat a la paret est de l'edifici per la seva cara interior.

## **7.6 Interconnexió dels mòduls fotovoltaics**

Els mòduls fotovoltaics caldrà connectar-los entre ells i amb l'inversor de tal forma que els valors de tensió i intensitat resultants siguin compatibles. Els mòduls s'uniran elèctricament en sèrie en grups de n unitats que s'anomenen cadenes o strings. La tensió resultant, la suma de la tensió dels diferents mòduls units, ha de ser compatible amb el rang de tensió admissible a l'entrada de l'inversor. Una tensió massa baixa no

aconseguiria posar en marxa l'inversor i una tensió massa elevada podria provocar-li danys.

Donat que el nostre camp fotovoltaic està format per 79 panells es projecta la connexió d'aquests en 4 cadenes de 16 mòduls i 1 cadena de 15 mòduls. Tal com es justifica en el document d'annexos aquesta connexió és compatible amb els valors de rang de tensió i intensitat d'entrada de l'inversor Sunny Tripower Core 1. D'altra banda, com que l'inversor disposa de 6 MPPTs es connectarà cadascuna d'aquestes cadenes a un MPPT diferent de forma que s'optimitzi el rendiment de cadascuna.

Cadena	Nº Mòduls	Relació de mòduls connectats en sèrie															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	16	F1-1	F1-2	F1-3	F1-4	F1-5	F1-6	F1-7	F1-8	F2-1	F2-2	F2-3	F2-4	F2-5	F2-6	F2-7	F2-8
2	16	F3-1	F3-2	F3-3	F3-4	F3-5	F3-6	F3-7	F3-8	F4-1	F4-2	F4-3	F4-4	F4-5	F4-6	F4-7	F4-8
3	16	F5-1	F5-2	F5-3	F5-4	F5-5	F5-6	F5-7	F5-8	F6-1	F6-2	F6-3	F6-4	F6-5	F6-6	F6-7	F6-8
4	16	F7-1	F7-2	F7-3	F7-4	F7-5	F7-6	F7-7	F7-8	F8-1	F8-2	F8-3	F8-4	F8-5	F8-6	F8-7	F8-8
5	15	F4-9	F4-10	F4-11	F5-9	F5-10	F5-11	F6-9	F6-10	F6-11	F7-9	F7-10	F7-11	F8-9	F8-10	F8-11	

## 7.7 Posada a terra

La connexió a la xarxa de terres de totes les masses metàl·liques té per objecte limitar la tensió que, respecte a terra, podrien presentar aquestes masses en cas d'un contacte accidental d'una part activa de la instal·lació així com derivar a terra qualsevol sobretensió que es produeixi.

Es connectaran a un únic sistema de posada a terra totes les masses de la instal·lació fotovoltaica, tant les de la part de corrent continu com les de corrent altern (marcs dels mòduls, safates metàl·liques, inversor, etc.). El sistema de posada a terra serà independent del neutre de la companyia distribuïdora, d'acord amb el REBT.

Tots els elements metàl·lics del generador fotovoltaic (marcs dels panells i estructura) es connectaran equipotencialment entre ells mitjançant el circuit de terres. Les connexions entre els diferents elements no es faran mai en sèrie per tal d'evitar que la desconexió d'algun element deixi sense presa de terres part de la instal·lació. La línia principal d'aquest circuit es conduirà juntament amb els conductors actius fins a la bornera de terres del generador fotovoltaic on s'interconnectarà la línia de terres de l'inversor.

Des de la bornera de terres de la instal·lació fotovoltaica, ubicada a quadre de proteccions de CA, s'instal·larà un cable fins a la presa general de terres del QGBT. Aquest cable es conduirà juntament amb el cablejat dels equips de clima utilitzant les mateixes safates ja existents.

S'utilitzaran cables de qualitat RZ1-K (AS) i les seccions estaran d'acord a la ICT-BT-18 del REBT:

- Per a les seccions de fase iguals o inferiors a  $16 \text{ mm}^2$  el conductor de protecció serà de la mateixa secció que els conductors actius.
- Per a les seccions entre  $16$  i  $35 \text{ mm}^2$  el conductor de protecció serà de  $16 \text{ mm}^2$ .
- Per a seccions de fase superiors a  $35 \text{ mm}^2$  fins a  $120 \text{ mm}^2$  el conductor de protecció serà la meitat de l'actiu.

