



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TREBALL FI DE GRAU

Grau en Enginyeria de l'Energia

**ESTUDI ENERGÈTIC I ECONÒMIC DE LA IMPLEMENTACIÓ DEL
RD 244/2019 SOBRE AUTOCONSUM D'ENERGIA ELÈCTRICA
EN EL CAS D'UN EDIFICI URBÀ DE SIS PLANTES**



Memòria i Annexos

Autora: Carolina Porta Sánchez
Director: Jose López López
Convocatòria: Juny 2019



RESUM

En aquest treball s'estudiarà la viabilitat de la instal·lació de panells fotovoltaics en el terrat d'un edifici urbà, i s'analitzaran els beneficis i els inconvenients de la incorporació del nou reial decret sobre autoconsum. Es plantejaran diverses casuístiques, i s'escolliran les més factibles, estudiant-ne les seves singularitats, per a veure si a les ciutats es viable energèticament i econòmicament l'autoconsum mitjançant energies renovables.

RESUMEN

En este trabajo se estudiará la viabilidad de la instalación de paneles fotovoltaicos en la azotea de un edificio urbano y se analizarán los beneficios y los inconvenientes de la incorporación del nuevo real decreto sobre autoconsumo. Se plantearán diversas casuísticas y se escogerán las más factibles, estudiando sus singularidades, para ver si en las ciudades es viable energéticamente y económicamente el autoconsumo mediante energías renovables.

ABSTRACT

In this investigation project it has been studied the viability of installing photovoltaic panels on the roof of an urban building. In order to do this, the benefits and drawbacks of the incorporation of the new Royal Decree on self-consumption will be analyzed. Various cases will be considered and the most feasible will be chosen, studying their singularities, to see if self-consumption through renewable energies is viable in the cities, both energetically and economically.

Índex

RESUM	2
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
1.Prefaci	7
1.1.Origen del treball	7
1.2.Motivació	7
1.3.Requeriments previs	7
2.Introducció	8
2.1.Objectius del treball	8
2.2.Abast del treball	8
3.Estudi característiques de l'edifici	8
3.1.Espais disponibles	9
3.2.Aprofitament d'espais	10
4.Estudi recursos naturals disponibles	12
4.1.Estudi aprofitament dels recursos	13
4.1.1Recurs solar	13
5.Estudi perfil consum energètic de l'edifici	18
5.1.Plantejament: prioritzar la producció al consum	18
5.2.Consum mig per habitatge	19
5.3.Consum estimat de l'edifici	22
5.4.Tendència del consum	22
6.Dimensionament del camp de captació	23
6.1.Plaques fotovoltaïques	23
6.2.Estudi possibles dimensionaments	25
6.2.1.Plaques sense inclinació	27
6.2.2.Plaques amb una pèrgola inclinada	29
6.2.3.Plaques inclinades amb pèrgola sense inclinació	33
6.2.3.1.Distàncies mínimes per ombreig	33
6.2.3.2.Dimensionament panells en el terrat	36
6.3.Elecció del millor model	38
6.4.Instal·lació pèrgola	39
7.Estudi tècnic dels sistemes	39
7.1.Estudi tècnic del cas 1	40



7.2. Estudi tècnic del cas 2	44
8. Estudi preu electricitat	48
8.1. Càlcul preu electricitat	50
8.2. Com reduir el preu de l'electricitat?	51
8.3. Preu de l'electricitat durant el pas dels anys	53
8.4. Previsió preu electricitat	57
9. Reial Decret 244/2019	59
9.1. Objectiu del Reial Decret	59
9.2. Glossari	60
9.3. Punts d'interès pel cas 1	63
9.4. Punts d'interès pel cas 2	66
10. Estudis de costos i estalvis	69
10.1. Estudi consum energètic diari	69
10.2. Estudi econòmic pel cas 1	74
10.2.1. Càlcul inversió i pressupost	79
10.3. Estudi econòmic pel cas 2	81
10.3.1. Bateries	86
10.3.2. Càlcul inversió i pressupost	86
10.3.2.1. Càlcul inversió i pressupost pel cas 2 sense bateries	86
10.3.2.2. Càlcul inversió i pressupost pel cas 2 amb bateries	89
11. Plaques a la façana	92
12. Aerogeneradors	92
13. Impacte mediambiental	92
13.1. Emissions estalviades al cas 1	94
13.2. Emissions estalviades al cas 2	96
Conclusions	97
Bibliografia	98
Annexos	102

1. Prefaci

Aquest treball tractarà sobre la implementació del Reial Decret 244/2019, del 5 d'abril, per el que es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica¹, en el cas d'un edifici Reial de 6 plantes. L'estudi tractarà els aspectes econòmics i energètics de la instal·lació d'un sistema d'obtenció d'energia renovable. Es plantejaran diferents maneres d'abastir les necessitats d'un edifici i es determinarà quina és la millor opció.

1.1. Origen del treball

L'origen d'aquest treball rau en la curiositat d'estudiar la viabilitat de les energies renovables en els nuclis urbans. Tant a les aules com en molts documents especialitzats, es parla sobre l'autoconsum en llars aïllades de la xarxa o bé, en cases particulars també aïllades de les ciutats. No es troben ni s'estudien a les classes, la implementació d'aquestes tecnologies en edificis que no siguin nous a les ciutats. Es considera important conèixer la viabilitat de fer més sostenibles energèticament les ciutats, ja que és on hi ha més gruix de població i de contaminació. D'aquesta manera s'ajudaria a combatre el canvi climàtic, ja que els grans focus de consumidors d'energia elèctrica passarien de consumir energia que prové de fonts contaminants a d'altres de renovables.

1.2. Motivació

La motivació per a fer aquest treball resideix bàsicament en la inquietud per fer de la ciutat de Barcelona un espai més conseqüent amb els problemes que es deriven del canvi climàtic, intentant presentar alternatives per a frenar l'impacte d'aquest i crear una ciutat més compromesa amb el medi ambient, respectuosa, sostenible així com energèticament i econòmicament viable.

1.3. Requeriments previs

Per al desenvolupament d'aquest treball ha sigut necessari consultar diverses fonts per tal de poder treballar sobre unes dades Reials. Entre les fonts que s'han utilitzat, les més destacables són les que ens han facilitat les dades sobre irradiància solar, preu de l'electricitat així com el Reial Decret 244/2019 en el que es basa el treball, així com eines de càlcul i disseny. Aquestes dades han estat imprescindibles per a poder dur a terme el treball, amb rigorositat i veracitat.

¹ En endavant, Reial Decret 244/2019.

2. Introducció

Aquest treball pretén estudiar la possibilitat de fer d'un edifici ja construït de Barcelona, un immoble el més energèticament autònom possible, mitjançant els recursos naturals dels que disposa. S'estudiarà la implementació de panells fotovoltaics i bateries, basant-se en el recent Reial Decret aprovat enguany sobre l'autoconsum.

Per a desenvolupar el treball s'escollirà un edifici del barri de l'eixample, que més endavant es concretarà per poder treballar amb les seves característiques. El propòsit d'aquest treball consisteix en estudiar com seria l'aplicació d'aquesta nova llei en un cas real, estudiant quines opcions serien les millors o les més assequibles per a un edifici estàndard de Barcelona.

2.1. Objectius del treball

Amb aquest estudi es vol analitzar la possibilitat de fer d'un edifici existent, un espai energèticament autònom, en la mesura del possible, sempre tenint en compte la geografia, meteorologia i el perfil de consum que pot tenir un espai d'aquest caire.

També, entre els objectius d'aquest treball es troben l'estudi del Reial Decret així com la seva aplicació, l'estudi del sistema actual de pagament de l'electricitat a les llars, l'estudi de les diferents radiacions, l'estudi del dimensionament dels panells i per últim un estudi econòmic.

2.2. Abast del treball

Aquest treball vol tenir en compte el preu de l'electricitat actual, passada i els preus que, previsiblement tindran. També vol conèixer fins a quin punt seria beneficiosa la nova normativa i si seria energèticament i econòmicament viable aquest projecte per una comunitats de veïns. Tot això, des d'un punt de vista que prima la sostenibilitat energètica i el medi ambient a l'estalvi econòmic immediat.

3. Estudi característiques de l'edifici

L'estudi de les característiques de l'edifici és molt important ja que d'aquest dependran les mesures d'estalvi que es puguin adoptar. L'edifici escollit per a fer aquest projecte, estarà situat a l'eixample de Barcelona.

El lloc on estarà emplaçat l'edifici d'estudi és al carrer Balmes número 59, amb coordenades 41.389612, 2.161983. A partir d'aquesta informació s'obtidran les dades necessàries per a modelar un edifici sostenible.

L'habitatge escollit presenta les típiques característiques d'un edifici modernista de Barcelona, concretament data de l'any 1894 i disposa d'un ascensor comunitari. L'edifici també compta amb dues vivendes per planta, però amb el pas dels anys, es poden haver fet remodelacions de la vivenda i, per tant, es considerarà que l'edifici compta amb 18 veïns.



Fig.3.1. Fotografia de l'edifici d'estudi des del carrer Aragó. Font: Carolina Porta

3.1. Espais disponibles

Un edifici convencional, situat a l'eixample de Barcelona no té gaires espais disponibles per a instal·lacions. A més, amb la dificultat de construir actualment a la ciutat, tots els espais disponibles s'han d'intentar adaptar per a la creació de vivendes. Tot i així, hi ha espais que es poden utilitzar: els terrats, les sales de calderes i d'instal·lacions de l'edifici, les terraces o inclús les façanes.

Terrat: El terrat és un espai molt important a l'hora d'instaurar una instal·lació fotovoltaica. Els terrats en moltes comunitats de veïns de l'eixample no són d'accés al públic. Així doncs, és un lloc amb poc trànsit de persones que puguin malmetre o manipular la instal·lació. A més, al tenir una superfície plana fa més senzilla la instal·lació i la gestió de la mateixa. No cal oblidar, però, que un aerogenerador també es podria col·locar en algun punt de la terrassa que no molestés la generació fotovoltaica (en la mesura del possible).

Sala de calderes/comptadors: La sala de calderes pot ser un espai per a emmagatzemar les bateries que requereix la instal·lació. Donat que sol ser una sala aïllada i poc transitada la fa idònia per a l'ús que es requereix.

Terraces: Les terraces també poden ser un punt per a la captació d'energia, ja sigui solar o eòlica. Depenent de les dimensions d'aquesta, es podran posar unes determinades instal·lacions per a aprofitar l'espai el millor possible.

Façana: Finalment trobem en la façana un altre espai per a ser aprofitat energèticament. Tota la paret externa de l'edifici proporciona molta superfície aprofitable per a la instal·lació de panells solars.

3.2. Aprofitament d'espais

Com s'ha comentat anteriorment, l'espai escollit és un edifici de l'eixample situat al carrer Balmes. Després d'inspeccionar-lo, s'ha arribat a la conclusió que l'espai disponible per a posar-hi plaques solars és la façana que dóna al carrer Aragó, així com el terrat.

Hi ha diferents formes de calcular les superfícies disponibles. A continuació se'n mostraran algunes.

En primer lloc, es troben els plànols originals de l'edifici que daten de 1894. Aquests plànols senyalen que la superfície edificada, sense tenir en compte el jardí, és de $345,875m^2$ i la façana que dóna al carrer Aragó és de 18 metres d'ample.

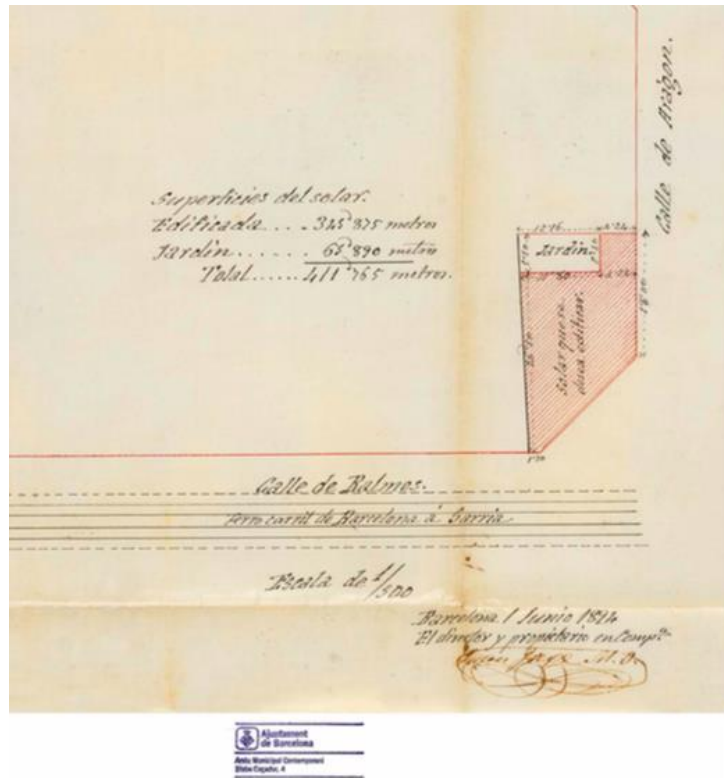


Fig.3.2. Plànol original vista de planta de l'edifici. Font: Catàleg en línia de l'Arxiu Municipal de Barcelona [9].

Els plànols originals que daten del segle XIX, podrien no ser els definitius o bé haver patit modificacions, és per aquesta raó que s'ha comprovat amb una eina actual la veracitat del valor. Per a comprovar que la dada donada pel plànol és correcta, s'utilitza la pàgina web de l'institut cartogràfic i geogràfic de Catalunya (ICGC), Instamaps.

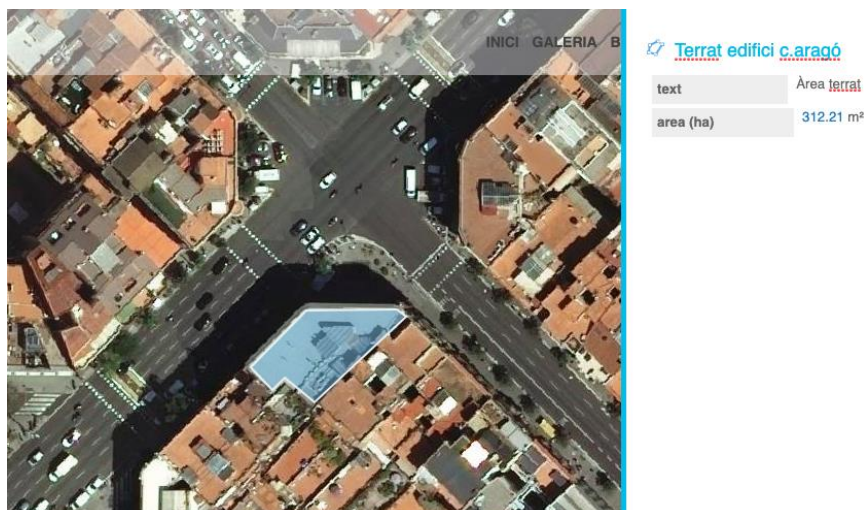


Fig.3.3. Vista de planta de l'edifici . Font: Instamaps [8].

A la imatge anterior es pot veure l'àrea disponible del terrat. El programa InstaMaps és capaç de calcular superfícies i distàncies. Pel cas d'estudi, s'ha calculat que el terrat fa $312,21m^2$. Tot i haver marcat la superfície del terrat de la manera més acurada possible, sempre hi ha un marge d'error a l'hora de dibuixar la superfície a calcular i per això el valor de superfície no concorda amb el del plànol original.

Com les dues fonts consultades donen valors similars, s'agafa el valor del plànol original de $345 m^2$ per fer el dimensionament.

4. Estudi recursos naturals disponibles

Per a fer d'un habitatge ja existent un espai sostenible, cal tenir en compte els recursos naturals disponibles i utilitzar-los de la millor manera possible. Al tractar-se d'una ciutat amb molta densitat de població, i per tant d'immobles i poca natura, els recursos es veuen limitats.

En el cas d'estudi, es consideraran només un parell de recursos disponibles. En primer lloc, i més important, es considerarà el recurs solar i en segon lloc es considerarà el recurs eòlic.

Pel que fa al recurs solar, la radiació i irradiància són termes que es poden confondre fàcilment i que sovint s'utilitzen per referir-se al mateix. La distinció radica bàsicament en que el primer es refereix a la radiació electromagnètica que emet el sol, mentre que el segon dóna un valor a la radiació emesa. Per tant té unitats de potència per metre quadrat, W/m^2 . Un altre terme a conèixer també es la irradiació que té unitats d'energia, Wh/m^2 .

4.1. Estudi aprofitament dels recursos

4.1.1. Recurs solar

En primer lloc cal fer un estudi del recurs solar disponible al lloc escollit. Per a dur a terme aquesta tasca s'utilitza el programa *PVGIS* sigles de Photovoltaic Geographical Information System, que és un software acreditat pel centre de ciències de la unió Europea que proporciona dades de irradiació solar i temperatura d'Europa, i de gran part dels continents d'Àsia, Amèrica i Àfrica.

Un cop es decideix instal·lar panells fotovoltaics per aprofitar els recursos solar cal decidir el grau d'inclinació d'aquests, i es poden utilitzar diferents mètodes per triar-la. Els més habituals són dos: el primer, que prioritza la captació a l'hivern i que per tant els panells han d'estar més inclinats, ja que el sol a l'hivern està més baix. L'altre mètode i el que s'utilitzarà, fa una mitjana de la inclinació òptima de cada mes i seguidament calcula l'annual.

A continuació es mostraran els gràfics obtinguts a partir del programa mencionat anteriorment. Els gràfics proporcionen informació sobre la radiació solar que rep el punt geogràfic seleccionat, a més, es pot introduir la inclinació del mòdul encarregat de captar-la en una de les seves funcions de càlcul que més endavant s'utilitzarà, entre d'altres que proporciona el programa. Per a aquest cas s'escolleix una inclinació de 37 graus.

PVGIS Estimates of long-term monthly averages

Location: 41°23'22" North, 2°9'43" East, Elevation: 44 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Optimal inclination angle is: 37 degrees

Annual irradiation deficit due to shadowing (horizontal): 0.0 %

Month	H_h	H_{opt}	$H(90)$	DNI	I_{opt}	T_D	T_{24h}	N_{DD}
Jan	2170	3970	4070	3710	65	10.1	7.4	250
Feb	3110	4910	4470	4590	57	10.1	7.5	208
Mar	4700	6110	4590	5500	45	12.0	10.4	145
Apr	5490	6020	3480	5800	29	14.7	13.6	74
May	6740	6540	2940	6790	16	17.9	16.8	5
Jun	7480	6840	2620	7730	8	21.9	20.9	0
Jul	7430	6980	2810	7970	11	25.0	24.0	0
Aug	6370	6660	3430	6960	23	24.8	23.8	0
Sep	4870	5950	4060	5670	39	22.2	20.8	7
Oct	3570	5170	4380	4640	53	19.2	17.2	55
Nov	2360	4090	4040	3790	63	14.9	12.1	207
Dec	1900	3720	3960	3580	67	11.3	8.0	259
Year	4690	5580	3730	5570	37	17.0	15.2	1210

H_h : Irradiation on horizontal plane (Wh/m²/day)

H_{opt} : Irradiation on optimally inclined plane (Wh/m²/day)

$H(90)$: Irradiation on plane at angle: 90deg. (Wh/m²/day)

DNI : Direct normal irradiation (Wh/m²/day)

I_{opt} : Optimal inclination (deg.)

T_D : Average daytime temperature (°C)

T_{24h} : 24 hour average of temperature (°C)

N_{DD} : Number of heating degree-days (-)

Fig.4.1. Estimacions de les mitjanes mensuals a llarg termini. Font: PVgis[6].

En la imatge de la figura 4.1 es mostren les dades d'irradiació mitja que hi ha en cada mes de l'any. En la columna anomenada DNI, es pot veure la irradiació normal directa, aquesta és la que incideix directament sobre el panell. Hi ha molts tipus de irradiacions, els més coneguts són els que es representen en la imatge següent, el difús, la directa i la reflexada.

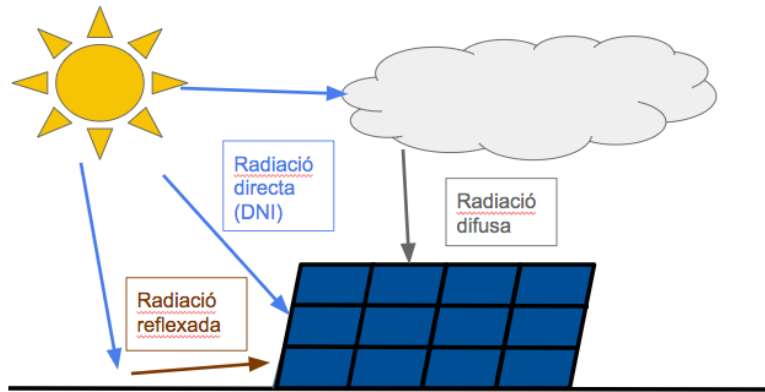


Fig.4.2. Tipus de radiacions. Font: Carolina Porta.

Tot i això hi ha d'altres irradiàncies a tenir en compte: aquestes deriven de la irradiàncies comentades i varien el seu valor segons la inclinació a la que capten la radiació.

Tornant a la figura 4.1., a la segona columna es troben els valors de la radiació horitzontal, en aquest cas, el panell solar no tindria cap inclinació i per tant seria molt bo per captar l'energia solar a les hores pic del dia, on el sol està més alt i per tant perpendicular al panell. Tal i com es veu en la mitjana de irradiació anual (a l'última fila), aquesta és prou bona, però en els mesos d'hivern on el sol està més baix capta molt poca energia i per tant no s'aprofita tot el seu potencial.

A la quarta columna es poden veure els valors de quan els panells de captació estan inclinats a 90° respecte l'horitzontal. En aquest cas, es pot veure com s'aconsegueix aprofitar al màxim la radiació dels mesos d'hivern on el sol va més baix durant més estona, però per contra no s'aprofiten els mesos d'estiu que tenen més hores de sol i on aquest està més alt ja que el captador no està enfocat cap al sol la major part del temps. En l'última fila es pot veure com la captació mitjana anual és la més baixa de totes, per tant no és una inclinació òptima.

Ara bé, es pot buscar una solució per a captar el màxim de radiació en totes les estacions de l'any. La irradiació òptima mostrada a la tercera columna, dona la irradiació calculada per la inclinació òptima del panell. Per trobar la inclinació més favorable, es calcula la òptima per cada mes i després es fa la mitjana anual.