Les seccions i diàmetres dels cables i tubs protectors es defineixen al document de plànols.

## 7.8 Proteccions

S'instal·laran les proteccions elèctriques necessàries, d'acord al REBT, per tal de garantir la seguretat de les persones i dels equips. Algunes de les proteccions ja van incorporades a l'inversor mentre que d'altres s'instal·laran en el quadre de proteccions dels circuits de CC o de CA. Tot seguit es fa una relació de les proteccions necessàries:

- **Díodes de bypass en els mòduls fotovoltaics:** Van incorporats a la pròpia caixa de connexions de cada mòdul i la seva funció serà evitar que el corrent elèctric pugui circular per celes danyades o ombrejades. Cada panell incorpora 3 díodes.
- **Díodes de bloqueig:** Serviran per evitar que el corrent elèctric circuli en sentit invers al que hauria de fer-ho per les cadenes de mòduls solars. Aquesta protecció l'incorpora l'inversor per cadascuna de les entrades.
- **Protecció contra sobreintensitats en els circuits de CC:** Per a cada cadena de mòduls s'instal·laran dos fusibles (un pel pol positiu i altre pel negatiu) tipus gG per a corrent continu i de 16 A tal com es justifica al document d'annexos.
- **Limitadors de sobretensions en els circuits de CC:** S'incorporarà un dispositiu limitador de sobretensions transitòries per a cada cadena i per a cada pol. Serà un limitador de tipus 2 d'acord a la UNE-EN 61.643-11.
- **Seccionador de generador fotovoltaic:** S'instal·larà un seccionador que permeti la desconexió en càrrega de tot el generador fotovoltaic de l'inversor. Aquest seccionador va incorporat a l'inversor.
- **Desconnectador per rang de tensió:** Aquest dispositiu ha de garantir que la sortida de corrent altern de l'inversor està dins del rang de tensió previst d'acord a la normativa per a la connexió de generadors a la xarxa de distribució, desconnectant aquesta sortida en cas d'estar fora de rang. Aquesta protecció la porta incorporada l'electrònica de l'inversor.
- **Desconnectador per rang de freqüència:** Aquest dispositiu ha de garantir que la sortida de corrent altern de l'inversor està dins del rang de freqüència previst d'acord a la normativa per a la connexió de generadors a la xarxa de distribució, desconnectant aquesta sortida en cas d'estar fora de rang. Aquesta protecció la porta incorporada l'electrònica de l'inversor.
- **Protecció anti-illa:** Dispositiu encarregat de seccionar l'inversor de la xarxa de distribució en cas que s'interrompi el subministrament elèctric des de la xarxa. Aquesta protecció l'exigeix la normativa vigent per a qualsevol dispositiu connectat en paral·lel a la xarxa de distribució i ja la porta incorporada l'electrònica de l'inversor.
- **Protecció contra sobreintensitats en els circuits de CA:** S'instal·larà un protector contra sobrecàrregues i curt-circuits per a protegir l'inversor i al cablejat de CA. Serà un interruptor automàtic magnetotèrmic, de tipus modular pe a carril DIN, de tall omnipolar i de corba tipus B.
- **Interruptor diferencial:** S'instal·larà un interruptor diferencial tetrapolar, de tipus modular per a carril DIN, de tall omnipolar i de classe B per a els circuits de CA contra contactes indirectes. Tindrà una sensibilitat de 300 mA.