Tal i com es veu en l'última fila, en la columna Hopt és quan més s'aprofiten els captadors i més energia capten. Per a fer aquest estudi s'estan considerant captadors fixes d'un sol eix, ja que són més econòmics que els de seguiment de doble eix.

A continuació, es pot comprovar gràficament quan poden captar les diferents irradiacions comentades.

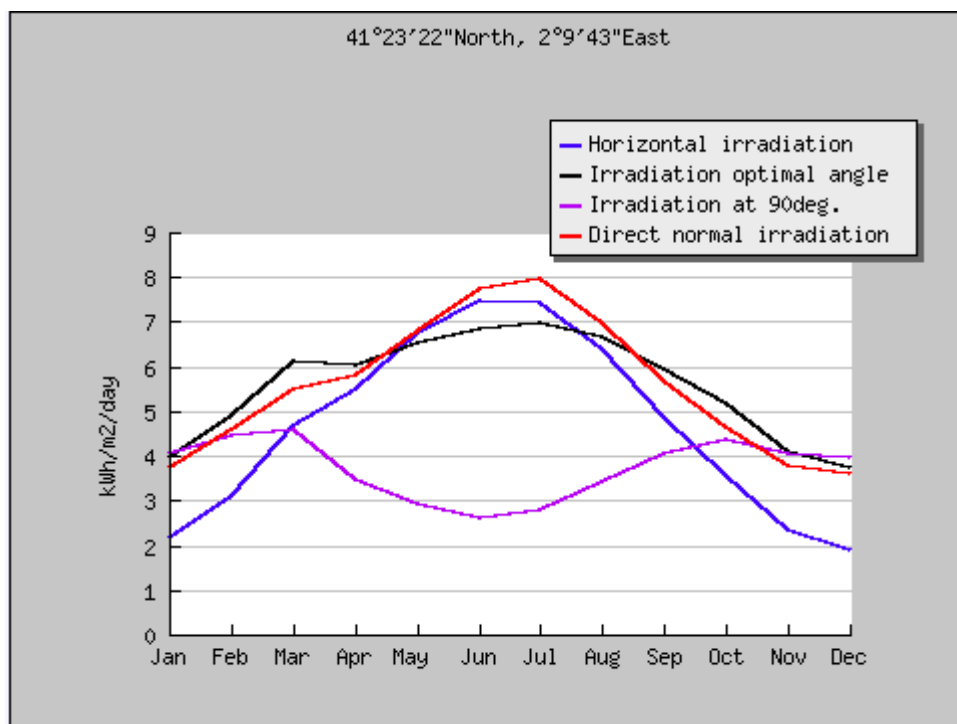


Fig.4.3. Gràfic tipus de irradiacions. Font: PVgis[6].

De color violeta està representada la irradiació a 90°, tal i com es veu en la imatge, és la menys competent, durant els mesos d'abril fins a setembre la seva captació és molt baixa quan les estacions permetrien tot el contrari. D'octubre a març tot i captar més, segueix sent poc en comparació a les altres corbes representades.

Si s'integressin les corbes representades i es dividís pel nombre de mesos de l'any, el resultat seria el de l'última fila de la figura 4.1., on es veu que la irradiació òptima és la que major quantitat de radiació pot captar.

En la figura, es pot apreciar com la corba DNI és més punxeguda que l'òptima, això és per que, a diferència que la òptima no maximitza la generació als mesos de menys llum diurna, ho fa als de calor.

La corba de color negra és més ovalada i permet maximitzar la captació als mesos d'hivern perdent possibilitat de captar més a l'estiu, tot i això els resultats obtinguts mostren que segueix captant més tot i no aprofitar al màxim els mesos de més radiació solar.

Per a comprovar que la corba negra és més eficient que la vermella, es presenta el gràfic de la figura 4.4. La suma dels fragments de color verd és més gran que el fragment blau, per tant gràficament es pot comprovar que la irradiació òptima és més eficient que la directa normal, tal i com mostren els resultats.

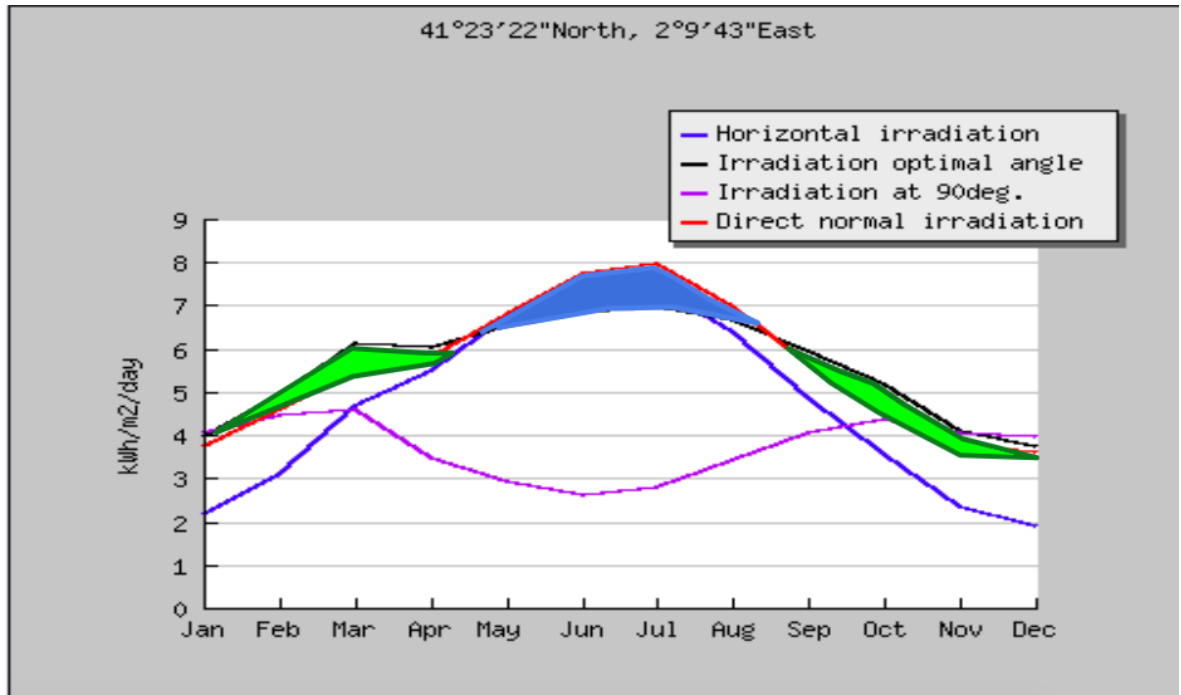


Fig.4.4. Gràfic tipus de irradiacions modificat. Font: PVgis[6].

Seguidament està representat un gràfic que mostra el comportament del sol el 21 de juny i el 21 de desembre. Els seus comportaments són ben diferents: mentre que la corba vermella que representa els mesos de juny és més ampla i més alta, la que representa el desembre és més petita. L'eix de les ordenades indica els graus d'elevació respecte a l'horitzontal, és per això que al mes de juny la corba vermella té molta alçada, ja que el sol va més alt. A més a més, la corba vermella és més ampla, això és degut a que durant el solstici d'estiu el sol fa més recorregut i per tant hi ha més hores de sol que no pas el solstici d'hivern.

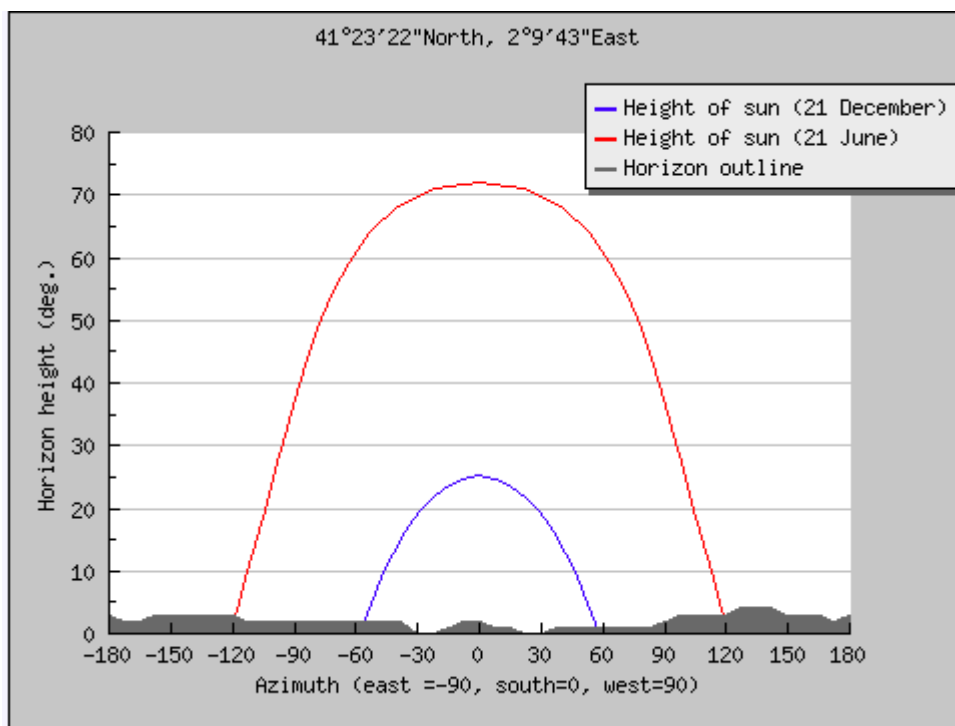


Fig.4.5. Posició del sol al desembre i juny. Font: PVgis[6].

5. Estudi perfil consum energètic de l'edifici

5.1. Plantejament: prioritzar la producció al consum

En una era on prima la velocitat i l'efectivitat cal fer un espai a la conscienciació ecològica. És evident que per a satisfer el consum d'una vivenda, prèviament s'ha de produir l'electricitat que abastirà aquesta necessitat. Dit això, si el consum fos menor també ho seria la producció, fent que a nivell global pogués reduir-se les emissions que es generen al produir electricitat en grans centrals tèrmiques, per exemple.

És important que el consum de les llars i altres espais es redueixi; accions com: canviar els electrodomèstics per d'altres de baix consum, apagar els llums que no són necessaris, instal·lar aixetes o llums amb detector de presència, omplir els rentaplats o rentadores per a no haver de posar-ne més dels necessaris, o no posar la calefacció si no cal, són accions que poden ajudar a reduir els consums de les llars entre moltes altres.

En un moment del temps en que el canvi climàtic afecta a la vida de les persones i de la natura, cal prendre petites accions que ajudin al medi ambient. Reciclar, reduir i reutilitzar han de ser accions

que es donin a terme habitualment, per a viure en un planeta més sostenible, i reduir l'efecte hivernacle.

La creació de normatives pot ajudar en el camí de l'estalvi energètic, la directiva europea 2012/27/UE de 2007 té com a objectiu reduir en un 20% el consum a nivell europeu, també existeixen normatives en el codi tècnic d'edificació per a impulsar l'eficiència energètica en els edificis de nova construcció. La creació de lleis d'aquest caire són de vital importància per a garantir la reducció del consum energètic.

5.2. Consum mig per habitatge

Per a dur a terme l'estudi energètic de l'edifici en qüestió cal conèixer el consum que té un habitatge. Conèixer el consum d'una llar és de vital importància a l'hora de decidir quina instal·lació fotovoltaica és la més adient. La instal·lació de plaques solars ha de fer-se tenint en compte que és una inversió i que per tant s'ha d'esmoreir de la millor manera possible. No cal posar plaques a totes les façanes d'un edifici si el seu cost serà molt superior al de l'electricitat que se'n pot extreure, ja que suposaria una inversió econòmica molt elevada.

Per tant, quan es presenta l'oportunitat de fer una instal·lació caldrà estudiar el possible estalvi que suposaria la instal·lació d'aquesta, la inversió inicial així com el rendiment i vida útil de la instal·lació. Però, en primer lloc, cal conèixer el consum que es té per saber quin percentatge es podria cobrir amb energia renovable.

Saber el consum d'energia d'un edifici pot ser una tasca complicada ja que totes les llars són diferents. Hi ha habitatges on hi viuen moltes persones i d'altres on només hi viu una persona, aquest fet pot fer variar molt el consum elèctric, altres aspectes com les dimensions de l'edifici, els aïllaments o l'ús que se li doni a la vivenda pot influir molt en el consum d'energia elèctrica.



Consumos del Sector Residencial en España Resumen de Información Básica

1.-Consumo de los Hogares en España

Consumo Total: 14.676 ktep
 Consumo Total Medio por hogar: 0,852 tep
 Consumo de Electricidad Medio por Hogar: 3.487 kWh
 % Consumo Final: 17%
 % Consumo de Electricidad: 25%

Fig.5.1. Consum elèctric anual mig llars. Font IDAE [35].

Segons IDAE, l'institut per la diversificació i estalvi de la energia, a Espanya el consum mig per habitatge està al voltant de 3500 kWh l'any.

En la següent imatge es poden veure els consums mitjos per mes de l'any. Aquestes dades són molt importants ja que tot i conèixer l'energia total que es precisa cada any, per cada mes de l'any la captació és diferent i conèixer el consum segons el mes de l'any és necessari a l'hora de preveure si s'haurà de dependre més o menys de la xarxa elèctrica.

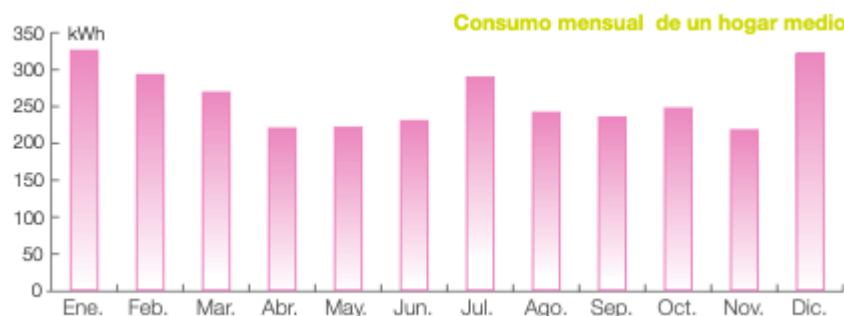


Fig.5.2. Consum mensual elèctric d'una llar. Font REE[36].

La figura 5.2 mostra el perfil del consum elèctric al llarg de l'any. Gener i desembre són amb diferència els mesos amb més consum, això és degut a que a l'hivern hi ha menys hores de llum i per tant s'han d'obrir més els llums de casa, a més, al fer més fred també s'engega més la calefacció la qual cosa es veu reflectida en el consum. Tot i que seria raonable que als mesos d'estiu el consum fos menor que el de la resta d'estacions de l'any, es pot veure que la realitat no és així. A la primavera i tardor, hi ha més llum i fa menys fred que a l'hivern, per tant és raonable que el consum

sigui menor. A l'estiu però, tot hi haver més hores de llum que fa que s'encenguin menys llums de casa, també fa més calor que a la resta de mesos. La calor que fa a l'estiu està directament relacionada amb l'augment de consum. Al fer més calor, els aires condicionats treballen més hores i tenen un consum elèctric molt elevat.

És important també conèixer les hores on hi ha més consum, en la següent imatge extreta d'un document de la Red Eléctrica Espanyola (REE) es mostra el perfil de consum que té una llar al llarg de dia.

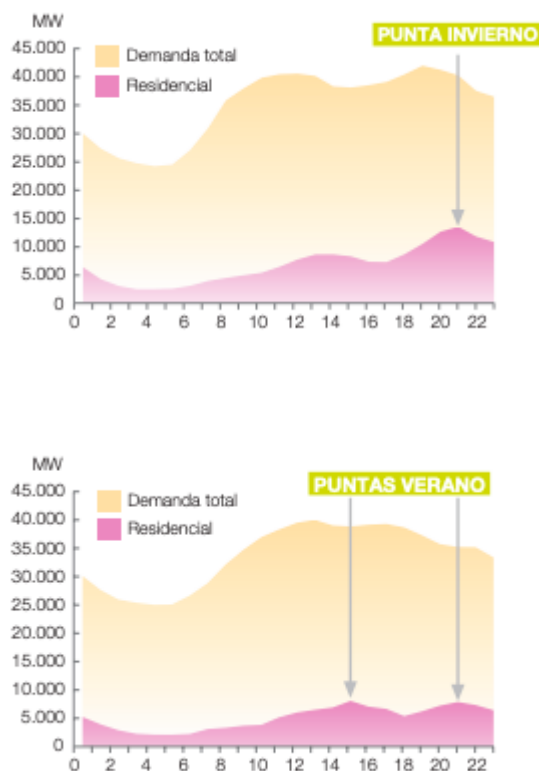


Fig.5.3.Consum elèctric al llarg del dia d'una vivenda. Font REE[36].

Els consums globals a l'hivern i estiu estan molt diferenciats. A l'hivern hi ha un pic molt clar a les 21h, això és degut a que les persones arriben a casa a la nit i encenen molt equips elèctrics, llums, radiadors i televisió. A l'estiu, el perfil de consum és diferent, mentre que a l'hivern hi ha un pic molt diferenciats a l'estiu n'hi ha dos: un al migdia, moment del dia on fa més calor i un a la nit. El primer pic, pot venir donat a causa de l'ús dels aires condicionats i l'ús de la cuina. El segon pic, com a l'hivern és degut a que a la nit, les llars estan més ocupades i se'n fa un major ús elèctric.

5.3. Consum estimat de l'edifici

Tal i com s'ha comentat anteriorment, una vivenda té un consum aproximat de 3500kWh l'any. L'edifici d'estudi compta amb 6 plantes destinades a l'habitatge, segons els plànols originals hi havia dues vivendes per planta, però amb el temps, algunes vivendes poden haver patit modificacions, per tant es consideraran que hi ha tres pisos per cada planta.

Per tant, la quantitat d'energia necessària anual és de 63000 kWh.

$$3500 \frac{kWh}{vei \cdot any} \cdot 18 \text{ veïns} = 63000 \text{ kWh a l'any de consum d'energia elèctrica. (1)}$$

5.4. Tendència del consum

Pel que fa a la tendència del consum, s'ha de considerar que el consum de les vivendes tendeix a pujar a nivell global. La incorporació de més equips elèctrics en les llars, farà que a la llarga es requereixi més energia i la instal·lació fotovoltaica ha de poder garantir aquest consum.

Al llarg dels anys, el consum elèctric ha anat pujant en l'escenari espanyol, segons mostra el departament d'estadístiques del REE, en trenta anys s'ha quasi duplicat el consum d'energia elèctrica.

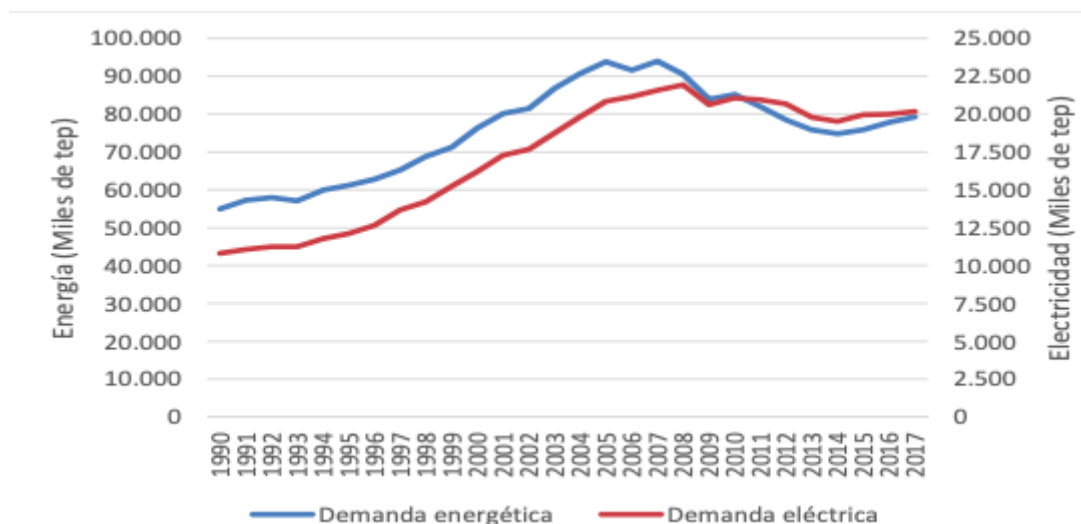


Fig.5.4. Corba de tendència del consum elèctric i energètic al llarg dels anys. Font REE [16].

En la figura 5.4 es pot apreciar com durant els anys 1990 i 2007 la demanda d'energia elèctrica augmenta considerablement, seguidament es manté durant uns anys i a partir de 2014 comença a créixer novament. Que el consum d'energia deixés de créixer al ritme que ho feia fins al moment,

a partir de l'any 2007 pot ser degut a la crisi mundial econòmica que va frenar la indústria i va imposar un model més estalviador en tots els aspectes.

6. Dimensionament del camp de captació

Per fer un dimensionament d'una instal·lació fotovoltaica no només cal tenir en compte els recursos naturals, d'altres aspectes com l'elecció de plaques o del suport sobre el qual reposaran són importants.

6.1. Plaques fotovoltaiques

Les plaques són elements indispensables a l'hora de fer un dimensionament fotovoltaic. És important conèixer les prestacions de la placa escollida, el seu rendiment, la vida útil i la seva potència, doncs són aspectes que determinaran l'energia que se'n podrà extreure.

En les cèl·lules de panells de monocristal·lí, el material prové d'un mateix cristall i això fa que sigui més eficient que no pas una de policristal·lí². Aquestes últimes, al estar formades per més d'un cristall de silici fos per formar la cèl·lula policristalina, fa que es perdi puresa i per tant eficiència.

El panell solar escollit és el AS-6M-BN³ del fabricant Amerisolar, entre les seves característiques destaquen els seu bon rendiment i la seva vida útil.

Un dels punts positius del panell escollit és el seu rendiment lineal. Que el rendiment del panell es redueixi de manera lineal fa que no hi hagi un canvi brusc en la generació d'energia, la qual cosa fa que no es noti tant el seu deteriorament a curt termini. Tal i com diu la seva fitxa tècnica, el seu rendiment serà del 80% al cap de 30 anys, la qual cosa és bona.

² Article [12].

³ La fitxa tècnica del panell es troba als annexos i bibliografia[11].

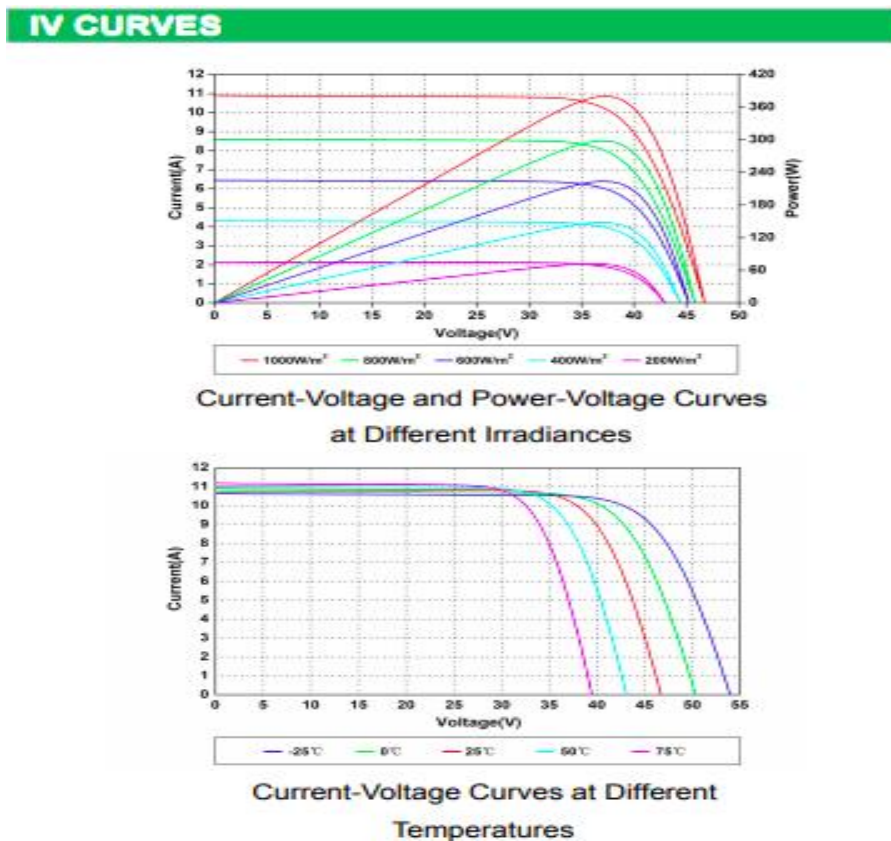


Fig.6.1. Corbes IV. Font: Amerisolar [11].

A la imatge de dalt està representada la potència, corrent i voltatge que es pot obtenir a partir de una irradiància donada. En funció de la llum disponible hi haurà més o menys irradiància, per tant, els inversors han de poder suportar aquest rang de valors.

En el gràfic inferior es mostra un resultat semblant al primer. En aquest cas, en funció de la temperatura a la que arribi la cèl·lula fotovoltaica s'arribarà a tenir una tensió en circuit obert determinada, o bé, un corrent en circuit tancat determinat.

Mentre que la tensió varia molt segons la temperatura, es pot observar gràficament com a la corrent no li afecta tant i es manté estable durant un rang determinat de temperatures. Quan aquest es supera, el seu corrent es redueix ràpidament. La temperatura afecta molt a la tensió que es pot obtenir: a mesura que la temperatura baixa hi ha més tensió i menys corrent.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT STC*										
Module Type	AS-6M-BN-380W		AS-6M-BN-385W		AS-6M-BN-390W		AS-6M-BN-395W		AS-6M-BN-400W	
	Front side	Rear side	Front side	Rear side	Front side	Rear side	Front side	Rear side	Front side	Rear side
Maximum Power (P_{max})	380W	323W	385W	327W	390W	332W	395W	336W	400W	340W
Open Circuit Voltage (V_{oc})	49.0V	48.3V	49.6V	48.8V	49.8V	49.0V	50.0V	49.2V	50.2V	49.4V
Short Circuit Current (I_{sc})	9.87	8.19A	9.92A	8.23A	9.94A	8.25A	9.96A	8.27A	9.99A	8.29A
Voltage at Maximum Power (V_{mp})	40.2V	41.0V	40.5V	41.3V	40.9V	41.7V	41.2V	42.0V	41.6V	42.5V
Current at Maximum Power (I_{mp})	9.44A	7.84A	9.51A	7.89A	9.54A	7.92A	9.58A	7.95A	9.62A	7.98A
Module Efficiency (%)	19.41	16.49	19.66	16.71	19.92	16.93	20.17	17.15	20.43	17.36
Operating Temperature	-40°C to +85°C									
Maximum System Voltage	1500V (IEC) / 1000V(UL)									
Fire Resistance Rating	Class A									
Maximum Series Fuse Rating	15A									

*STC: Irradiance 1000W/m² Cell temperature 25°C AM1.5

Fig.6.2.Taula especificacions placa fotovoltaica. Font:Amerisolar[11].

Pel que fa a les especificacions de la placa, es pot dir que la seva potència és força alta. La seva cara frontal és de 400 Watts i la cara de darrere és una mica inferior, de 340 Watts. Tot i així, continuen sent potències molt altes ja que la majoria de panells acostumen a estar entre els 200 i 320 Watts.

6.2. Estudi possibles dimensionaments

Per començar amb l'estudi dels possibles dimensionaments del camp fotovoltaic situat al terrat de l'edifici, cal preveure on aniran instal·lades les plaques. En el cas estudiat en aquest treball, es col·locarà una pèrgola en el terrat per posar-hi els panells a sobre. D'aquesta manera, s'evitarà perdre espai amb els objectes que hi ha al terrat i l'accés no es veuria dificultat. A continuació, es mostra una imatge de la planta del terrat⁴ i una imatge en perspectiva de l'edifici.

⁴ Tots els plànols es troben complets en els annexos.

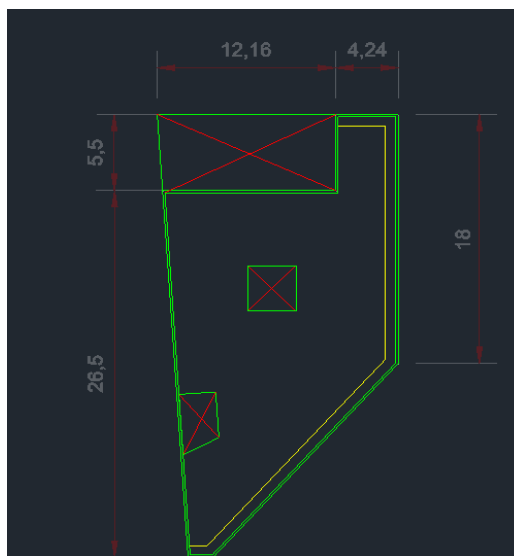


Fig.6.3.Vista de planta de l'edifici. Font:Carolina Porta.

Pel que fa a la imatge, es pot veure com les línies grogues mostren l'àrea destinada a la pèrgola sobre la que reposarien els panells. En el dibuix també es poden apreciar dues línies verdes paral·leles: aquestes fan referència a l'amplada del mur, que té una mesura estàndard de 15 cm. La distància que hi ha entre la línia groga i la verda és de 85 cm i aquesta distància seria l'espai destinat al passadís, on no hi hauria pèrgola per sobre. Per últim, les zones marcades amb una x vermella són els patis interiors de l'edifici.

A continuació es pot veure una imatge, que exemplifica com estaria situada la pèrgola, sobre la que reposaran els panells al terrat de l'edifici.

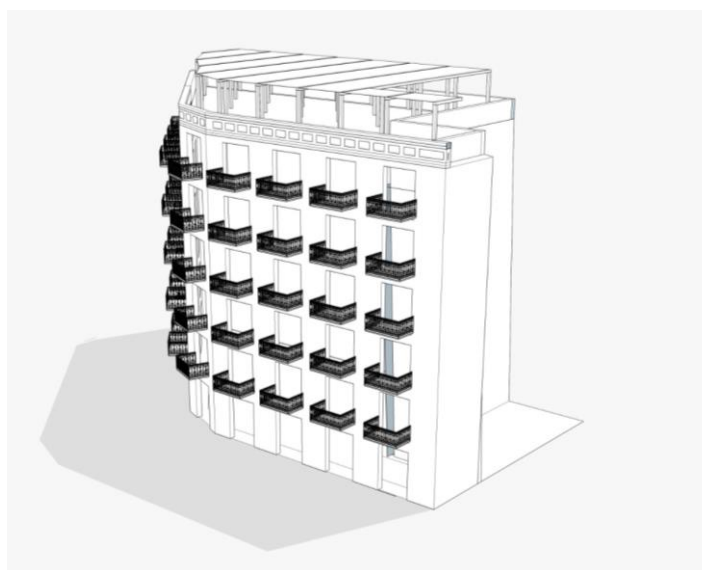


Fig.6.4.Vista conjunt de l'edifici. Font:Carolina Porta.

A continuació, es presenten tres casuístiques amb diferents maneres de disposar els panells al terrat. En tots els casos, les plaques escollides mesuren 1972x992 mm i s'arrodoneix aquest valor a 2x1 m. D'aquesta manera, els panells no estaran mai enganxats i l'aire podrà passar entre ells i es podran manipular millor en cas de necessitat.

Dels tres exemples presentats s'escolliran els millors i s'estudiaran en profunditat les diferents opcions.

6.2.1. Plaques sense inclinació

Per a la implantació de panells sense inclinació cal conèixer el nombre de panells que es podrien encabir en la teulada. A partir del software Autocad, es dimensiona i es distribueixen els panells que es podrien tenir. Aquest nombre ascendeix a 119 panells tal i com es veu en la imatge.

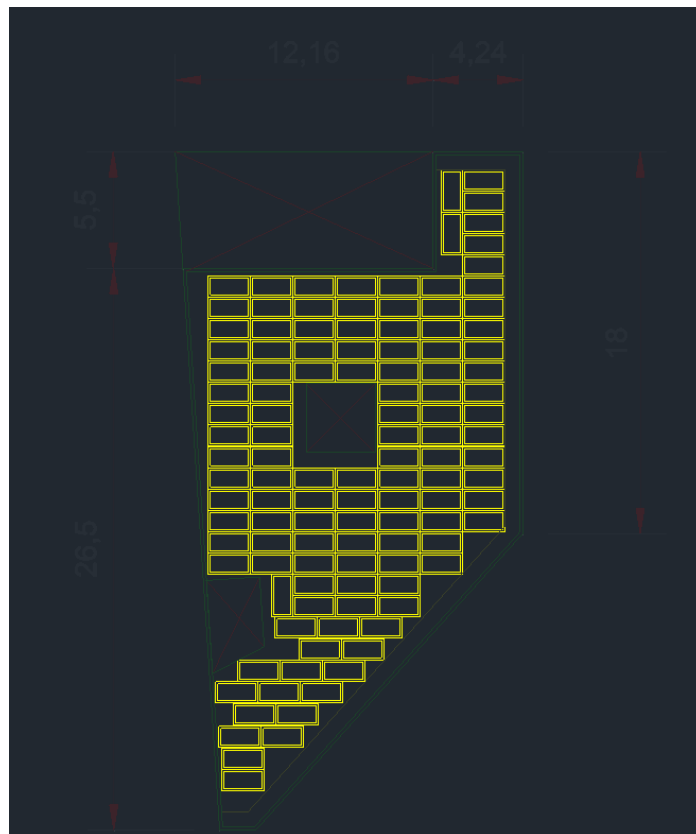


Fig.6.5.Vista panells sense inclinació. Font:Carolina Porta.

Un cop conegut el nombre de plaques que es poden posar i la potència pic de cadascuna, es pot utilitzar el programa PVgis per calcular l'energia elèctrica que se'n podria extreure.

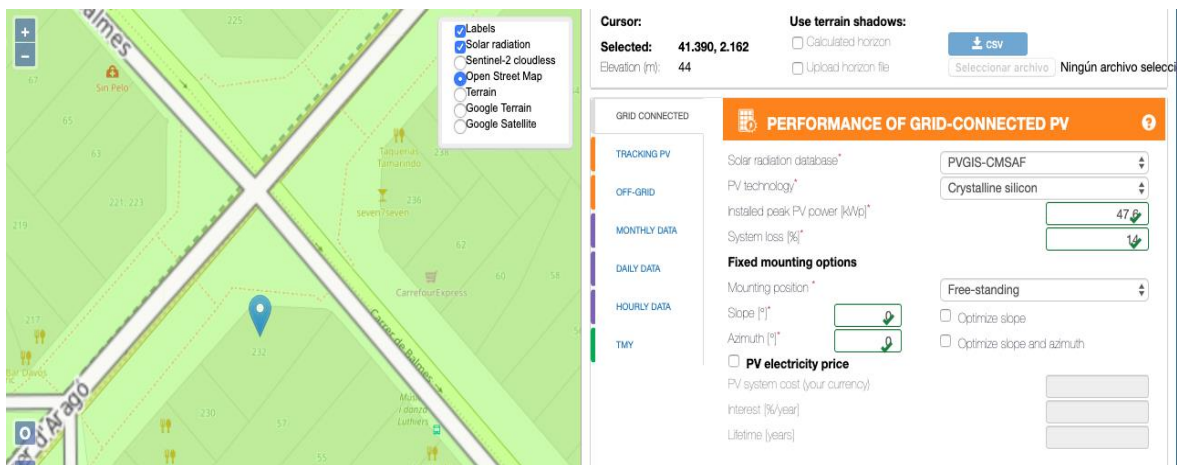


Fig.6.6.Interface PVgis. Font:[5].

Els valors més importants a introduir al programa són els de la potència instal·lada i la inclinació i azimut que es té. En aquest ca, tant la inclinació com l’azimut són nuls, i la potència pic instal·lada es calcula amb la següent fórmula:

$$\text{Potència instal·lada: } 119 \text{ panells} \cdot 0,4 \text{ kWp} = 47,6 \text{ kWp} \quad (2)$$

Les pèrdues per ombres o brutícia s’estableixen en un 14% per norma general.

Un cop introduïts en el programa els paràmetres a tenir en compte, s’obtenen els següents resultats.

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

Provided inputs:		Simulation outputs	
Latitude/Longitude:	41.390, 2.162	Slope angle:	0 °
Horizon:	None	Azimuth angle:	0 °
Database used:	PVGIS-CMSAF	Yearly PV energy production:	64600 kWh
PV technology:	Crystalline silicon	Yearly in-plane irradiation:	1740 kWh/m ²
PV installed:	47.6 kWp	Year to year variability:	1660.00 %
System loss:	14 %	Changes in output due to:	
		Angle of incidence:	-3.8 %
		Spectral effects:	0.5 %
		Temperature and low irradiance:	-6 %
		Total loss:	-21.8 %

Fig.6.7 .Resultats PVgis sense inclinació Font:[5].

Els resultats obtinguts són positius ja que l’energia que pot generar la instal·lació fotovoltaica és superior al consum de les vivendes.

$$\text{Consum vivendes: } 63000 \text{ kWh l'any} \quad (3)$$

Producció: 64600 kWh l'any (4)

Amb aquests resultats hi ha dues opcions, emmagatzemar l'energia sobrant en bateries, o bé vendre-la. Per a aquesta segona opció, caldrà consultar el nou Reial Decret 244/2019.

6.2.2. Plaques amb una pèrgola inclinada

El següent cas d'estudi contempla una pèrgola inclinada de la manera més òptima; aquesta ha d'estar inclinada a 37 graus i ha d'estar orientada cap al sud.

En primer lloc, s'haurà de calcular la nova àrea que tindrà aquest nou terrat, ja que al estar inclinat tindrà més superfície. Per a calcular aquest nou espai, s'utilitzaran les fórmules bàsiques de la trigonometria, concretament el cosinus de l'angle conegut de 37 graus. En la figura 6.8., es mostra un exemple de com quedaria la pèrgola en el terrat, en color blau. Més endavant, es calcularà la forma de la pèrgola que s'hauria d'instal·lar.

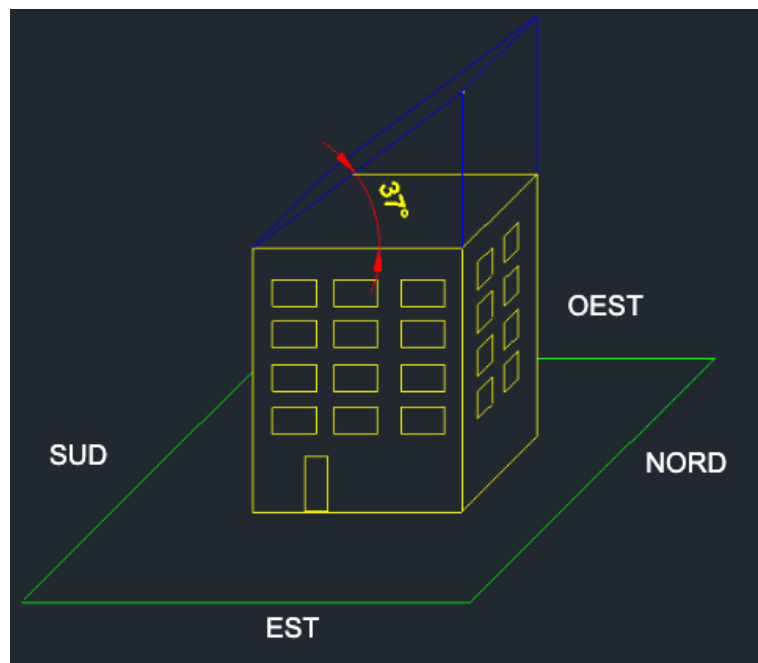


Fig.6.8 .Exemple de inclinació pèrgola .Font:Carolina Porta.

$$\cos(37^\circ) = \frac{\text{costat adjacent}}{\text{hipotenusa}} \quad (5)$$

Amb aquesta fórmula s'han calculat totes les distàncies des del punt més baix de la pèrgola fins a cadascuna de les cantonades. Apareix la següent figura marcada de color lila:

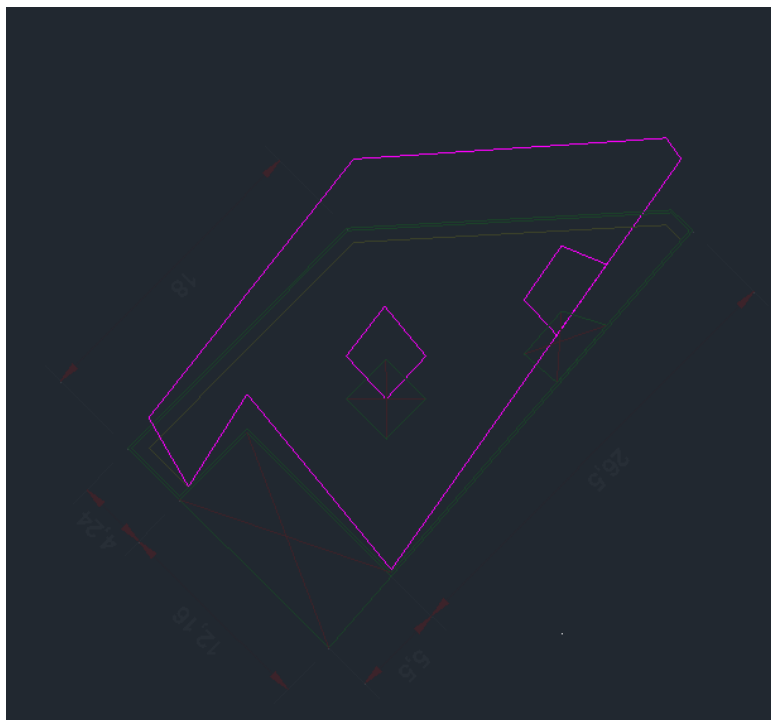


Fig.6.9 .superfície del terrat inclinat. Font:Carolina Porta.

La nova àrea del terrat segons el programa d'Autocad és de 348,47 metres quadrats. En la següent imatge es presenta la disposició dels panells solars, de manera que s'aprofiti al màxim l'espai disponible i s'aconsegueixen encabir els 139 panells.

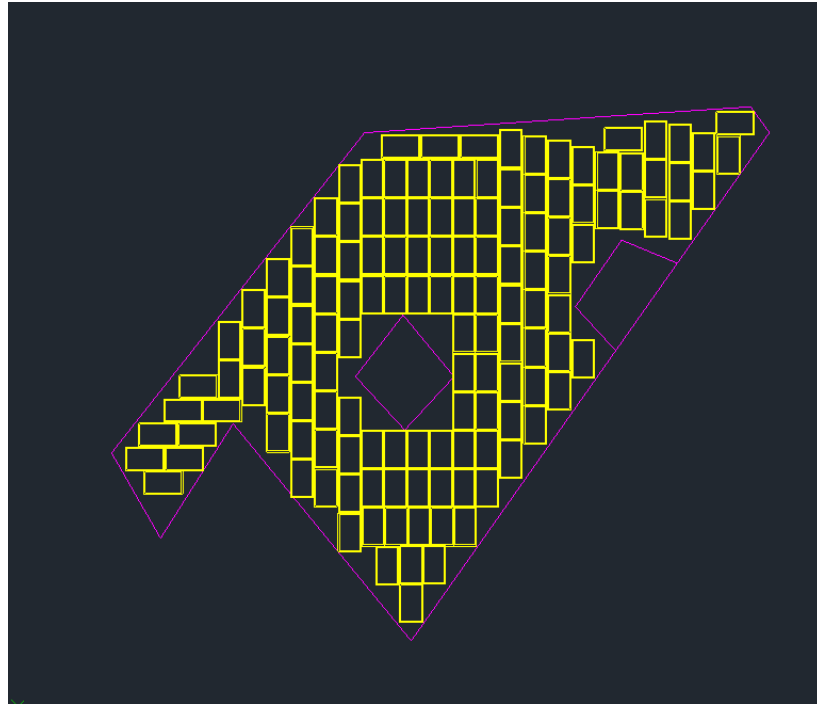


Fig.6.10 .superfície del terrat inclinat amb panells. Font:Carolina Porta.