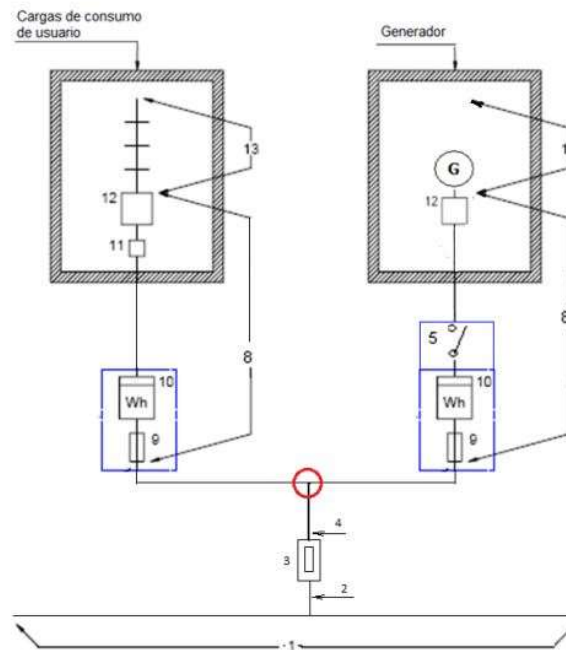
- **Limitador de sobretensions en el circuit de CA:** S'incorporarà un dispositiu limitador de sobretensions transitòries, tripolar, amb derivació a terra, de tipus 2 d'acord a la UNE-EN 61.643-11
- **Seccionador de CA:** S'instal·larà un seccionador tripolar que permetrà desconectar en càrrega l'inversor de la resta de la instal·lació de corrent altern. Aquesta funció pot fer-la tant l'interruptor magnetotèrmic com el diferencial.

A més de tots els dispositius anteriors en els circuits de corrent continu s'implementarà una protecció contra contactes directes i indirectes utilitzant aïllament doble o reforçat (classe II d'acord a UNE-HD 60.364-4-41) tant pel cablejat com per als mòduls fotovoltaics.

## 7.9 Connexió de la instal·lació fotovoltaica a la xarxa de distribució

Donat que es tracta d'una instal·lació compartida, la connexió del generador fotovoltaic a la xarxa de distribució caldrà fer-la a través d'un comptador específic que mesuri l'energia produïda pel generador i la connexió a la xarxa s'haurà de fer aigües amunt del comptador del teatre.

Així doncs, el cablejat de CA sortint de l'inversor, anirà fins a l'armari de protecció i mesura del teatre. Allà es farà la connexió d'acord a l'esquema tipus 6 de la ITC-BT-40.



Esquema 6

<u>Levenda para instalaciones receptoras</u>	<u>Levenda para instalaciones generadoras</u>
1 Red de distribución	1 Red de distribución
2 Acometida	2 Acometida
3 Caja general de protección (CGP)	3 Caja General de Protección (CGP)
4 Línea general de alimentación (LGA)	4 Línea General de conexión (LGC)
5 Interruptor general de maniobra (IGM)	5 Interruptor general de maniobra (IGM)
6 Caja de derivación	6 Caja de derivación
7 Centralización de contadores (CC)	7 Centralización de contadores (CC)
8 Derivación individual (DI)	8 Línea Individual del generador (LIG)
9 Fusible de seguridad	9 Fusible de seguridad
10 Contador	10 Contador
11 Caja para interruptor de control de potencia (ICP)	11 Caja para interruptor de control de potencia (ICP)
12 Dispositivos generales de mando y protección (DGMP).	12 Dispositivos de mando y protección Interiores (DPI)
13 Instalación interior	13 Equipo generador-inversor (GEN)
14 Conjunto de protección y medida (CMP)	14 Conjunto de protección y medida (CMP)
	15 Conmutador de conexión red/generador con sistema de sincronismo
	16 Tramo de la conexión privada (TCP)

Imatge 15. Esquema 6 ITC-BT-40

L'equip de protecció i mesura a instal·lar serà del tipus TMF1-63A (43,64 kW) i caldrà redistribuir els equips actualment instal·lats a l'armari de protecció i mesura per tal de fer espai per a la instal·lació del nou mòdul.