A continuació, s'empra el programa PVgis per a calcular l'energia que es podria extreure. En aquest cas, les dades que s'han d'introduir en el software són lleugerament diferents: el angle azimut serà de 0 graus ja que la pèrgola estarà orientada al sud per a tenir més captació. La inclinació d'aquesta pèrgola serà de 37 graus ja que tal i com s'ha comentat anteriorment és la posició més òptima. Finalment cal conèixer la potència instal·lada, i es fa servir la següent fórmula per a calcular-la.

$$\text{Potència instal·lada: } 139 \text{ panells} \cdot \frac{0,4 \text{ kW}}{\text{panell}} = 55,6 \text{ kW} \quad (6)$$

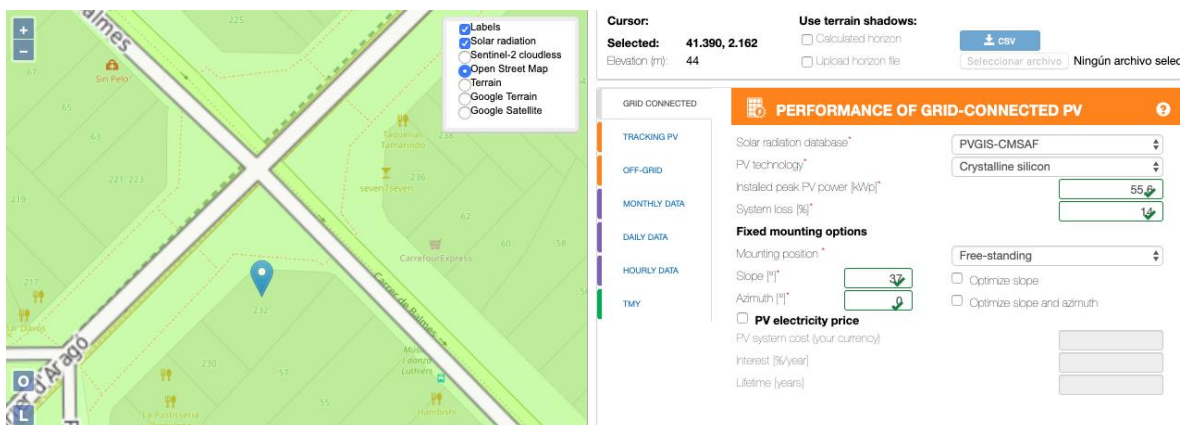


Fig.6.11.Interface PVgis. Font:[5].

A continuació es presenten els resultats obtinguts.

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

Provided inputs:		Simulation outputs	
Latitude/Longitude:	41.390, 2.162	Slope angle:	37 °
Horizon:	None	Azimuth angle:	0 °
Database used:	PVGIS-CMSAF	Yearly PV energy production:	91000 kWh
PV technology:	Crystalline silicon	Yearly in-plane irradiation:	2060 kWh/m ²
PV installed:	55.6 kWp	Year to year variability:	2670.00 %
System loss:	14 %	Changes in output due to:	
		Angle of incidence:	-2.5 %
		Spectral effects:	0.7 %
		Temperature and low irradiance:	-6.1 %
		Total loss:	-20.7 %

Fig.6.12.Resultats pèrgola inclinada. Font:[5].

Seguidament es mostren els resultats a tenir en consideració.

Consum vivendes: 63000 kWh l'any (7)

Producció: 91000 kWh l'any (8)

Els resultats són positius ja que la producció supera àmpliament el consum de l'edifici i podria suportar creixements en el consum. Amb aquesta inclinació i orientació es provoca que durant els mesos d'hivern, tot i tenir menys captació que a l'estiu, se'n tingui força.

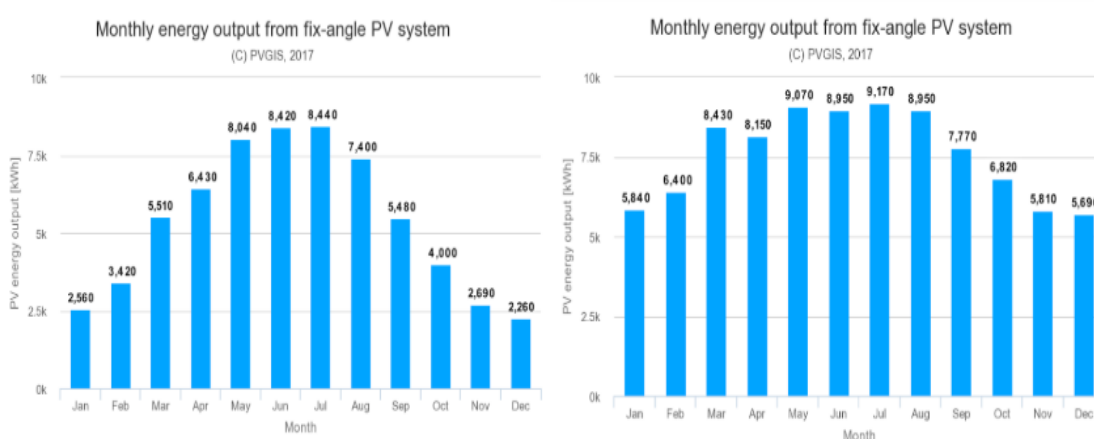


Fig.6.13.Resultats d'energia captada en cas 1(esquerra) i cas 2(dreta). Font:[5].

Tal i com es veu a la imatge anterior, es compara el perfil d'energia captada en el primer cas i en el present. Es pot veure com en el cas segon no hi ha un pic tan marcat de captació tan gran a l'estiu respecte als mesos d'hivern, la qual cosa homogeneïtza l'energia de que es disposa i no fa tantes diferències entre mesos

Aquesta opció té un gran inconvenient: l'extrem més elevat de la pèrgola faria més de 15 metres d'altitud, i això correspon gairebé a l'amplada de l'edifici. El vent i el pes que hauria de suportar l'estructura no fan d'aquesta una opció viable.

6.2.3. Plaques inclinades amb pèrgola sense inclinació

El darrer cas d'estudi, té com a objecte plaques inclinades sobre una superfície plana. A diferència del cas anterior, les plaques no reposen sobre una superfície ja inclinada, sinó que ho fan sobre un terrat completament pla. En aquest cas, les plaques hauran d'estar separades a certa distància per evitar el fenomen de les ombres sobre els altres panells.

Per a calcular la distància entre panells inclinats per a evitar l'efecte ombra, s'utilitza la fórmula del CTE-HE.5.

La distància entre el final d'un panell inclinat i el següent es calcula amb la següent fórmula:

$$d = \frac{h}{\tan(61 - \text{latitud})} \quad (9)$$

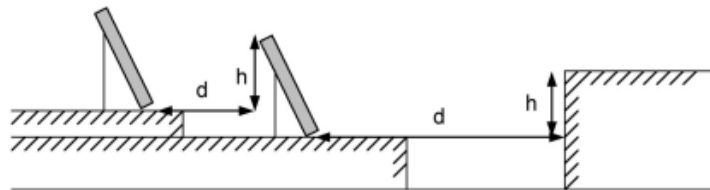


Fig.6.14. Distància mínima entre panells. Font:CTE HE.5 figura 10 [14].

El panell escollit té unes dimensions de 2 metres d'ample per 1 de llarg. Segons si els panells estaran inclinats a lo ample o a lo llarg, la distància que hauran de deixar entre ells serà major o menor.

6.2.3.1. Distàncies mínimes per ombreig

En aquest apartat s'estudiarà l'espai que requeriran els panells segons la seva col·locació.

- Base estreta en contacte amb la superfície:

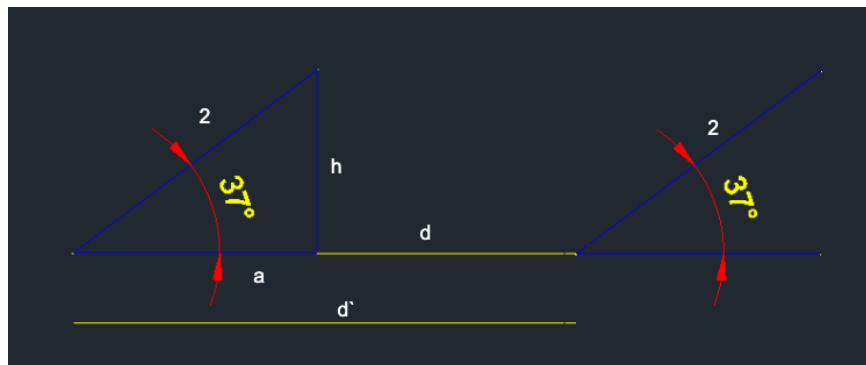


Fig.6.15.Distància entre panells. Font: Carolina Porta.

Per a trobar el valor de h i poder utilitzar la fórmula (9), cal utilitzar la següent relació trigonomètrica.

$$\sin(37^\circ) = \frac{h}{\text{hipotenusa}} = \frac{h}{2} \rightarrow h = 1,203 \text{ metres} \quad (10)$$

A continuació es calcula el valor de “ d ”, sabent que la latitud de l’edifici situat a Barcelona és de $41,39^\circ$.

$$d = \frac{h}{\tan(61-41,203)} = \frac{1,203}{\tan(61-41,203)} = 3,34 \text{ metres} \quad (11)$$

Finalment per conèixer la distància real que necessitarà cada panell si addiciona la distància a .

$$\cos(37^\circ) = \frac{a}{\text{hipotenusa}} = \frac{a}{2} \rightarrow a = 1,597 \text{ metres} \quad (12)$$

Per tant la distància que necessita un panells fins a col·locar-ne un altre darrere és:

$$\text{Distància final entre panells: } a + d = d' \rightarrow 1,597 + 3,34 = 4,937 \text{ metres} \simeq 5 \text{ metres} \quad (13)$$

Finalment es mostra una imatge que mostra l’espai que ocuparien les plaques, l’espai marcat amb una X és el destinat a les ombres i per tant no hi pot haver un panell.

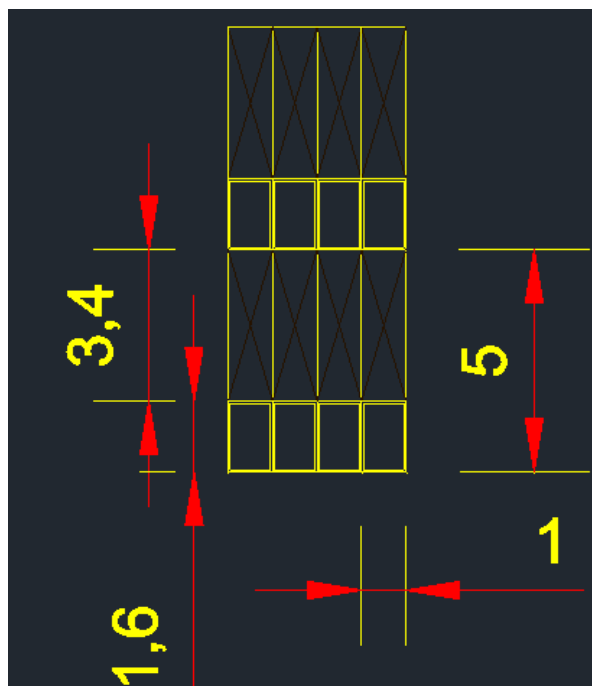


Fig.6.16.Posició dels panells. Font:Carolina Porta.

- Base ampla en contacte amb la superfície:

En aquest cas, els càlculs a fer són els mateixos però les distàncies canvien.

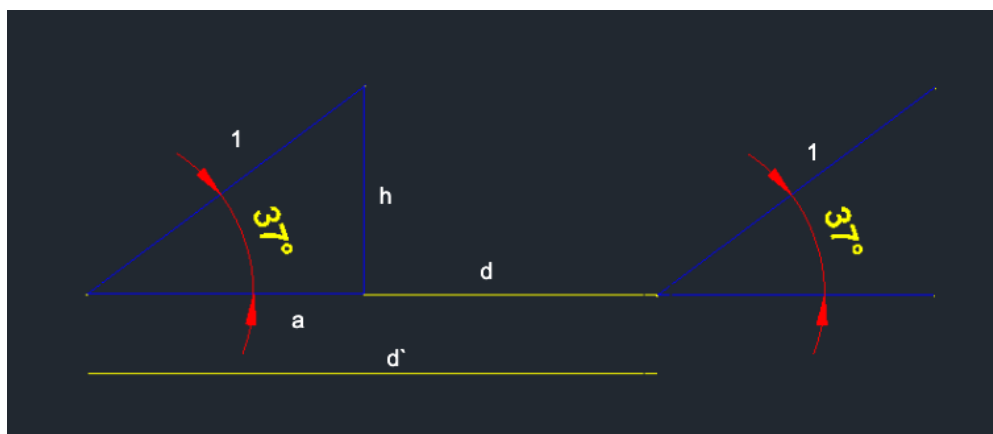


Fig.6.17.Distància entre panells. Font:Carolina Porta.

Per a trobar el valor de h i poder utilitzar la fórmula (9), cal utilitzar novament la següent relació trigonomètrica.

$$\sin(37^\circ) = \frac{h}{\text{hipotenusa}} = \frac{h}{1} \rightarrow h = 0,601 \text{ metres (14)}$$

A continuació es calcula el valor de d , sabent que la latitud de l'edifici situat a Barcelona és de $41,39^\circ$.

$$d = \frac{h}{\tan(61^\circ - 41,203^\circ)} = \frac{0,601}{\tan(61^\circ - 41,203^\circ)} = 1,669 \text{ metres (15)}$$

Finalment per conèixer la distància real que necessitarà cada panell si addiciona la distància a .

$$\cos(37^\circ) = \frac{a}{\text{hipotenusa}} = \frac{a}{1} \rightarrow a = 0,7986 \text{ metres (16)}$$

Per tant la distància que necessita un panells fins a col·locar-ne un altre darrere és:

$$\text{Distància final entre panel: } a + d = d' \rightarrow 0,799 + 1,67 = 2,469 \text{ metres} \approx 2,5 \text{ metres (17)}$$

Finalment, es mostra una imatge que mostra l'espai que ocuparien les plaques, de nou, l'espai marcat amb una X és el destinat a les ombres i per tant no hi pot cap haver un panell.

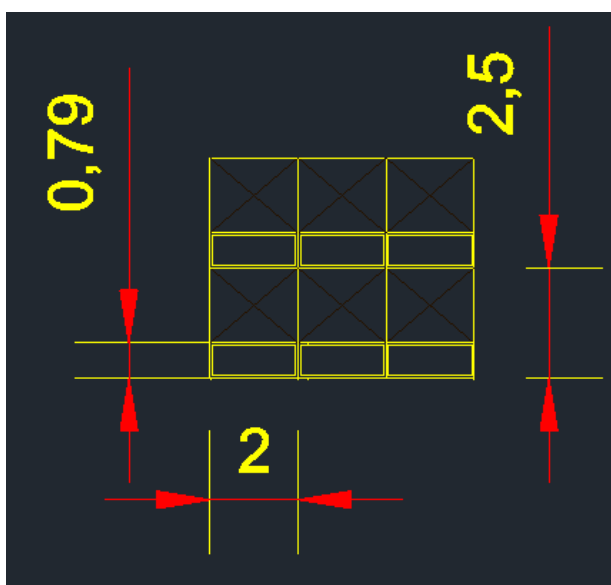


Fig.6.18. Posició dels panells. Font: Carolina Porta.

En ambdós casos la superfície que ocupa un panell i la seva ombra és de 5 metres quadrats.

6.2.3.2. Dimensionament panells en el terrat

De la mateixa manera que amb els casos anteriors, cal conèixer quants panells es poden encabir en l'espai disponible, amb aquesta dada es sabrà la potència instal·lada i l'energia que se'n podria extreure anualment.

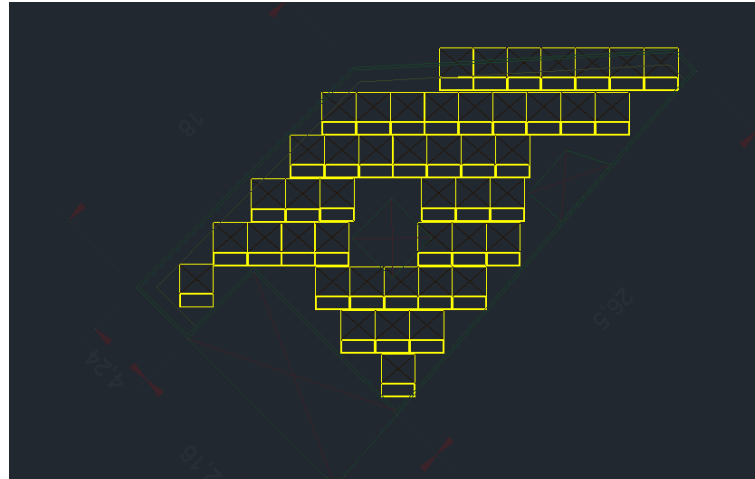


Fig.6.19 .Superfície del terrat no inclinat amb panells inclinats. Font:Carolina Porta.

Amb la disposició que es mostra en la figura 6.19, es poden instal·lar 46 panells tenint en compte l'espai destinat a les ombres.

$$\text{Potència instal·lada: } 46 \text{ panells} \cdot \frac{0,4 \text{ kW}}{\text{panell}} = 18,4 \text{ kW (18)}$$

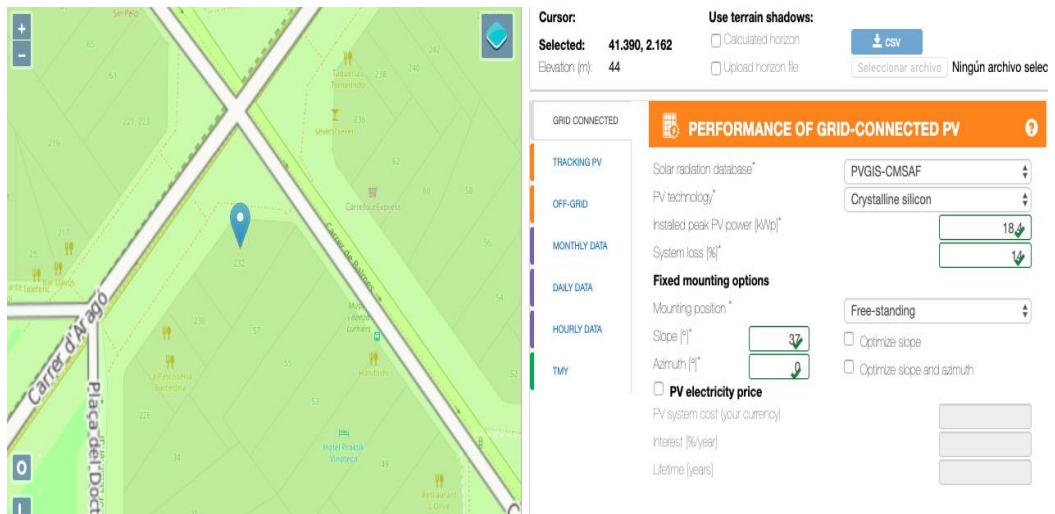


Fig.6.20.Interface PVgis. Font:[5].

A continuació es presenten els resultats obtinguts.

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

Provided inputs:		Simulation outputs	
Latitude/Longitude:	41.390, 2.162	Slope angle:	37 °
Horizon:	None	Azimuth angle:	0 °
Database used:	PVGIS-CMSAF	Yearly PV energy production:	30100 kWh
PV technology:	Crystalline silicon	Yearly in-plane irradiation:	2060 kWh/m ²
PV installed:	18.4 kWp	Year to year variability:	883.00 %
System loss:	14 %	Changes in output due to:	
		Angle of incidence:	-2.5 %
		Spectral effects:	0.7 %
		Temperature and low irradiance:	-6.1 %
		Total loss:	-20.7 %

Fig.6.21. Resultats pèrgola inclinada. Font:[5].

Seguidament es mostren els resultats a tenir en consideració.

$$\text{Consum vivendes: } 63000 \text{ kWh l'any} \quad (19)$$

$$\text{Producció: } 30100 \text{ kWh l'any} \quad (20)$$

Els resultats obtinguts no són suficients per abastir el consum de les vivendes de l'edifici però si que serien capaços de fer baixar la potència contractada amb la companyia elèctrica i per tant reduir la factura de la llum, en aquest cas però, caldria instal·lar bateries per emmagatzemar l'energia i utilitzar-la en els moments de màxim consum.

6.3. Elecció del millor model

Dels tres models plantejats només aquells que tenen la pèrgola sense inclinació són viables. El cas de la pèrgola inclinada a 37° era molt interessant quan a l'energia que era capaç de generar. Tot i això, la instal·lació d'una pèrgola d'aquestes característiques en el terrat de l'edifici no ho feia possible, per temes d'impacte visuals, reforços en l'estructura per aguantar el pes dels panells i la força del vent així com per últim excedir l'alçada permesa a elements d'aquestes característiques.

Pertant, un cop coneguts els models plausibles se n'estudiarà la seva viabilitat i el seu millor aprofitament energètic i econòmic.

Es determinarà com a cas 1, el cas on els panells no estan inclinats i tenen excedent i com a cas 2, els que tenen els panells inclinats i no tenen excedents.

6.4. Instal·lació pèrgola

A l'hora d'instal·lar un pèrgola en un terrat cal saber quines normes ha de complir, aquestes venen donades per la norma urbanística del pla general metropolità de Barcelona ⁵, concretament pels articles 250 i 253 de sòl lliure d'edificació i construccions auxiliars respectivament. A Barcelona es permet la instal·lació de pèrgoles o altres elements sempre i quan no faci malbé l'estètica de la façana o del barri. No és el cas de l'estructura en qüestió, ja que es troba al terrat i fora de la vista dels vianants, tot i això ha de complir amb una norma important i és que la pèrgola no pot superar l'alçada de 4m, ha de facilitar l'accés i ha d'estar ben subjecta al sòl.

En el cas d'estudi, la pèrgola no arribarà als dos metres d'alçada, ja que es vol facilitar l'accés per la instal·lació de panells i pel seu posterior manteniment. D'altra banda, fer una pèrgola molt elevada augmentaria els problemes de fixació i de resistència al vent. Per tant es buscaria una alçada que minimitzés les dificultats d'accés i també quan a l'afectació del temporal sobre aquesta. A més, l'alçada hauria de permetre el pas de persones per sota, per si s'ha de fer qualsevol tasca de manteniment a l'edifici que requereixi anar al terrat.

7. Estudi tècnic dels sistemes

A continuació, s'estudiaran les diferents característiques tècniques que tenen els dos casos escollits. En el primer cas, a diferència del segon, hi ha molts més panells i per tant farà falta connectar-los de tal manera que la tensió i corrent que generin pugui ser suportada per l'inversor i pel sistema.

En ambdós casos, els paràmetres dels panells són els mateixos, i estan a la fitxa tècnica adjuntada als annexos. Tot i això, a continuació s'indiquen els valors més importants:

- P_{max}: 400 W
- V_{oc}: 50,2 V
- V_{mp}: 41,6 V
- I_{mp}: 9,62 A
- Coeficient de temperatura en V_{oc}: -0,26%/°C
- Coeficient de temperatura en I_{sc}: 0,046%/°C
- Tensió màxima del sistema: 1000 V

⁵ Bibliografia [18].

Els valors anteriors són els calculats per una irradiància de $1000\text{W}/\text{m}^2$ i 25°C , quan la temperatura baixa, augmenta la tensió pels panells i es modifica el corrent, tal i com es mostra en la figura 6.1 . Tot i això, es calcularà quins serien els valors de tensió i corrent pels casos més extrems que es poden donar a Barcelona, amb l'ajuda dels coeficients de temperatura.

Considerant com a temperatura més freda 0°C :

$$V_{oc\ max}(0^\circ\text{C}) = 50,2 \cdot (1 - (0,0026 \cdot (0 - 25))) = 53,463\ \text{V} \quad (21)$$

$$V_{mp\ max}(0^\circ\text{C}) = 41,6 \cdot (1 - (0,0026 \cdot (0 - 25))) = 44,304\ \text{V} \quad (22)$$

$$I_{mp\ max}(0^\circ\text{C}) = 9,62 \cdot (1 + (0,00046 \cdot (0 - 25))) = 9,51\ \text{A} \quad (23)$$

Considerant com a temperatura més elevada 40°C ⁶:

$$V_{oc\ min}(40^\circ\text{C}) = 50,2 \cdot (1 - (0,0026 \cdot (40 - 25))) = 48,24\ \text{V} \quad (24)$$

$$V_{mp\ min}(40^\circ\text{C}) = 41,6 \cdot (1 - (0,0026 \cdot (40 - 25))) = 39,98\ \text{V} \quad (25)$$

$$I_{mp\ min}(40^\circ\text{C}) = 9,62 \cdot (1 + (0,00046 \cdot (40 - 25))) = 9,69\ \text{A} \quad (26)$$

Amb aquest càlcul inicial, es determina quin serà el rang de tensió i de corrent que l'inversor ha de poder suportar. Com el coeficient de temperatura pel corrent era tan petit, aquesta no es veu quasi modificada.

Valors que ha tenir en compte dels panells:

- Rang de tensió: 39,98 V- 53,5 V
- Corrent màxim: 9,69 A
- Tensió màxima del sistema: 1000 V

7.1. Estudi tècnic del cas 1

El primer cas d'estudi correspon al terrat que té 119 panells solars sense inclinació, amb una potència de 0,4 kW per panell i una potència instal·lada de 47,6 kW. Per aquest cas, cal un inversor DC/AC o més d'un, que sigui capaç de suportar tota la potència instal·lada així com el voltatge i corrent que circularà per la instal·lació.

⁶ Segons article [21] màxima Barcelona al 2018

Els inversors escollits són els GC-242, el GC-236 i el GC-234 de la marca Layer Electronics i de la sèrie Windsun amb MPPT per treballar amb la màxima potència possible. A continuació es mostren les seves característiques⁷.

MODELO	GC-234	GC-236	GC-237	GC-238	GC-240	GC-242
Potencia - kW	12,5	20	25	33	40	50
Entrada						
Intervalo de tensión para MPPT	350 ÷ 850 V					
Máxima tensión en vacío	1000 V					
Corriente máxima de entrada	40 A	63 A	80 A	105 A	125 A	157 A
Número de MPPT	1					
Salida						
Forma de onda	SINUSOIDAL					
Distorsión armónica	< 2%					
Fases	Trifásico + N					
Tensión	380 / 400 / 415 V ± 20% (200 / 208 / 220 / 440 / 480 V a solicitud)					
Frecuencia	50 / 60 Hz ± 1%					

Fig.7.1 Fitxa tècnica model GC-242,GC-236 i GC-234. Font:(31).

La potència instal·lada és inferior a la de l'inversor de 50 kW, per tant, amb només un inversor podria ser suficient per la instal·lació. Tot i això, posar-ne més d'un és més habitual, ja que en cas de fallada d'un inversor, els altres continuen treballant i no es perd tota la producció.

Els inversors escollits poden suportar un màxim de 850 V; aquest valor servirà per conèixer el nombre màxim de panells de que pot haver-hi per fila.

$$\text{Nombre de panells per fila: } 850V/53,5V = 15,88 \rightarrow 15 \text{ panells en sèrie} \quad (27)$$

Per saber el nombre de files que farien falta per encabir els 119 panells es fa la següent operació:

$$\text{Nombre de files: } 119/15 = 7,93 \rightarrow 8 \text{ files} \quad (28)$$

Com s'ha hagut d'arrodonir el nombre de files a un nombre sencer, hi hauria excedent de panells, com al terrat només en poden haver 119, en una fila en comptes de 15 panells n'hi haurà 14, i si hauria d'afegir una resistència en aquella fila per poder mantenir el voltatge, pel cas de posar només un inversor.

Si s'escull l'opció de posar inversors de 20kW i de 12,5 kW, es podrien posar 1 inversor de 20kW , amb 3 files en paral·lel amb 15 panells en sèrie i 3 inversors de 12,5 KW, 2 amb 2 files amb paral·lel amb 15 panells per cadascuna i un inversor sol de amb una línia de 14 panells.

⁷ La fitxa tècnica completa està en els annexos (31).

El voltatge màxim per cada fila serà de la suma de voltatges màxims de cada fila amb els panells en sèrie, i la mínima serà la mateixa operació però amb els voltatges mínims.

$$\text{Tensió màxima en fila de 15 panells en sèrie: } 15 \cdot 53,5 = 802,5 \text{ V} \quad (29)$$

$$\text{Tensió mínima en fila de 15 panells en sèrie: } 15 \cdot 39,98 = 599,7 \text{ V} \quad (30)$$

$$\text{Rang de tensió possible per fila: } 599,7 - 802,5 \text{V} \quad (31)$$

El corrent que hauria de suportar l'inversor de 50 kW seria la suma de corrents que circula per les 8 files, el corrent en cada fila de panells en sèries es manté constant, però amb les files paral·leles es suma.

$$\text{Corrent (50kW): } 8 * 9,69 \text{ A} = 77,5 \text{ A} \quad (32)$$

En el cas d'utilitzar l'inversor de 20kW, el corrent que ha de suportar seria el de les tres línies màximes que podria tenir:

$$\text{Corrent (20kW): } 3 \cdot 9,69 \text{ A} = 29,7 \text{ A} \quad (33)$$

$$\text{Corrent (12,5kW): } 1 \cdot 9,69 \text{ A} = 9,69 \text{ A} \quad (34)$$

El rang de tensió de les files de panells, es troba dins el rang de tensions que l'inversor permet i el corrent que circularia també.

Per tant, amb un inversor serà suficient per passar de l'energia produïda en DC a energia en AC en les condicions de la xarxa però amb més 8 inversors de menys potència s'asseguraria que la instal·lació continués funcionant si un fallés.

Pel que fa a la resistència pel cas d'un inversor, s'utilitzarà la llei d'Ohm, per conèixer el valor que tindrà aquesta. La incorporació d'aquesta resistència és molt important, ja que s'ha de mantenir el voltatge entre terminals en totes les files. Si una fila té menys tensió, les càrregues s'hauran d'equilibrar i això farà que més corrent vulgui passar per la fila que oposa menys resistència i descompensaria la instal·lació en cert punt.

$$\text{Valor de la resistència: } \frac{53,5\text{V}}{9,69\text{A}} = 5,521 \rightarrow 5,5\Omega \quad (35)$$

Quan a la secció del cable aquest serà de 4mm^2 tal y com diu la fitxa tècnica ja que el conjunt de la tensió de la fila no superarà la especificada del sistema. Tot i això el cable que anirà a l'inversor haurà de tenir una secció major ja que haurà de suportar una tensió de 77,5A i serà de 50mm^2 .

Finalment l'esquema de la distribució del connexionat dels panells és la següent.

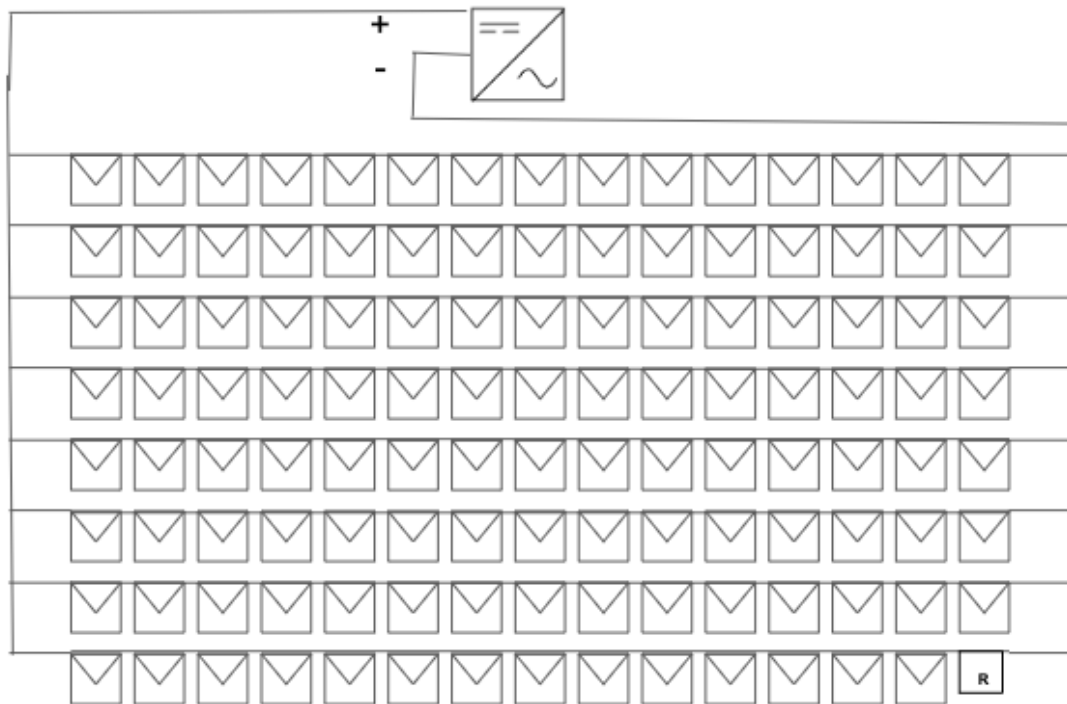


Fig.7.2 Distribució de connexionat de panells del cas 1 i un inversor. Font:Carolina Porta.

Si en comptes d'un inversor s'optés per instal·lar-ne 4, aquests haurien de poder suportar la següent potència:

$$\text{Potència màx: } 3 \text{ línies} \cdot 15 \text{ panells} \cdot 0,4 = 18\text{kW} \quad (36)$$

$$\text{Potència mín: } 14 \cdot 0,4 = 5,6\text{kW} \quad (37)$$

En ambdós casos es troben dins el rang permès pels inversors, A continuació es mostra la seva distribució.

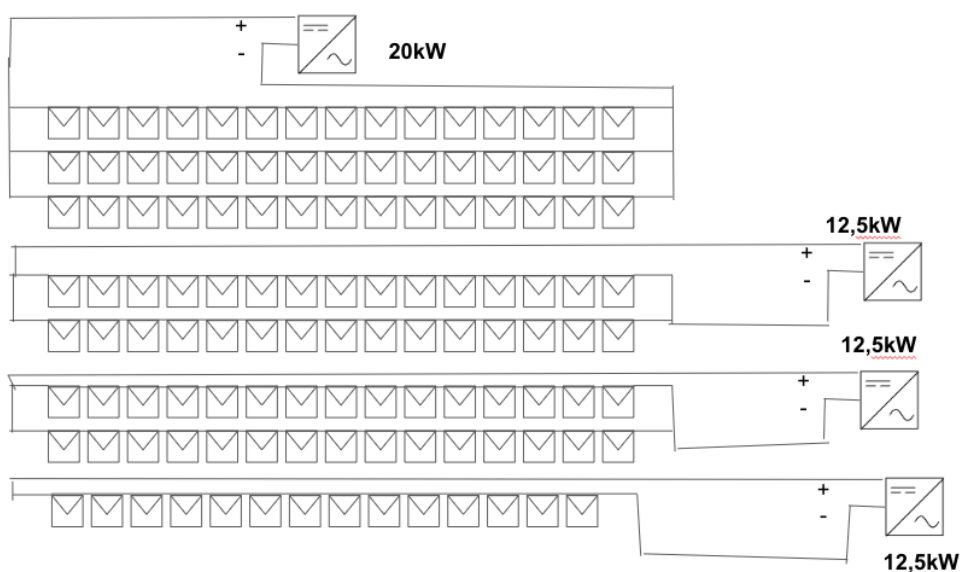


Fig.7.3 Distribució de connexionat de panells del cas 1 i 4 inversors. Font:Carolina Porta.

7.2. Estudi tècnic del cas 2

El segon cas d'estudi correspon al terrat que té 46 panells solars amb inclinació, amb una potència de 0,4kW per panell i una potència instal·lada de 18,4 kW. En aquest cas, escollir el mateix inversor que el del cas 1 de 50 kW, no és la millor opció, ja que suposaria no aprofitar-lo del tot. L'inversor anterior pot suportar una potència molt elevada i en aquesta instal·lació, no es té, a més, el seu preu seria més elevat.

L'inversor que més s'adapta a aquest segon cas és el GC-236 i el GC-234 de la sèrie Windsun amb MPPT, com en el cas anterior per treballar amb la màxima potència possible. A continuació es mostren les seves característiques⁸.

⁸ La fitxa tècnica completa està en els annexos i bibliografia(31).

MODELO	GC-234	GC-236	GC-237	GC-238	GC-240	GC-242
Potencia - kW	12,5	20	25	33	40	50
Entrada						
Intervalo de tensió para MPPT	350 ÷ 850 V					
Máxima tensió en vació	1000 V					
Corriente máxima de entrada	40 A	63 A	80 A	105 A	125 A	157 A
Número de MPPT	1					
Salida						
Forma de onda	SINUSOIDAL					
Distorsió armónica	< 2%					
Fases	Trifásico + N					
Tensió	380 / 400 / 415 V ± 20% (200 / 208 / 220 / 440 / 480 V a sollicitud)					
Frecuencia	50 / 60 Hz ± 1%					

Fig.7.4 Fitxa tècnica model GC-236 i GC-234. Font:(31).

En primer lloc, s'estudiarà la possibilitat de posar només un inversor. La potència instal·lada en el terrat és de 18,4 kW inferior a la de l'inversor de 20kW, per tant l'inversor podria treballar-hi.

L'inversor escollit pot suportar un màxim de 850 V, aquest valor servirà per conèixer el nombre màxim de panells de que pot haver-hi per fila.

$$\text{Nombre de panells per fila: } 850V/53,5V = 15,88 \rightarrow 15 \text{ panells en sèrie (38)}$$

Per saber el nombre de files que farien falta per encabir els 46 panells es fa la següent operació:

$$\text{Nombre de files: } 46/15 = 3,067 \rightarrow 4 \text{ files (39)}$$

Com el nombre de files ha de ser un nombre sencer, s'arrodoneix a l'alça, el que suposaria tenir 4 files, tres d'aquestes files tindrien 15 panells i la quarta només en tindria un amb una resistència de valor molt elevat.

Per a no tenir una fila amb només un panell, es decideix posar-ne menys en sèrie però mantenint la tensió de fila dintre del rang amb el que pot treballar l'inversor.

$$\text{Nombre de panells mínim per fila: } 350V/53,5V = 6,54 \rightarrow 6 \text{ panells en sèrie (40)}$$

El nombre de panells que hi ha d'haver en cada fila oscil·la entre 6 i 15 panells, com l'elecció del nombre de panells és arbitrària ja que només influenciarà en el valor de la resistència, s'escull un número intermig, el 10.

El voltatge màxim per a cada fila serà de la suma de voltatges màxims de cada fila amb els panells en sèrie, i la mínima serà la mateixa operació però amb els voltatges mínims.

$$\text{Tensió màxima en fila de 10 panells en sèrie: } 10 \cdot 53,5 = 535 \text{ V} \quad (41)$$

$$\text{Tensió mínima en fila de 10 panells en sèrie: } 10 \cdot 39,98 = 399,8 \text{ V} \quad (42)$$

$$\text{Rang de tensió possible per fila: } 399,8 - 535 \text{ V} \quad (43)$$

A continuació es calcula el nombre de files que hi ha d'haver.

$$\text{Nombre de files: } 46/10 = 4,6 \rightarrow 5 \text{ files} \quad (44)$$

La disposició final serà, de 5 files amb 10 panells cadascuna excepte una fila que tindrà 6 panells i una resistència per mantenir la tensió entre terminals.

El corrent que haurà de suportar l'inversor serà la suma de corrents que circula per les 5 files, 3 i 2.

$$\text{Corrent (5 files): } 5 * 9,69 \text{ A} = 48,45 \text{ A} \quad (45)$$

$$\text{Corrent (3 files): } 3 * 9,69 \text{ A} = 29,07 \text{ A} \quad (46)$$

$$\text{Corrent (2 files): } 2 * 9,69 \text{ A} = 19,38 \text{ A} \quad (47)$$

Tant el rang de tensió dels panells, com la suma de corrent que circula, ho poden suportar els inversors escollits. Així doncs, els inversors escollits són suficients per transformar l'energia produïda en DC a energia en AC en les condicions de la xarxa.

Seguidament, es calcularà el valor de la resistència amb la llei d'Ohm. En aquest cas, la tensió que ha de suportar aquesta resistència és el de 4 panells, que són els que no hi haurà en una de les 5 files.

$$\text{Tensió resistència: } 4 \cdot 53,5 \text{ V} = 214 \text{ V} \quad (48)$$

$$\text{Valor de la resistència: } \frac{214 \text{ V}}{9,69 \text{ A}} = 22,084 \rightarrow 22 \Omega \quad (49)$$

Pel que fa a la secció del cable, aquest serà de $4mm^2$ tal i com diu la fitxa tècnica, ja que el conjunt de la tensió de la fila no superarà la especificada del sistema. Tot i això el cable que anirà a l'inversor haurà de tenir una secció major ja que haurà de suportar una tensió de 48,45 A i serà de $10mm^2$.

Finalment l'esquema de la distribució del connexionat dels panells és la següent.

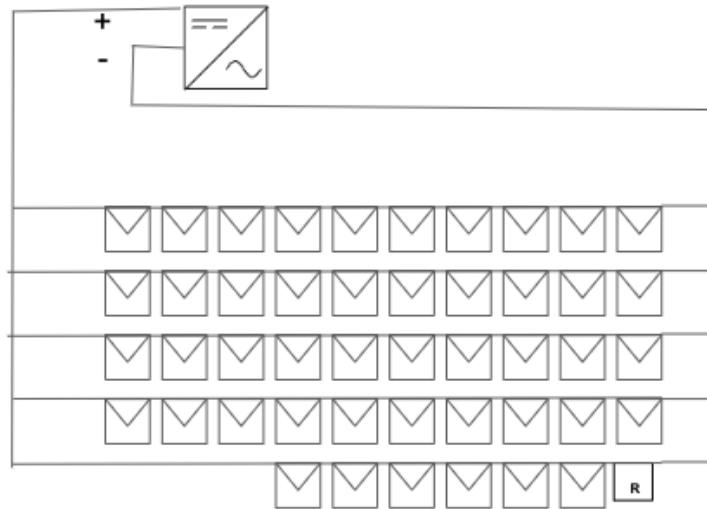


Fig.7.5 Distribució de connexionat de panells del cas 2 i un inversor. Font: Carolina Porta.

La segona opció és la de col·locar dos inversors de 12,5kW, un inversor amb dues files de 15 panells en sèrie i un segon inversor amb dues files en paral·lel de 8 panells en sèrie. Les tensions, potències i corrents, com en el cas anterior estan dins del rang permès.

$$Tensió \text{ per } 8 \text{ panells: } 8 \cdot 53,5 = 428V \quad (50)$$

$$Corrent \text{ en ambdós inversors: } 9,69A \cdot 2 \text{ files} = 19,38 A \quad (51)$$

$$Potència \text{ (15 inversors per fila)} = 15 \text{ panells} \cdot 0,4 \text{ kW} \cdot 2 \text{ files} = 12 \text{ kW} \quad (52)$$

$$Potència \text{ (8 inversors per fila)} = 8 \text{ panells} \cdot 0,4 \text{ kW} \cdot 2 \text{ files} = 6,4 \text{ kW} \quad (53)$$

A continuació es mostra la imatge de com quedarien distribuïts:

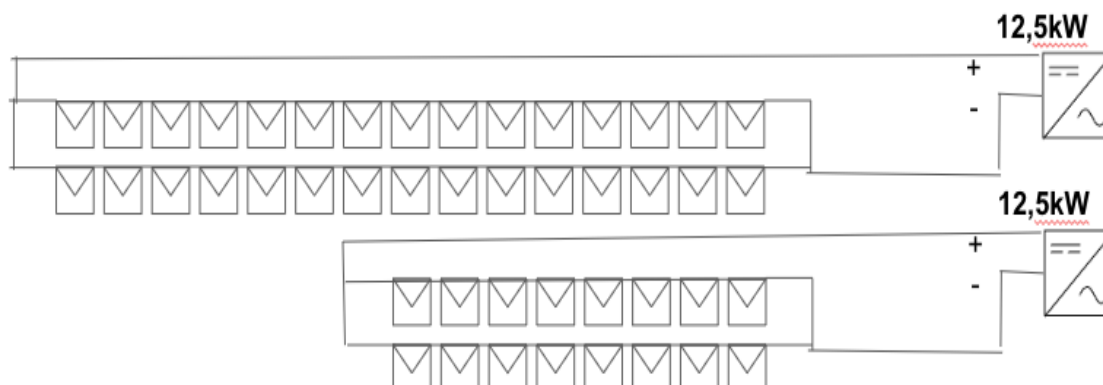


Fig.7.5 Distribució de connexió de panells del cas 2 i 2 inversors. Font:: Carolina Porta.

Tant en el primer cas com en el segon cas, els valors de tensió i corrent poden variar, segons la meteorologia. És per aquesta raó que no s'ha treballat portant al límit les prestacions dels elements involucrats, fent que els elements actius del conjunt de la instal·lació es puguin adaptar a les possibles variacions.

En ambdós casos s'han presentat dues opcions, la part econòmica acabarà de decidir quina és la millor.

8. Estudi preu electricitat

Conèixer en profunditat el preu actual de l'electricitat és molt important per tal d'entendre el seu desenvolupament al llarg del temps. És per aquesta raó que s'estudiarà el preu d'aquesta al llarg dels anys, com es calcula i les normatives que l'han afectat.