Com que el generador fotovoltaic a instal·lar tindrà una potència de generació superior als 15 kW, serà indispensable sol·licitar a la companyia distribuïdora d'electricitat el permís d'accés i connexió a la xarxa per tal que aquesta autoritzi la connexió i defineixi les actuacions a realitzar. El tràmit administratiu consisteix en:

1. Sol·licitud d'accés i connexió de generació
2. Fase d'estudi: anàlisi de la sol·licitud per part de la distribuïdora
3. Emissió de la proposta prèvia de la distribuïdora, acceptació de les condicions tècniques i econòmiques de la mateixa i execució dels treballs
4. Signatura del contracte tècnic d'accés i verificació de la instal·lació d'enllaç.
5. Tràmit de notificació d'operacions segons RD647/20
6. Posada en marxa

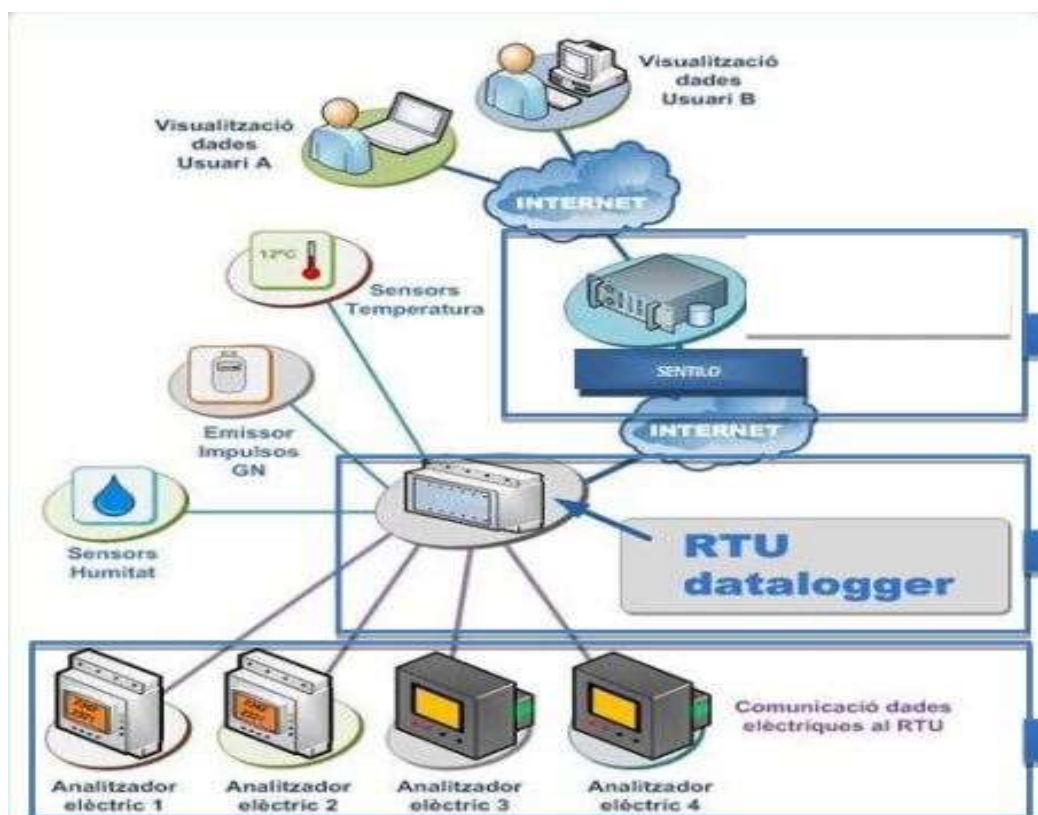
Així doncs, els detalls concrets sobre com realitzar la connexió del generador a la xarxa, els definirà l'empresa distribuïdora, en aquest cas e-Distribución, una vegada se li hagi sol·licitat el permís d'accés i connexió.

## **7.10 Monitoratge**

Per conèixer la informació referent a la quantitat de producció dels panells fotovoltaics així com els seus consums associats es considera implementar un sistema de monitoratge de la planta fotovoltaica que permeti conèixer la següent informació:

1. Energia produïda pel generador fotovoltaic
2. Voltatge i corrent CC a l'entrada de l'inversor
3. Radiació incident en el pla dels mòduls
4. Temperatura ambient a l'àrea on s'ubiquen els mòduls
5. Velocitat del vent a l'àrea on s'ubiquen els mòduls
6. Energia consumida pel teatre
7. Energia consumida per l'ajuntament

A més a més, totes aquestes dades es requereix que estiguin disponibles a la plataforma SENTILO de la Diputació de Barcelona. SENTILO és una plataforma de codi obert que permet recollir les dades de sensors i actuadors i posar-los a disposició dels seus usuaris. La plataforma SENTILO de la Diputació de Barcelona permet que qualsevol sensor i/o actuadors que s'instal·li a qualsevol municipi pugui treballar en un mateix format estàndard i en una única plataforma independent dels fabricants de sensors i actuadors.