En primer lloc cal saber que l'òrgan regulador de l'electricitat a Espanya és Red Eléctrica Española. Aquesta companyia duu a terme les tasques d'operació del sistema elèctric i de transport de l'electricitat. El més important, no obstant, és que s'ocupa de regular el preu de l'electricitat a tot el territori espanyol. D'aquesta manera i des de la nova implantació de la llei del sector elèctric, a partir del 2014, Red Eléctrica s'encarrega de donar els preus de la llum que hi haurà al dia següent. Cap a les 20:15 es pengen a la pàgina web⁹ REE els preus de l'electricitat del dia següent.

⁹ Bibliografia [2]

A partir de l'entrada en vigor de la normativa, es distingeixen dos tipus de modalitats de contractes d'energia elèctrica. La tarifa de mercat lliure, proposa un preu fix de l'energia elèctrica durant un any, d'aquesta manera l'usuari no es veurà afectat per la pujada o baixa del preu de l'electricitat, seguidament existeix la tarifa regulada, també anomenada tarifa PVPC o d'últim recurs (TUR).

La tarifa PVPC és molt important per tal d'entendre el funcionament del mercat elèctric. Aquesta tarifa dona un preu de l'electricitat per cada hora del dia, d'aquesta manera el preu de la llum a la matinada, serà més baix que al vespre quan la gent arriba a casa i engega molts electrodomèstics.

A continuació es mostra la corba típica de consum de l'electricitat en funció del temps.

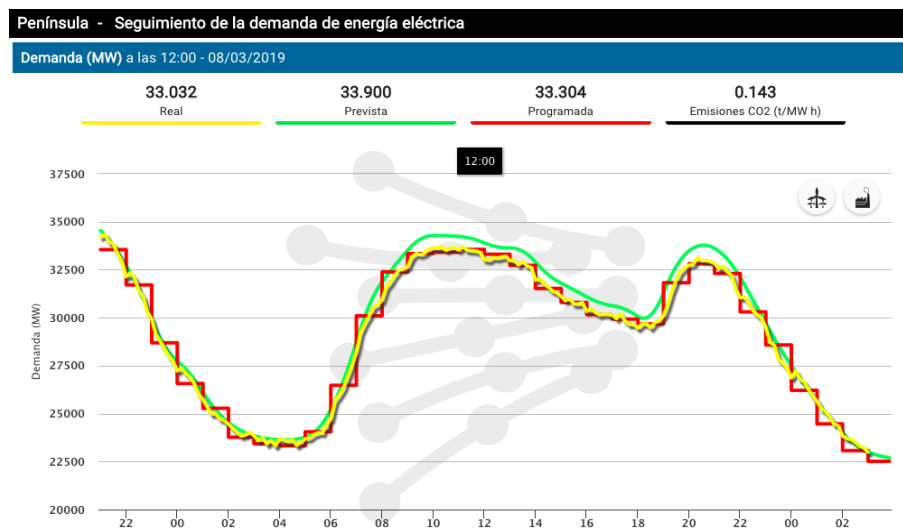


Fig.8.1. Seguiment de la demanda d'energia elèctrica. Font: REE

Tal i com es veu en l'anterior imatge, es poden apreciar dos pics ben clars, en primer lloc hi ha un pic de consum al voltant de les 12 del matí i un altre sobre les 21 hores, aquest pics mostren el comportament majoritari del consumidor: al matí és quan hi ha més producció, els comerços, fàbriques, escoles i institucions estan en ple funcionament. Seguidament a la nit, les persones tornen a la llar i duen a terme totes les tasques domèstiques, a mesura que s'apropa la nit el consum elèctric va baixant i no és fins les primeres hores del matí que el consum torna a pujar, coincidint amb l'inici de la jornada laboral de moltes persones.

8.1. Càlcul preu electricitat

L'actual factura de la llum ve regulada per la llei¹⁰ 24/2013 del 26 de desembre. Aquesta nova normativa té en consideració diferents factors a l'hora de calcular el preu final de l'electricitat.

Per a calcular el preu de l'electricitat s'han de tenir en compte 5 paràmetres, que a continuació es descriuen, aquests són; la potència contractada, l'energia consumida, l'impost sobre l'electricitat, el lloguer dels equips i per últim l'IVA. Aquests paràmetres són els que s'hauran de considerar quan la potència contractada sigui inferior a 10 kW, tal i com diu la normativa i és el valor que tenen els habitatges. Cal mencionar però, que l'aplicació d'aquesta normativa ve de la mà amb l'obligació d'instal·lar comptadors intel·ligents a totes les cases, per poder consultar i captar de manera correcta els diferents valors de consum.

Potència contractada: Aquest terme es calcula partint de la potència que es tingui contractada a la llar pel nombre de dies que tingui el període de facturació per la tarifa que correspongui a la tarifa contractada. Segons la llar es tindrà contractada més o menys potència, aquest valor en habitatges familiars oscil·la entre el 4kW i els 6,9 kW. El valor de la potència és molt important, ja que a més alt més serà el preu però també més elements es podran tenir connectats sense que saltin els ploms, per tant és important tenir contractada una potència que s'ajusti al consum, per no pagar de més i per tenir talls d'electricitat.

Càlcul potència contractada:

$$x kW [Potència contractada] \cdot n^{\circ} \text{ dies} [període facturació] \cdot y \frac{\text{€}}{kW} [Preu tarifa potència contractada] = z \text{€} \quad (54)$$

Energia consumida: Aquest factor té en compte l'energia que s'ha gastat, aquesta dada, de la mateixa manera que amb la potència s'ha obtingut a través dels comptadors intel·ligents. Al valor d'energia consumida se li multiplica el preu associat al kWh.

Càlcul energia consumida:

$$x kWh [energia consumida] \cdot y \frac{\text{€}}{kWh} [preu kWh] = z \text{€} \quad (55)$$

Impost sobre l'electricitat: Aquest no és més que un impost indirecte estatal, que té en compte el preu de l'energia consumida i de la potència contractada multiplicant-ho per un tant per cent i un factor.

¹⁰ Bibliografia [32].

Càlcul impost sobre l'electricitat:

$$x \% \cdot y \text{€} [Pot. contractada + E. consumida] \cdot z = w \text{€} \quad (56)$$

Lloguer equips mesuradors: Tal i com s'ha comentat amb anterioritat, la nova normativa obliga als usuaris a disposar de comptadors intel·ligents. Com el comptadors és de l'empresa on l'usuari tingui contractada la llum, s'ha de pagar el lloguer de l'aparell mesurador.

Càlcul lloguer equips mesuradors:

$$x \text{ dies } [període facturació] \cdot y \frac{\text{€}}{\text{dies}} [preu lloguer equip] = z \text{€} \quad (57)$$

IVA: Per últim s'ha d'aplicar l'impost sobre el valor afegit a la suma de termes descrits anteriorment, que actualment es del 21%. Aquest serà el preu final de la factura elèctrica.

Càlcul IVA:

$$21\% \cdot (Pot. contractada + E. consumida + Impost sobre l'electricitat + Lloguer equips mesuradors) = x \text{€} \quad (58)$$

*Per a tots els càlculs $x, y, z, i w$ és un valor desconegut.

8.2. Com reduir el preu de l'electricitat?

Una de les maneres de reduir l'import de la factura de la llum, a part de reduir el consum, és consumir l'energia elèctrica de fonts renovables pròpies i no de la xarxa.

Amb la instal·lació de panells fotovoltaics o aerogeneradors per exemple, s'aconsegueix energia neta que es pot emmagatzemar en bateries per utilitzar-la quan faci falta.

Tal i com s'ha comentat en l'apartat **10**, el consum elèctric té dos pics, aquests pics determinen la potència contractada per l'usuari, per tant, si en els moments de més consum, on fa falta més potència, s'utilitzessin bateries per aportar potència en aquests moments, la potència contractada es podria reduir. Una part de l'electricitat vindria donada per la xarxa, i una altra part vindria de les bateries, per tant els moments on hi ha més consum no tindrien que determinar la potència a contractar ja que les bateries reduirien aquesta potència.

En les següents imatges s'explica gràficament, l'impacte de les bateries o d'un sistema d'autoconsum en la potència a contractar.

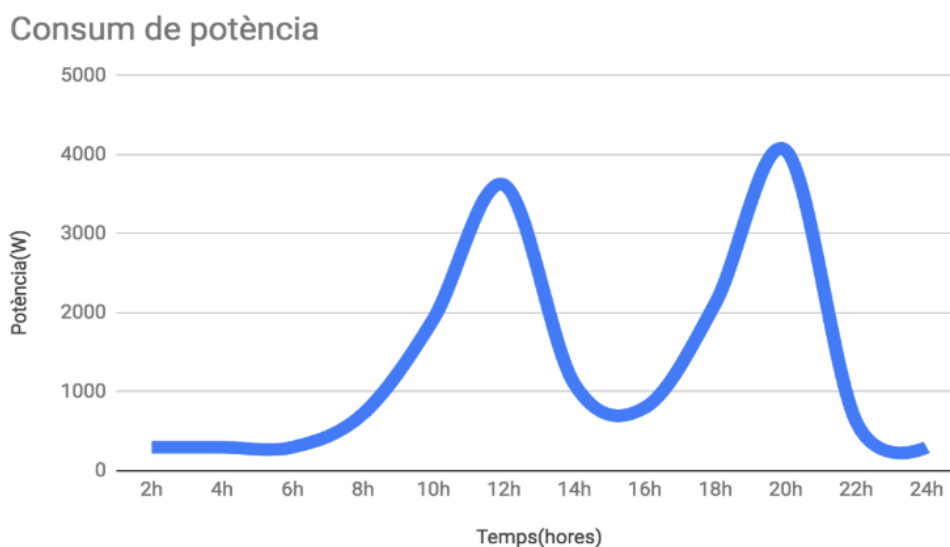


Fig.8.2.Consum de potència en una vivenda. Font:Carolina Porta.

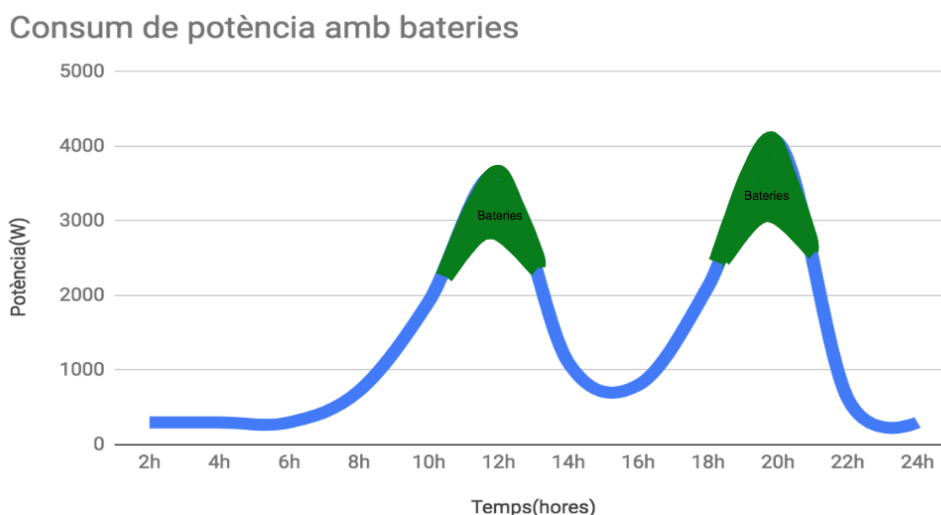


Fig.8.3.Consum de potència amb bateries en una vivenda. Font:Carolina Porta.

En les dues gràfiques anteriors es pot veure la influència de tenir o no bateries en un sistema. En la primera imatge el consum elèctric és abastit bàsicament per la xarxa elèctrica, i en dos moments del dia, a les 12 del matí i a les 8 de la tarda, el consum requereix una potència de 4kW.

En la figura 8.3. es mostra en color verd l'aportació que podrien fer les bateries o l'autoconsum. Quan el sistema requereix més potència aquests elements podrien aportar energia, d'aquesta manera es podria contractar una potència més baixa, ja que la resta de potència necessària no seria proporcionada per la xarxa.

A continuació, es presentaran uns càlculs amb valors aproximats, per reflectir l'estalvi en la part de potència contractada de la factura, que suposaria tenir bateries o autoconsum.

Factura de la potència contractada sense bateries/autoconsum:

$$4kW \cdot 30 \text{ dies} \cdot 0,1 \frac{\text{€}}{kW} = 12\text{€} \quad (59)$$

Factura de la potència contractada amb bateries/autoconsum:

$$3kW \cdot 30 \text{ dies} \cdot 0,1 \frac{\text{€}}{kW} = 9\text{€} \quad (60)$$

Amb aquest petit càlcul es pot veure com el terme de la factura corresponent a la potència contractada s'ha reduït, concretament en un 25%. Depenent de l'emmagatzematge o autoconsum que es pugui tenir, es podrà reduir més o menys aquest terme, ja que aquest serà capaç de proporcionar més o menys potència durant un temps determinat.

8.3. Preu de l'electricitat durant el pas dels anys

Al llarg dels anys el preu de l'electricitat ha anat variant, diferents aspectes fan que el preu de l'electricitat pugi o baixi. Els principals factors que influeixen directament en el preu de l'electricitat són els meteorològics. Que no plougui o que no hi hagi suficient vent pot fer minvar considerablement la producció d'energia renovable i per tant fer que el consum s'hagi d'abastir amb fonts no renovables. Haver de recórrer a fonts no renovables pot encarir el preu final de la factura, ja el preu del gas, del carbó o del petroli pot variar considerablement segons el mercat i la situació econòmica del moment.

A continuació es mostraran els gràfics del preu de l'energia per en un dia tipus durant 5 anys. S'escull el primer dilluns de maig per estudiar el preu que tenia en aquell any la llum. En les següents imatges es podran diferenciar el preu PVPC per a tres tarifes diferents. La primera i la que servirà per a fer la comparativa amb els diferents anys, és la tarifa per defecte, de color vermell. Aquesta, com ja s'ha explicat amb anterioritat, té un preu per a cada hora del dia diferent. En color blau està la tarifa anomenada eficiència dos períodes, aquesta tarifa té un preu molt reduït a la nit però un preu més elevat durant el dia. Finalment en verd es troba la tarifa pels usuaris que tinguin vehicle elèctric, i també redueix el preu a la nit que és, quan en principi es carrega el vehicle i més alt durant el dia.

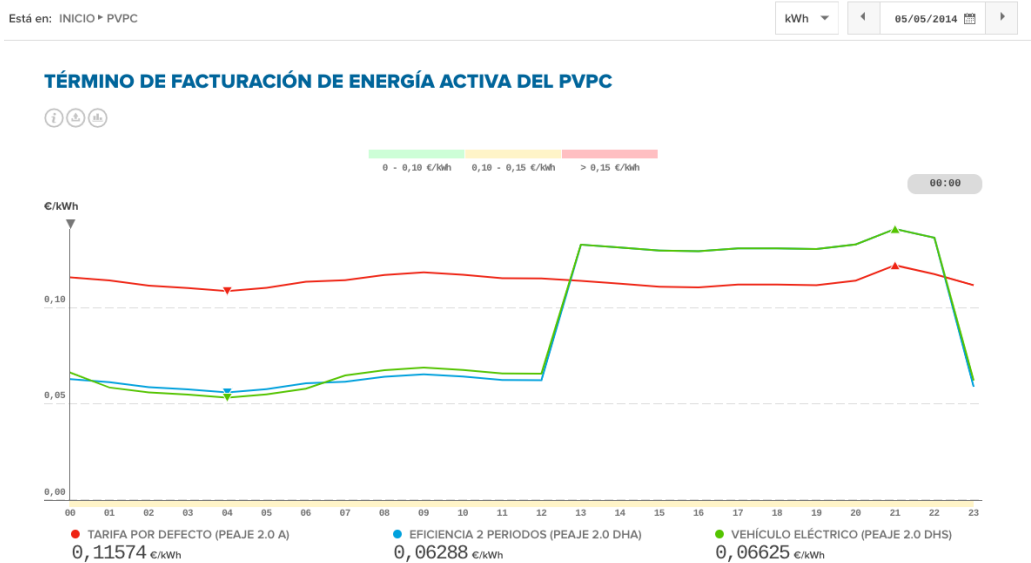


Fig.8.4.Preu electricitat primer dilluns de maig 2014. Font: REE¹¹

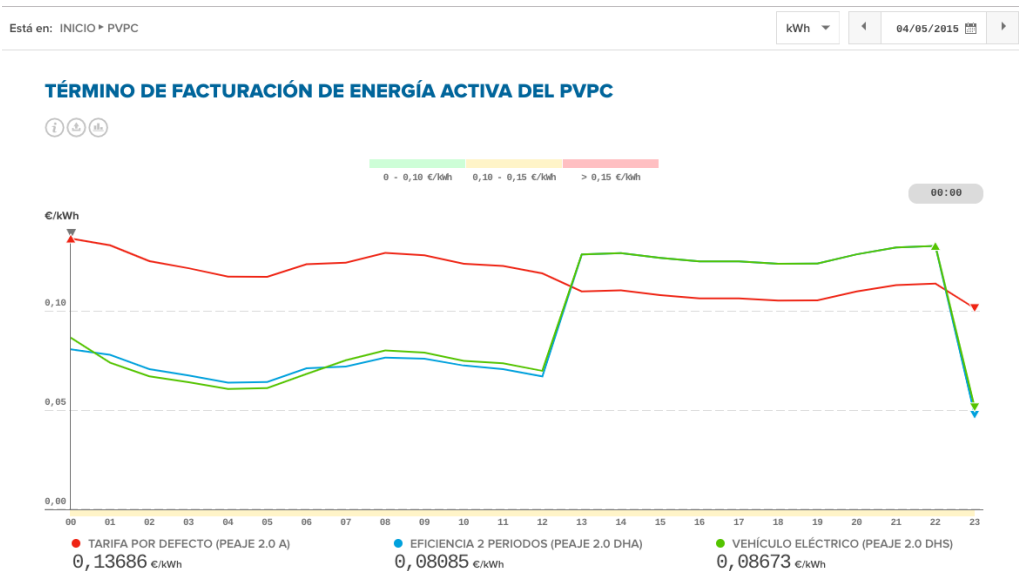


Fig.8.5.Preu electricitat primer dilluns de maig 2015. Font: REE

¹¹ Bibliografia [2]

TÉRMINO DE FACTURACIÓN DE ENERGÍA ACTIVA DEL PVPC

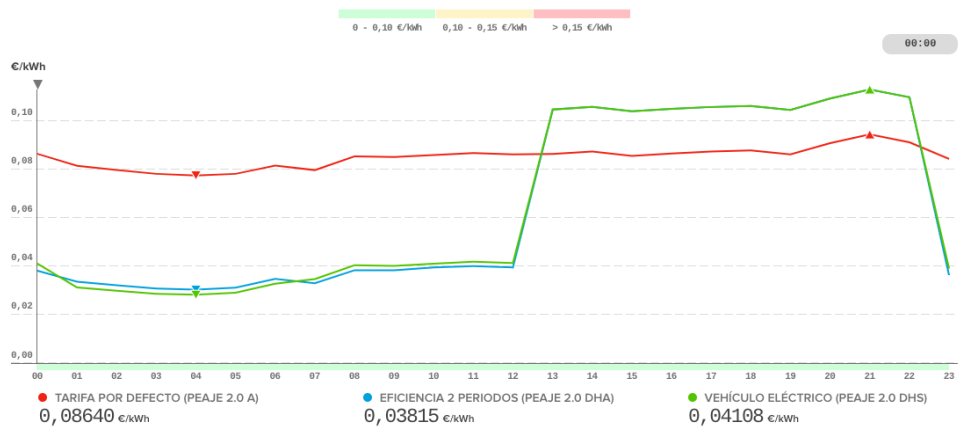


Fig.8.6.Preu electricitat primer dilluns de maig 2016. Font: REE.

TÉRMINO DE FACTURACIÓN DE ENERGÍA ACTIVA DEL PVPC

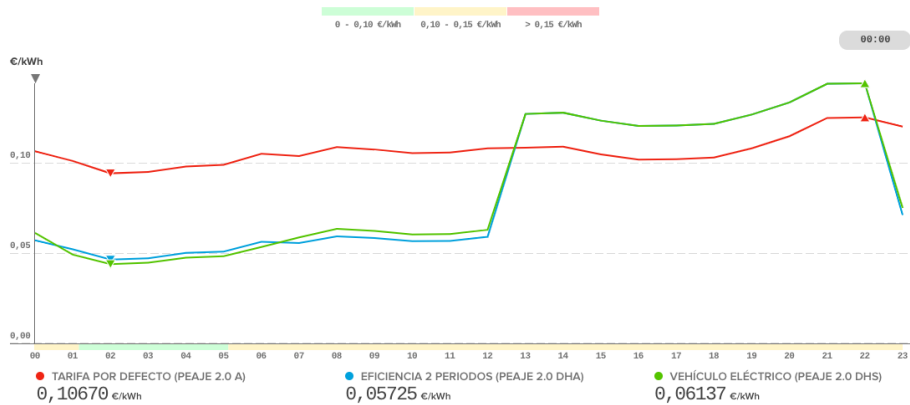


Fig.8.7.Preu electricitat primer dilluns de maig 2017. Font: REE.

Está en: INICIO • PVPC

kWh 07/05/2018

TÉRMINO DE FACTURACIÓN DE ENERGÍA ACTIVA DEL PVPC

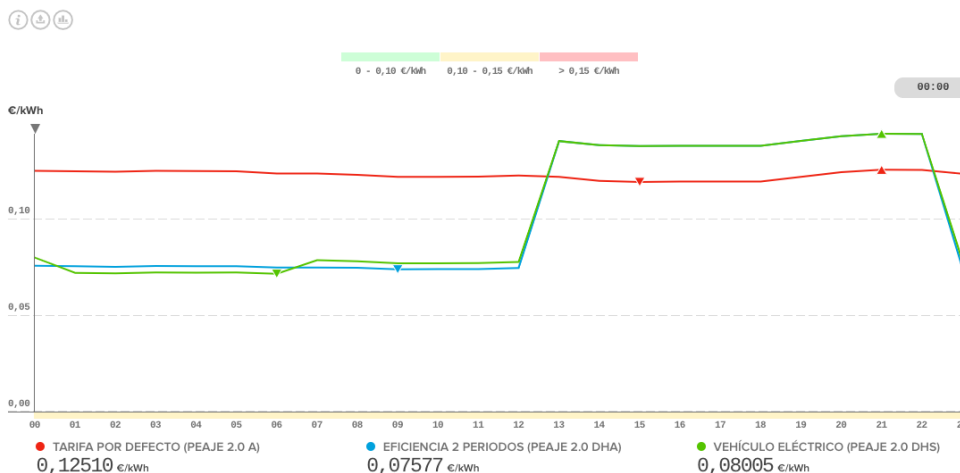


Fig.8.8. Preu electricitat primer dilluns de maig 2018. Font: REE.

En la part inferior de les figures anteriors s’ha pogut veure el preu mig de les diferents tarifes. Cada any el preu anava pujant una mica excepte en l’any 2016 que el preu va baixar considerablement fins a 0,0864€/kWh, algunes fonts lliguen la baixada de preu amb la inestabilitat política que va haver-hi al 2016, on Espanya va estar 10 mesos amb un govern en funcions. Els anys posteriors al 2016 el preu va pujar un altre cop considerablement fins al preu actual que és de 0,11873€/kWh a data de 14 de març del 2014.

A continuació es mostrarà un gràfic amb l’evolució del preu de l’electricitat al llarg de l’última dècada.

Evolució preu electricitat

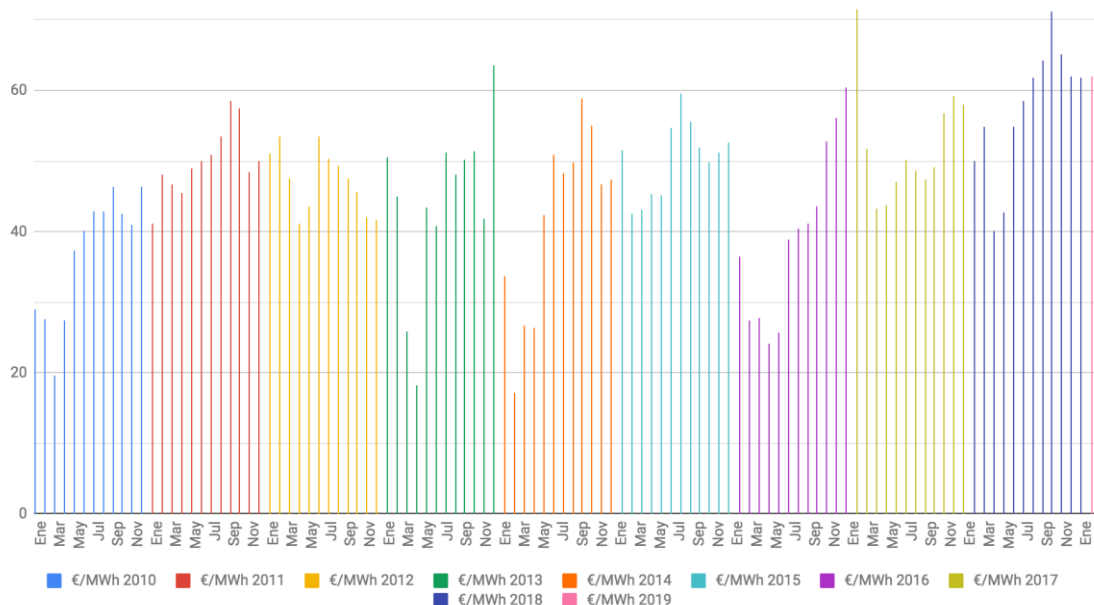


Fig.8.9.Evolució preu electricitat durant els anys 2010 i 2019. Font: OMIE¹²

Tal i com es veu en la figura 8.9, tot i que el preu va variant cada mes, en conjunt, el preu de l'electricitat tendeix a pujar. Del gener del 2010 al mateix mes de 2019, es pot veure com s'ha duplicat el preu de l'electricitat.

En el gràfic anterior també destaca com el preu augmenta durant l'any, en la majoria dels anys representats, els primers mesos de l'any són menys cars que els mesos de final del mateix any i que l'any anterior.

8.4. Previsió preu electricitat

El preu de l'electricitat tendeix a pujar, tal i com mostren els gràfics anteriors, a més, cal afegir que poc a poc s'estan deixant de banda els combustibles fòssils, tant pel transport com per la calefacció. Aquest fet pot encarir el preu degut a l'alça de la demanda d'energia elèctrica comentada al llarg del treball, ja sigui degut als vehicles elèctrics, la calefacció dels immobles o l'ús de més aparells electrònics.

De la mà del creixement en el consum d'electricitat, es troba el creixement en el seu preu. A nivell europeu el preu de l'electricitat ha pujat moderadament. Segons l'oficina europea d'estadística,

¹² Bibliografia [4].

Eurostat, el preu per kWh va anar pujant des del 2008 fins el 2014 i després es va estabilitzar en un preu al voltant dels 0,22€ el kWh i sembla que a partir del primer semestre dels 2018 torna a pujar.

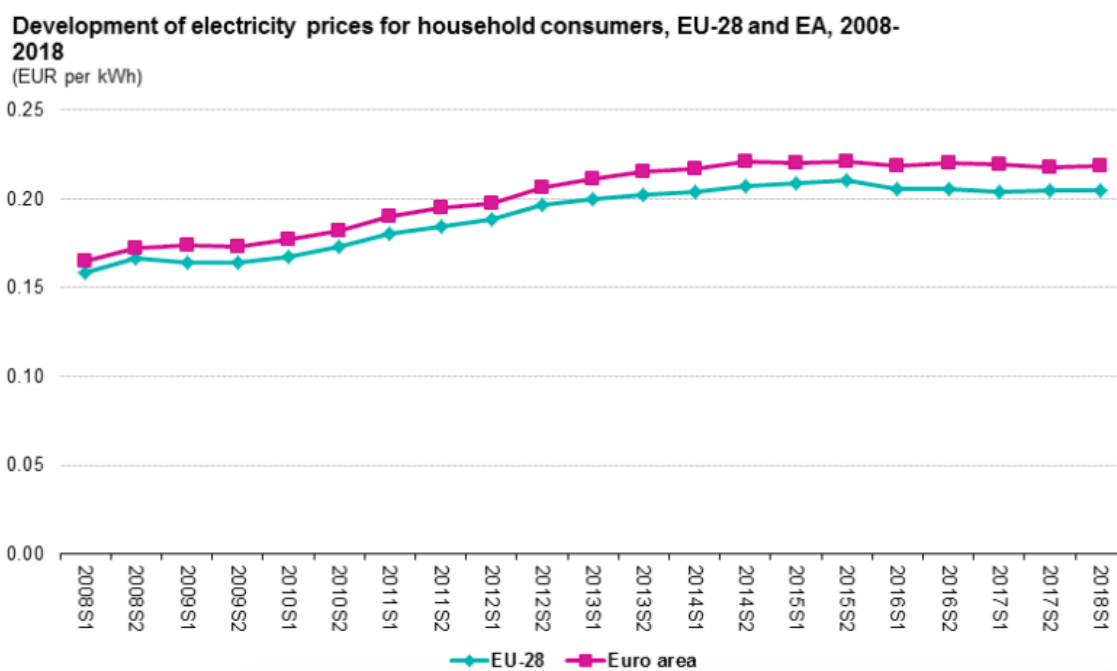


Fig.8.11.Corba de tendència del preu de l’electricitat a Europa. Font Eurostat [15].

Paral·lelament al preu de l’electricitat es troba el preu del petroli. A continuació es mostra un gràfic de l’organització de països exportadors de petroli (OPEP), on es pot apreciar una tendència similar a la de l’electricitat. Com en el cas de l’electricitat, a partir del 2008 fins el 2015 el preu augmenta, després es manté més estable durant uns anys i sembla que tornar a augmentar de manera continuada a partir de mitjans de 2017.

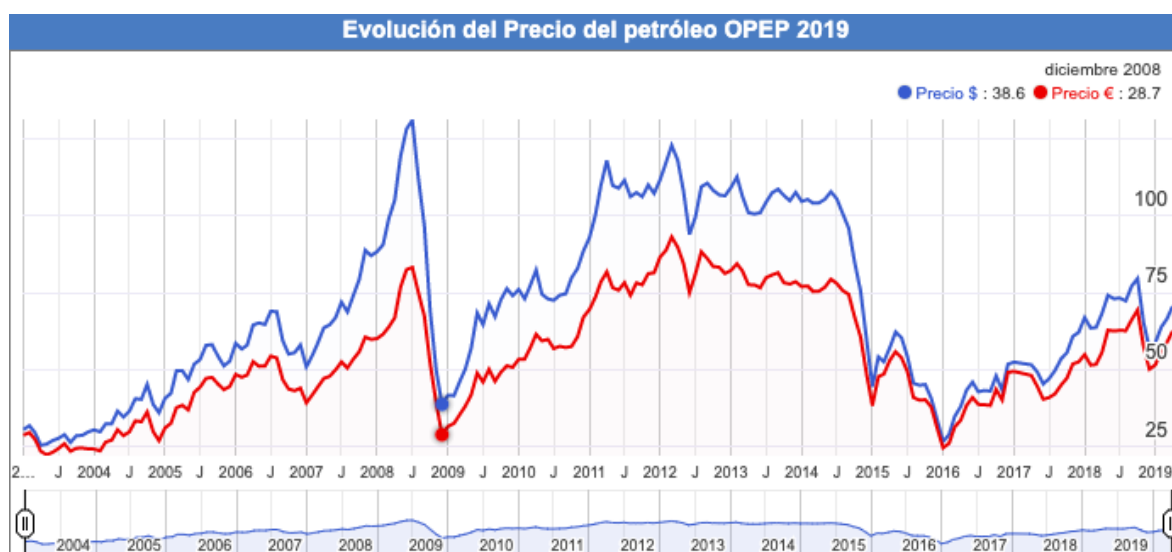


Fig.8.12.Corba de tendència del preu del petroli. Font OPEP [17].

Per acabar aquest apartat, es pot extreure una conclusió, en major o menor mesura sembla que el preu de l'electricitat està relacionat amb el preu del petroli, amb una mica de retard en el temps. Per tant, conèixer el preu del barril de petroli pot ser un indicatiu del preu que tindrà l'electricitat.

9. Reial Decret 244/2019

En aquest apartat es parlarà sobre els temes més importants que es desenvolupen en el nou Reial Decret sobre l'autoconsum, fet pel ministeri per la transició ecològica. El desenvolupament d'aquest punt farà especial menció als punts que poden afectar en primera instància a la instal·lació dels panells solars al terrat de l'edifici deixarà més de banda els aspectes purament administratius.

Al llarg del temps, diferents lleis i Reials Decrets han regulat les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum, entre elles la llei 24/2013 del sector elèctric, el Reial Decret¹³ 900/2015 o bé el Reial Decret-Llei¹⁴ 15/2018 com les més importants. Actualment, i amb el canvi de govern, s'han modificat parcialment aquestes lleis i Decrets, creant el Reial Decret 244/2019 per la regulació de les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctric, derogant entre d'altres el famós "impost al sol" eliminant el peatge per la producció i consum d'energia elèctrica.

9.1. Objectiu del Reial Decret

Un dels objectius d'aquest reial decret és impulsar que l'autoconsum es faci amb generació distribuïda renovable i estigui exempt de pagar tot tipus de càrrecs i peatges. Per fer això s'ha hagut de reformar entre d'altres l'article 9 de l'anteriorment mencionada llei 24/2013, modificant els següents aspectes:

- S'entendrà com a definició d'autoconsum, el consum per part d'un o varis consumidors d'energia elèctrica provinents d'instal·lacions de generació pròximes a les de consum i associades a les mateixes.

¹³ Bibliografia [33].

¹⁴ Bibliografia [34].

- Es modifica la definició de les modalitats d'autoconsum, i es redueixen a dues, *autoconsum sense excedents* sense possibilitat de abocar energia a la xarxa i *autoconsum amb excedents* amb la possibilitat de abocar energia a les xarxes de distribució i transport.
- S'eximeix a les instal·lacions d'autoconsum sense excedents, per a les que el consumidor associat ja disposi de permisos d'accés i connexió per a consum, de la necessitat d'obtenir els permisos d'accés i connexió a les instal·lacions de generació.
- S'habilita a que reglamentàriament es puguin desenvolupar mecanisme de compensació entre el dèficit i el superàvit dels consumidors acollits a l'autoconsum amb excedents per instal·lacions de fins a 100kW.
- Pel que fa al registre, s'opta per disposar d'un registre d'autoconsum molt simplificat, aquest registre de caràcter estatal, tindrà una finalitat estadística per poder avaluar si s'està arribant a la implantació desitjada, per analitzar els impactes en el sistema i per computar els efectes de la generació renovable en els plans integrats d'energia i clima.

Segons el reial decret; el desenvolupament de l'autoconsum que promou la norma, tindrà un efecte positiu sobre l'economia general, el sistema elèctric i energètic i sobre els consumidors. Quan als beneficis sobre el sistema energètic, l'autoconsum és una eina per l'electrificació de l'economia necessària per la transició cap al compliment de l'objectiu proposat en el pla nacional integrat d'energia i clima 2021-2030.

Des del punt de vista del consumidor, aquest Decret pretén que l'autoconsumidor vegi una disminució del preu de l'energia respecte al cas de no tenir autoconsum.

9.2. Glossari

Aquest reial decret utilitza una nomenclatura que es pot malinterpretar o confondre fàcilment, és per aquesta raó que es defineixen alguns termes en la normativa, a continuació s'exposen parcialment les definicions, ja que hi ha informació que no és necessària conèixer per entendre la definició, tot i això en el Decret es troben en la seva totalitat.

- **Consumidor associat:** consumidor en un punt del subministre que té associades instal·lacions pròximes de xarxa interior o pròximes a través de la xarxa.
- **Instal·lacions de generació:** instal·lació encarregada de la producció d'energia elèctrica mitjançant un font d'energia primària.
- **Instal·lació de producció:** instal·lació de generació inscrita al registre administratiu de instal·lacions d'energia elèctrica del ministeri per la transició ecològica. En l'article 3 del RD, si especifiquen d'altres requisits sobre potència o modalitats de l'autoconsum.

- **Instal·lació connectada a xarxa:** és la instal·lació de generació connectada a l'interior d'una xarxa d'un consumidor, que comparteix infraestructures de connexió a la xarxa amb un consumidor o que estigui unida a través d'una línia directa i que tingui o pugui tenir connexió amb la xarxa de transport i distribució. També s'inclouen les instal·lacions de generació connectades a la xarxa que estigui directament connectada a les xarxes de transport o distribució.
- **Línia directa:** línia que tingui com objectiu l'enllaç directe d'una instal·lació de generació amb un consumidor i que compleixi els requisits establerts en la normativa vigent.
- **Instal·lació de producció pròxima a les de consum i associada a les mateixes:** instal·lació de producció o generació destinada a generar energia elèctrica per subministrar a un o més consumidors acollits a qualsevol de les modalitats d'autoconsum¹⁵.
- **Autoconsum:** S'entén com autoconsum, el consum per parts d'un o varis consumidors d'energia elèctrica provinent d'instal·lacions de producció pròximes a les de consum i associades a les mateixes.
- **Autoconsum col·lectiu:** es diu que un subjecte consumidor participa en un autoconsum col·lectiu quan pertany a un grup de varis consumidors que s'alimenten, de manera acordada, d'energia elèctrica que prové d'instal·lacions de producció pròximes a les de consum i associades a les mateixes¹⁶.
- **Energia horària autoconsumida en els casos d'autoconsum a través d'instal·lacions pròximes de xarxa interior:** és el consum net horari d'energia elèctrica d'un consumidor provinent d'instal·lacions de producció pròximes a les de consum i associades al mateix. Aquesta energia es correspondrà amb l'energia horària neta generada, excepte en els casos en què l'energia horària neta generada sigui superior a l'energia horària consumida, que es calcularà com la diferència entre l'energia horària neta generada i l'energia horària excedentària. En tot cas es considerarà zero quan el valor d'aquesta diferència sigui negatiu.
- **Energia horària excedentària de generació:** És l'energia neta horària excedentària abocada de cadascuna de les instal·lacions de generació que participin en autoconsum col·lectiu o instal·lació propera a través de la xarxa. Aquesta energia es calcula segons el que estableix l'annex I de la normativa. En tot cas es considerarà zero quan el valor sigui negatiu.
- **Potència a facturar al consumidor:** Serà la potència contractada, o, si s'escau demandada, pel subjecte consumidor, que correspondria facturar a l'efecte d'aplicació dels peatges d'accés en un període tarifari en el punt frontera amb les xarxes de transport o distribució,

¹⁵ Sempre i quan compleixi alguna de les condicions de l'article 3, apartat g) del RD 244/2019 .

¹⁶ Pot pertànyer a qualsevol de les 4 modalitats d'autoconsum definides.

d'acord amb el que preveu el Reial Decret 1164/2001, de 26 d'octubre, pel qual s'estableixen tarifes d'accés a les xarxes de transport i distribució d'energia elèctrica.

Un altre punt important a destacar són les diferents definicions¹⁷ per les modalitats d'autoconsum.

- **Modalitat de subministrament amb autoconsum sense excedents.**¹⁸ En aquestes modalitats s'haurà d'instal·lar un mecanisme que impedeixi la injecció d'energia excedentària a la xarxa de transport o de distribució. En aquest cas hi ha d'haver un únic tipus de subjecte que serà el subjecte consumidor.
- **Modalitat de subministrament amb autoconsum amb excedents.**¹⁹ En aquestes modalitats les instal·lacions de producció pròximes i associades a les de consum podran, a més de subministrar energia per a autoconsum, injectar energia excedentària en les xarxes de transport i distribució. En aquests casos existiran dos tipus de subjectes dels que preveu l'article 6 de la Llei 24/2013, de 26 de desembre, que seran el subjecte consumidor i el productor.

Aquest tipus de modalitat pot ser de dos tipus diferents:

- **Modalitat amb excedents acollida a compensació:** Pertanyen a aquesta modalitat, aquells casos de subministrament amb autoconsum amb excedents en els quals voluntàriament el consumidor i el productor optin per acollir-se a un mecanisme de compensació d'excedents. Per obtenir compensació s'han de complir les següents condicions:
 - La font d'energia primària sigui d'origen renovable.
 - La potència total de les instal·lacions de producció associades no sigui superior a 100 kW.
 - Si resultés necessari realitzar un contracte de subministrament per a serveis auxiliars de producció, el consumidor hagi subscrit un únic contracte de subministrament per al consum associat i per als consums auxiliars de producció amb una empresa comercialitzadora, segons el que disposa l'article 9.2 del present reial decret .
 - El consumidor i productor associat hagin subscrit un contracte de compensació d'excedents d'autoconsum definit en l'article 14 del present reial decret.

¹⁷ Definicions completes en l'article 4 del RD 244/2019

¹⁸ Correspon a les modalitats definides en l'article 9.1.a) de la Llei 24/2013, de 26 de desembre.

¹⁹ Correspon a les modalitats definides en l'article 9.1.b) de la Llei 24/2013, de 26 de desembre.

-
- La instal·lació de producció no tingui atorgat un règim retributiu adicional o específic.
 - **b) Modalitat amb excedents no acollida a compensació.**

9.3. Punts d'interès pel cas 1

A continuació, i un cop conegudes les definicions més importants, es procedeix a plasmar les normes que s'han de tenir en consideració per al cas de panells sense inclinació i amb excedent d'energia.

1. Modalitat d'autoconsum

La modalitat d'autoconsum pel cas 1, es la que que compta amb excedent i que s'acolleix a compensació. Aquest cas d'estudi compleix amb les condicions que s'expliquen en l'apartat de definicions d'aquest document.

A més, aquest autoconsum serà de modalitat col·lectiva ja que hi haurà diversos consumidors (veïns) associats a la instal·lació de generació i hauran de pertànyer a la mateixa modalitat d'autoconsum. En l'apartat 6 de l'article 4 de l'ordenança s'explica com tot i que la comunitat de veïns estigui associada a l'autoconsum col·lectiu, l'energia horària consumida de la xarxa s'entén com energia horària consumida de la xarxa individualitzada, és a dir, cada veí haurà de pagar l'energia en excés individual que extregui de la xarxa.

2. Requisits generals per acollir-se a una modalitat d'autoconsum

Les instal·lacions de generació associades i els punts de subministre hauran de complir els requisits tècnics, d'operació i d'intercanvi d'informació continguts en la normativa del sector elèctric així com en la reglamentació de qualitat i seguretat industrial, nacional i europea que li sigui aplicable.

En qualsevol modalitat d'autoconsum, tant el consumidor com el propietari de la instal·lació podran ser persones físiques o no.

Per l'autoconsum amb excedents, si la instal·lació de producció associades al consum comparteixen infraestructura de connexió a la xarxa de transport o distribució o bé es connectin a la xarxa interior d'un consumidors, els consumidors i productors seran els responsables del compliment del RD i de les conseqüències derivades del seu incompliment.

Si s'incomplixen els requisits tècnics, ja sigui per l'existència d'instal·lacions perilloses o per manipulació dels mecanismes que aboquen energia a la xarxa, l'empresa distribuïdora o transportista pot deixar de subministrar energia o acceptar-ne, i en conseqüència deixar als propietaris de la instal·lació sense rebre retribucions econòmiques.

En aquest cas, es podran instal·lar elements d'emmagatzematge sempre i quan es disposi de les proteccions que dicta la normativa de seguretat i qualitat indústria. A més, els aparells d'autoconsum hauran d'instal·lar-se de manera que comparteixen equip de mesura que registri la generació neta, equip de mesura al punt de frontera o equip de mesura del consumidor associat.

3. Qualitat del servei

Les empreses distribuïdores o transportistes no es fan responsables de la qualitat del servei en relació amb possibles fallades en les instal·lacions de connexió que comparteixen consumidor i productor. Altres possibles incidències i la seva responsabilitat estan recollides en la Llei 24/2013 del 26 de desembre i en el Reial Decret 1699/2011 del 18 de novembre.

4. Accés i connexió a la xarxa en les modalitats d'autoconsum

Caldrà tenir els permisos d'accés i de connexió de la instal·lació de consum ja que es supera el màxim de potència instal·lada establert en 15 kW.

Pel que fa als contractes de subministrament, la normativa explica que els consumidors acollits a alguna modalitat d'autoconsum podran obtenir l'energia a través d'una empresa comercialitzadora o bé com a consumidors directes en el mercat de producció.

5. Equips de mesura de les instal·lacions acollides a les diferents modalitats d'autoconsum

Sempre que s'estigui acollit a una modalitat d'autoconsum s'haurà de disposar d'equips de mesura per a la correcta facturació de preus i tarifes i d'altres costos o peatges.

Els equips de mesura hauran de ser bidireccionals al punt de frontera, a més serà necessari comptar amb equips de mesura de la generació neta.