*Imatge 16. Esquema funcionament SENTILO*

Pel cas que ens ocupa, la informació a monitoritzar ens la proporcionaran els següents equips:

1. Inversor: Energia produïda pel generador fotovoltaic i voltatge i corrent CC a l'entrada de l'inversor.
2. Sonda de radiació, temperatura i vent tipus Datasol-Met o similar: radiació, temperatura i velocitat del vent a la coberta.
3. Analitzador de xarxes escola tipus Circutor CVM-E2-MINI o similar: energia consumida al teatre
4. Analitzador de xarxes ajuntament tipus Circutor CVM-E2-MINI o similar:



## energia consumida a l'ajuntament

Les dades s'hauran de mesurar en temps real i amb una periodicitat màxima de 15 minuts i es registrarà tant el valor mesurat com el moment en el que s'ha recollit. La freqüència de les dades podrà ser inferior als 15 minuts.

Les dades mesurades s'enviaran a un equip d'adquisició i emmagatzematge de dades, en endavant RTU o Datalogger. El Datalogger és un terminal remot de captació de dades que recull la informació obtinguda dels analitzadors de xarxa i resta d'elements (inversor i sonda de radiació). Ha de tenir una interfície de configuració amigable que permeti seleccionar les fonts de dades, el protocol de comunicació per font de dades (Modbus-RTU o Modbus-TCP) i les dades desitjades de cada font de dades. També ha de tenir capacitat per a poder configurar les dades de comunicació amb la plataforma SENTILO de la DIBA. Ha de poder guardar dades històriques en la seva memòria per a cada dada i es podrà programar qualsevol de les següents combinacions: simple enviament, enviament i conservació en memòria o només conservació en memòria. També haurà de comptar 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 plataforma i tindrà la capacitat de mostrar en temps real els valors recollits en camp per verificar la seva coherència.

Com que el teatre i l'ajuntament es troben ubicats en punts distants caldrà implementar una instal·lació de monitoratge en cadascun dels edificis.

En el cas del teatre el Datalogger s'instal·larà en el mateix QGBT on hi ha espai disponible i allà haurà d'arribar un cable RS-485 des de l'inversor, un altre des de l'analitzador de xarxes i un altre des de la sonda de radiació de la teulada. L'analitzador de xarxes s'instal·larà també al mateix armari, al costat del Datalogger, i connectarà els seus transformadors de mesura a la línia principal per tal de registrar el consum del teatre. El conjunt es completarà amb un cable de xarxa ethernet per connectar el Datalogger a la xarxa de comunicacions del teatre i així poder transferir les dades a SENTILO. Aquest cable de xarxa ethernet pot venir de la pròpia xarxa de dades del teatre o bé d'un router 4G que es muntaria al costat del Datalogger, el que es verifiqui com a més senzill en el moment de la instal·lació.

També es preveu la connexió de l'inversor directament a la xarxa de comunicacions de l'edifici per tal de poder monitoritzar i actuar remotament sobre ell mitjançant l'aplicació pròpia del fabricant.

Pel que fa a l'ajuntament la configuració serà idèntica tot i que més senzilla ja que allà només caldrà mesurar el consum. Així doncs, s'instal·laran tant el Datalogger com l'analitzador de xarxes en un armari al costat del QGBT i es connectaran entre ells mitjançant un cable RS-485. Els transformadors de mesura de l'analitzador de xarxes es muntaran sobre la línia principal de l'ajuntament per registrar el seu consum. Finalment es connectarà el Datalogger mitjançant un cable ethernet a la xarxa de comunicacions de l'ajuntament bé a un router 4G que es muntaria al costat del Datalogger, el que es verifiqui com a més senzill en el moment de la instal·lació, per tal de poder enviar les dades a la plataforma SENTILO.

### **7.11 Tasques addicionals**

A part de tots els treballs descrits anteriorment també s'executaran els següents a petició del propietari de l'edifici.

1. Prova d'impermeabilització de la coberta després del muntatge del generador fotovoltaic. Es certificarà l'estanquitat de la coberta mitjançant un assaig de reg per aspersió de la coberta simulant l'efecte de la pluja i verificant que no es produeixen filtracions a l'interior de l'edifici.
2. Substitució de les canals metàl·liques que protegeixen el cablejat a l'interior dels armaris de control i mesura per canals aïllants. S'utilitzaran canals no propagadores de la flama, amb resistència a l'impacte mig i que només es puguin obrir mitjançant l'ús d'eines d'acord a les prescripcions de la ITC-BT 14 i ITB-BT 28.

## 8 **GARANTIES**

Els panells solars JA Solar prescrits a projecte disposen d'una garantia envers qualsevol defecte de fabricació de 12 anys i asseguren un rendiment del 84.8 % de la potència pic als 25 anys. Qualsevol panell proposat com a equivalent haurà de justificar el compliment d'aquests paràmetres.

L'inversor SMA Sunny Tripower Core 1 disposa d'una garantia de 5 anys per a qualsevol defecte de fabricació. Qualsevol equip que es proposi com a equivalent ha de justificar una garantia igual o superior.

L'estructura proposada MultiRail CSM de K2 System disposa d'una garantia de 12 anys. Qualsevol alternativa que es proposi com a equivalent ha de justificar una garantia igual o superior.

## 9 PRESSUPOST GENERAL I CONCLUSIONS

Amb el present projecte i els seus annexes de càlculs, fitxes tècniques, plànols i pressupost detallat, el tècnic sotasignant considera suficientment definides les característiques generals de les instal·lacions previstes i que aquestes assoleixen els objectius indicats al projecte. En resum, les principals característiques de la instal·lació son:

Tipus de generador:	Fotovoltaic
Potència nominal:	40 kW
Número de panells:	79 un.
Potència unitària dels panells:	550 Wp
Potència pic instal·lada:	43,45 kWp

Amb la instal·lació del camp solar projectat per al teatre Margarida Xirgu s'aconsegueix un nivell de producció d'electricitat al voltant dels 62.000 kWh/any que associat als consums elèctrics tant de l'escola com de l'ajuntament s'estima que suposarà un autoconsum al voltant del 98% el que vol dir que 61.100 kWh/any seran deixats de consumir de la xarxa. Aplicant els coeficients de repartiment projectats això significarà un estalvi de 8.583 kWh/any al teatre i 52.517 kWh a l'ajuntament. Aquesta energia autoconsumida del generador i per tant no importada de la xarxa serà l'estalvi directe que es reflectirà a la partida d'energia consumida de la factura elèctrica de cadascun d'aquests equipaments i que serà d'un 23% en el cas del teatre i d'un 20% en el cas de l'ajuntament.

D'altra banda, també s'estima que es generaran uns excedents al voltant de 818 kWh/any que no es podran consumir als equipaments, s'abocaran a la xarxa de distribució i es compensaran a la factura elèctrica, en forma de descompte, al preu que es pacti amb la comercialitzadora elèctrica, el que suposarà un estalvi addicional.

Les actuacions reflectides en el present projecte estan valorades de manera detallada a l'annex de pressupost. Les condicions del pressupost queden reflectides al document de plec de prescripcions tècniques.

L'import pressupostat per totes les actuacions és de:

<b>PRESSUPOST D'EXECUCIÓ PER CONTRACTE</b>		Pag.	1
PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL.....			46.175,25
13 % Despeses generals SOBRE 46.175,25.....			6.002,78
6 % Benefici industrial SOBRE 46.175,25.....			2.770,52
	<b>Subtotal</b>		54.948,55
21 % IVA SOBRE 54.948,55.....			11.539,20
<b>TOTAL PRESSUPOST PER CONTRACTE</b>		€	66.487,75

Aquest pressupost d'execució per contracte puja a la quantitat de:

( SEIXANTA-SIS MIL QUATRE-CENTS VUITANTA-SET EUROS AMB SETANTA-CINC CÈNTIMS )

EL FACULTATIU

Enric Ros Baró  
 Enginyer Industrial  
 Col·legiat núm: 10.239

Barcelona, desembre de 2022