6. Règim econòmic de l'energia excedentària i consumida

Segons la normativa, l'energia adquirida pel consumidor associat serà l'energia horària consumida de la xarxa, per les modalitats d'autoconsum sense excedents i amb excedents acollits a compensació.

Per a qualsevol modalitat d'autoconsum, s'haurà de pagar els peatges d'accés a la xarxa de transport i distribució i càrrecs dels sistema elèctric.

7. Mecanisme de compensació simplificada

El mecanisme de compensació simplificada consisteix en un saldo en terminis econòmics de l'energia consumida durant un període de facturació i es poden donar dues casuístiques.

- Cas on es disposi d'un contracte de subministre amb una comercialitzadora lliure.

En aquest cas a l'energia consumida de la xarxa se li assignarà un preu horari acordat per les dues parts (consumidor i comercialitzadora).

A l'energia horària excedentària també se li assignarà un preu horari acordat entre les dues parts.

- Cas on es disposi d'un contracte de subministre al preu voluntari pel petit consumidor (PVPC) , amb una comercialitzadors de referència.

Pel que fa a l'energia horària consumida de la xarxa se li aplicarà el preu horari d'energia del PVPC.

L'energia horària excedentària serà valorada al preu mig horari (Pmh); que marca el mercat diari i intradiari restant els costos de desviaments (CDSVh) , definits al Reial Decret 216/2014 del 28 de març, concretament als articles 10 i 11.

S'ha de tenir en compte que el preu final de l'energia excedentària no podrà ser mai major al preu final de l'energia consumida en un període de facturació, el qual no podrà ser superior a un mes.

L'energia horària excedentària dels consumidors acollits al mecanisme de compensació simplificada no haurà de pagar els peatges de d'accés a les xarxes de transport i distribució.

Finalment els impostos s'apliquen un cop obtinguda la quantitat final de retribucions.

8. Liquidació i facturació en les modalitats d'autoconsum

Pel cas on els subjectes adherits a qualsevol modalitat d'autoconsum que adquireixin l'energia horària consumida de la xarxa directament del mercat de producció, liquidaran la seva energia segons s'indica la normativa de liquidacions del mercat de producció.

9. Peatges d'accés a les xarxes de transport i distribució d'aplicació als consums en les modalitats d'autoconsum.

Segons l'article 9.5 de la Llei 24/2013 del 26 de desembre, l'energia autoconsumida d'origen renovable estarà lliure de tot tipus de peatge

10. Càrrecs del sistema elèctric d'aplicació a les modalitats d'autoconsum.

Com en el punt anterior, la Llei 24/2013 del 26 de desembre en l'article 9.5, deixa lliures de tot tipus de càrrecs a l'energia autoconsumida d'origen renovable.

11. Registre administratiu d'autoconsum d'energia elèctrica.

Caldrà efectuar un registre administratiu d'autoconsum d'energia elèctrica, aquest es farà per via telemàtica, serà de caràcter declaratiu gratuït, la seva finalitat és el seguiment de l'activitat d'autoconsum d'energia elèctrica des de la seva vessant econòmica així com el seu impacte entre d'altres. Aquest registre serà gestionat per l'Administració General de l'Estat a través de la Direcció General de Política Energètica i Mines del Ministeri per la Transició Ecològica.

Aquest registre constarà de dues parts:

- En la primera part estaran inscrits els consumidors acollits a la modalitat de sumistre amb autoconsum sense excedents.
- En la segona part estaran inscrits els consumidors acollits a la modalitat de sumistre amb autoconsum amb excedents.

Aquest apartat té 3 subapartats en el qual es troba la subsecció a) per consumidors acollits a la modalitat de sumistre amb autoconsum amb excedents i acollits a compensació.

9.4. Punts d'interès pel cas 2

Seguidament, i com en el punt anterior, es procedeix a plasmar les normes que s'han de tenir en consideració per al cas de panells sense inclinació i amb excedent d'energia.

1. Règim/modalitat d'autoconsum

La modalitat d'autoconsum que s'adapta a aquest cas, és la modalitat de subministrament amb autoconsum sense excedents. En aquesta modalitat s'ha d'instal·lar un mecanisme que eviti els abocaments d'excedents d'energia a la xarxa de distribució o transport.

2. Requisits generals per acollir-se a una modalitat d'autoconsum

Les instal·lacions de generació associades i els punts de subministrament hauran de complir els requisits tècnics, d'operació i d'intercanvi d'informació continguts en la normativa del sector elèctric així com en la reglamentació de qualitat i seguretat industrial, nacional i europea que li sigui aplicable.

En qualsevol modalitat d'autoconsum, tant el consumidor com el propietari de la instal·lació podran ser persones físiques o no.

Si s'incompleixen el requisits tècnics, ja sigui per l'existència d'instal·lacions perilloses o per manipulació dels mecanismes que aboquen energia a la xarxa, l'empresa distribuïdora o transportista pot deixar de subministrar energia.

En aquest cas, la titularitat de la instal·lació de generació i del mecanisme que controla la injecció de energia a la xarxa es compartida per tots els consumidors associats. I són els responsables del seu correcte funcionament i compliment del reial decret.

En aquest cas, es podran instal·lar elements d'emmagatzematge sempre i quan es disposi de les proteccions que dicta la normativa de seguretat i qualitat industria. A més, els aparells d'autoconsum hauran d'instal·lar-se de manera que comparteixen equip de mesura que registri la generació neta, equip de mesura al punt de frontera o equip de mesura del consumidor associat.

3. Qualitat del servei

Es manté la mateixa normativa que per al cas anterior.²⁰

4. Accés i connexió a la xarxa en les modalitats d'autoconsum

Per el cas de generació d'energia sense excedents, no s'han d'obtenir els permisos d'accés ni de connexió.

5. Contractes de subministrament d'energia en les modalitats d'autoconsum

Pel que fa als contractes de subministrament, la normativa explica que els consumidors acollits a alguna modalitat d'autoconsum podran obtenir l'energia a través d'una empresa comercialitzadora o bé com a consumidors directes en el mercat de producció.

6. Equips de mesura de les instal·lacions acollides a les diferents modalitats d'autoconsum

²⁰ veure punt 3 de l'apartat 11.3.

Sempre que s'estigui acollit a una modalitat d'autoconsum s'haurà de disposar d'equips de mesura per a la correcta facturació de preus i tarifes i d'altres costos o peatges.

Els equips de mesura hauran de ser bidireccionals al punt de frontera. A més, serà necessari comptar amb equips de mesura de la generació neta.

7. Mecanisme de compensació simplificada

El reial decret diu que voluntàriament podran accedir a la compensació simplificada els consumidors que realitzin autoconsum col·lectiu sense excedents, però un dels requisits de l'autoconsum sense excedents és el mecanisme que eviti abocar energia a la xarxa.

Tot i que anualment la instal·lació no pugui fer front amb les necessitats de l'edifici pots ser que en certs moments del dia no hi hagi prou consum. En aquest cas és quan es pot estar adherit a la compensació simplificada. En aquest cas, la compensació simplificada funciona de manera diferent²¹, en comptes de donar l'excedent a la xarxa el que es faria seria donar l'excedent a un veí que ho necessités i, al final del mes, es farien les retribucions pertinents, tenint en compte els veïns que han utilitzat més energia provinent de la instal·lació de la que li pertocava.

8. Peatges d'accés a les xarxes de transport i distribució d'aplicació als consums en les modalitats d'autoconsum.

Segons l'article 9.5 de la Llei 24/2013 del 26 de desembre, l'energia autoconsumida d'origen renovable estarà lliure de tot tipus de peatge

9. Càrrecs del sistema elèctric d'aplicació a les modalitats d'autoconsum.

Com en el punt anterior, la Llei 24/2013 del 26 de desembre en l'article 9.5, deixa lliures de tot tipus de càrrecs a l'energia autoconsumida d'origen renovable.

10. Registre administratiu d'autoconsum d'energia elèctrica.

Caldrà efectuar un registre administratiu d'autoconsum d'energia elèctrica, aquest es farà per via telemàtica, serà de caràcter declaratiu gratuït, la seva finalitat és el seguiment de l'activitat d'autoconsum d'energia elèctrica des de la seva vessant econòmica així com el seu impacte entre d'altres. Aquest registre serà gestionat per l'Administració General de l'Estat a través de la Direcció General de Política Energètica i Mines del Ministeri per la Transició Ecològica.

Aquest registre constarà de dues parts:

²¹ A la guia de tramitació de l'autoconsum s'explica com funciona [25].

- En la primera part estaran inscrits els consumidors acollits a la modalitat de suministre amb autoconsum sense excedents.
- En la segona part estaran inscrits els consumidors acollits a la modalitat de suministre amb autoconsum amb excedents.

Aquest apartat té 3 subapartats en el qual es troba la subsecció a) per consumidors acollits a la modalitat de suministre amb autoconsum amb excedents i acollits a compensació.

10. Estudis de costos i estalvis

Un cop coneguda l'actual legislació i les directives que afecten a cada un dels casos d'estudi, es calcularà quina serà la inversió de cada projecte, així com les possibles retribucions que podrien tenir i el temps que es trigaria en recuperar la inversió.

El que es plantejarà en els següents apartats, és un càlcul econòmic per un dia tipus de cada mes. Coneixent la corba de consum habitual de les vivendes, la generació diària d'energia i el preu de l'energia, es calcularà el cost que podria tenir.

10.1. Estudi consum energètic diari

A partir de les dades de consum esmentades en el punt 5.2, es trobaran les corbes de consum per un dia tipus de cada estació de l'any. En primer lloc, s'ha escollit un dia arbitràriament per cada estació de l'any i sabent l'energia mitja que es necessita per aquell dia s'ha calculat l'energia que falta per un dia.

Consum mig gener	325 kWh al mes	10,48	kWh al dia
Consum mig abril	225 kWh al mes	7,5	kWh al dia
Consum mig juliol	300 kWh al mes	9,67	kWh al dia
Consum mig novembre	225 kWh al mes	7,5	kWh al dia

Fig.10.1.Consum energètic d'una vivenda²². Font:Carolina Porta.

²² Els valors de l'energia mensual s'han explicat al punt 5.2 figura 5.2.

Coneixent l'energia que utilitza de mitja una vivenda per cada estació de l'any, s'ha dissenyat una corba de consum, on l'energia total que es gasta en aquell dia és igual a la esmentada en la figura 10.1, i la forma de la corba s'adequa a la que s'ha de tenir, amb pics a les hores de dinar i a la nit, on la gent està a casa, i amb talls en les hores on les vivendes estan buides o bé és de nit i no hi ha quasi cap aparell funcionant.

Per a trobar aquesta corba de consum, s'ha fet una proposta d'ús per un habitatge. S'ha creat una taula amb els diferents aparells elèctrics que intervenen en una llar i s'ha fet un estudi sobre l'ús que se li dona cada 10 minuts. D'aquesta manera, i coneixent la potència de cadascun d'ells, s'ha trobat una corba, prou acurada que mostra el consum d'una vivenda cada deu minuts. S'ha calculat el nombre d'hores que funciona cada aparells per la seva potència i d'aquesta manera s'ha trobat l'energia total que ha necessitat la vivenda. Aquest valor ha hagut de ser el mateix que el trobat en la figura 10.1.

A continuació, es mostra la taula de consum per un dia d'hivern i els gràfics que se n'extreuen d'aquest.

Hivern					
Potència (W)	Potència/temps	0:00	0:10	0:20	0:30
120	Llums				
1457,1	Rentaplats				
1200	Forn				
100	Nevera	100	100	100	100
1000	Vitroceràmica				
800	Cafetera				
600	Microondes				
100	Televisió				
100	Ordenadors				
971,4	Rentadora				
985,7	Secadora				
1000	Planxa				
60	Extractor				
1300	Secador				
20	Router	20	20	20	20
	Potència pic	120	120	120	120

23:30	23:40	23:50	Wh	min	h	
120			1279,2	640	10,66	Llums
			1690,236	70	1,16	Rentaplats
			214,2	60	1	Forn
100	100	100	2400	1440	24	Nevera
			500	30	0,5	Vitrocèramica
			264	20	0,33	Cafetera
			198	20	0,33	Microondes
			266	160	2,66	Televisió
			400	240	4	Ordenadors
			1126,824	70	1,16	Rentadora
			818,131	50	0,83	Secadora
			500	30	0,5	Planxa
			49,8	50	0,83	Extractor
			208	10	0,16	Secador
20	20	20	480	1440	24	Router
240	120	120	Total dia:			
			10394,391	Wh		
			10,394391	kWh		

Fig.10.2.Extracte taula del consum energètic d'una vivenda a l'hivern. Font:Carolina Porta .

Consum d'un habitatge per un dia tipus d'hivern

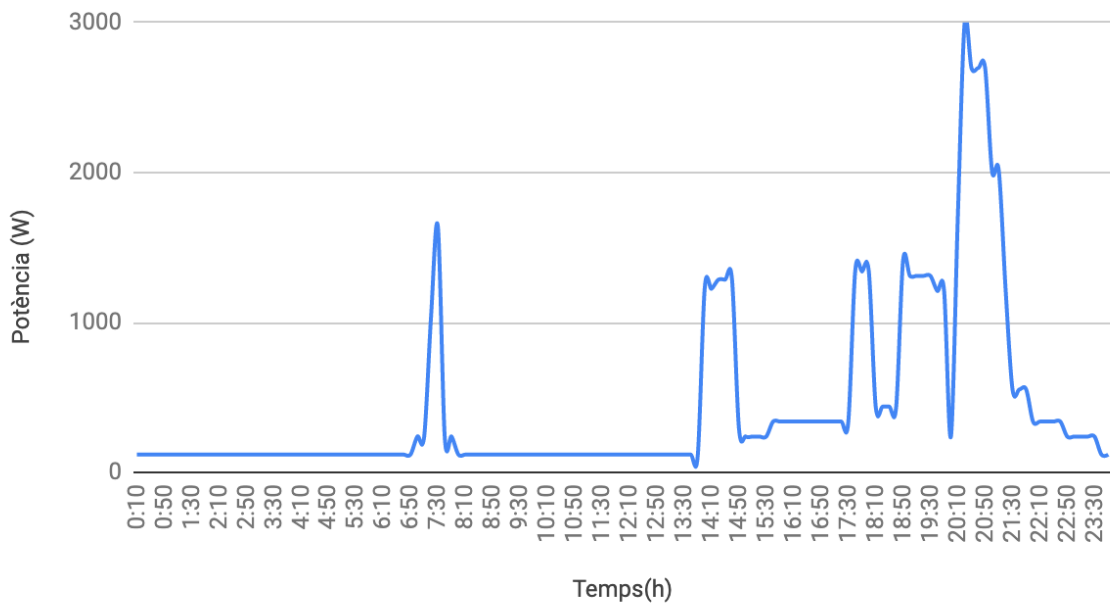


Fig.10.3.Gràfic consum energètic d'una vivenda per un dia tipus d'hivern. Font:Carolina Porta .

Com el consum explicat no és una mostra de tota la població, s'ha avançat i enrederit mitja hora el consum de la vivenda per tenir el comportament de 3 veïns diferents. Seguidament, s'ha calculat novament el consum mig que tenen per hora cada veí, en comptes de cada 10 minuts. El que s'ha hagut de fer, ha estat multiplicar per un sisè la potència que hi havia cada deu minuts fins a arribar a tenir la potència que es té en una hora.

Un cop es troben els valors que expressen la corba de consum per hores de cada veí, es fa la mitja dels tres veïns. D'aquesta manera es troba el comportament mig dels veïns i l'energia consumida per dia, es manté la mateixa en tot moment.

Consum habitatges hivern amb dades cada 10 mins

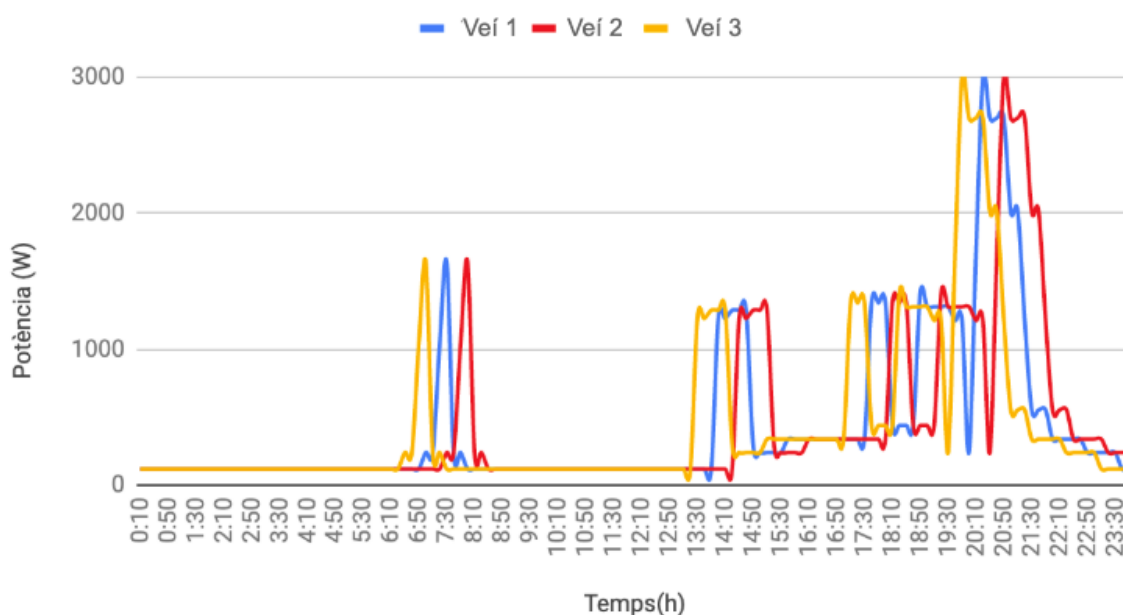


Fig.10.4. Gràfic consum energètic de 3 veïns a per un dia típic d'hivern. Font: Carolina Porta .

Consum habitatges hivern amb dades per cada hora

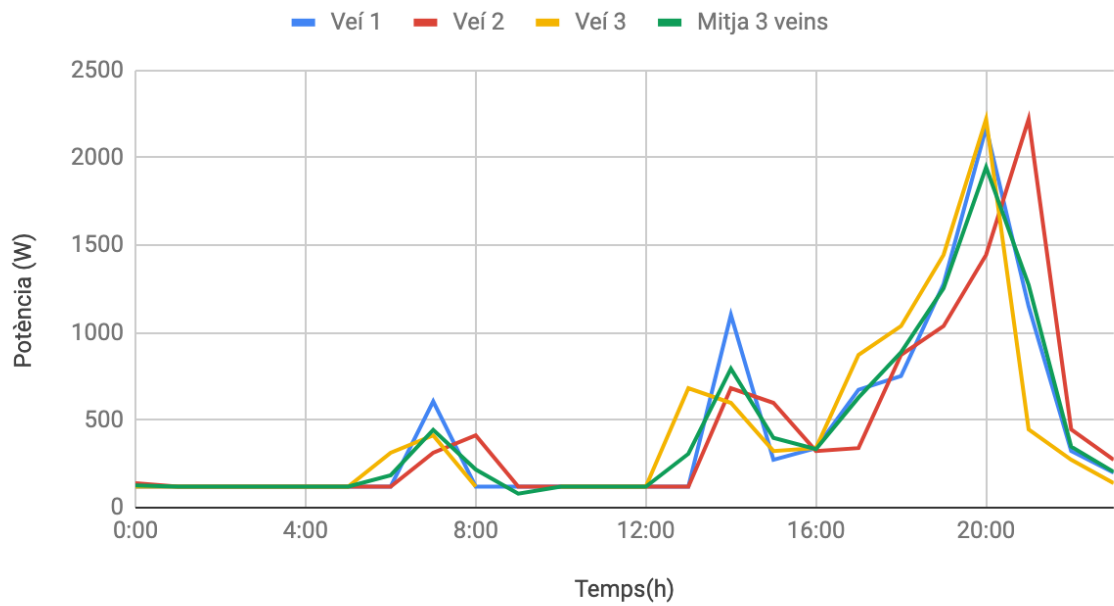


Fig.10.5. Gràfic consum energètic per un dia tipus d'hivern, amb mitges horàries. Font: Carolina Porta.

A continuació es mostren els gràfics finals per les estacions restants.

Consum habitatges estiu amb dades per cada hora

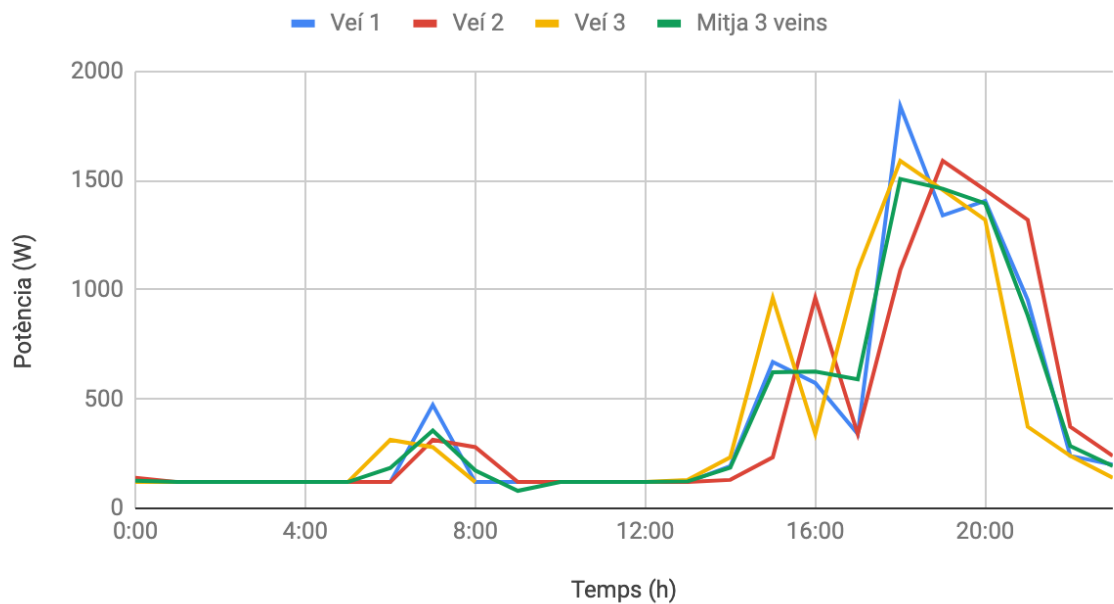


Fig.10.6. Gràfic consum energètic per un dia tipus d'estiu, amb mitges horàries. Font: Carolina Porta.

Consum habitatges primavera/tardor amb dades per cada hora

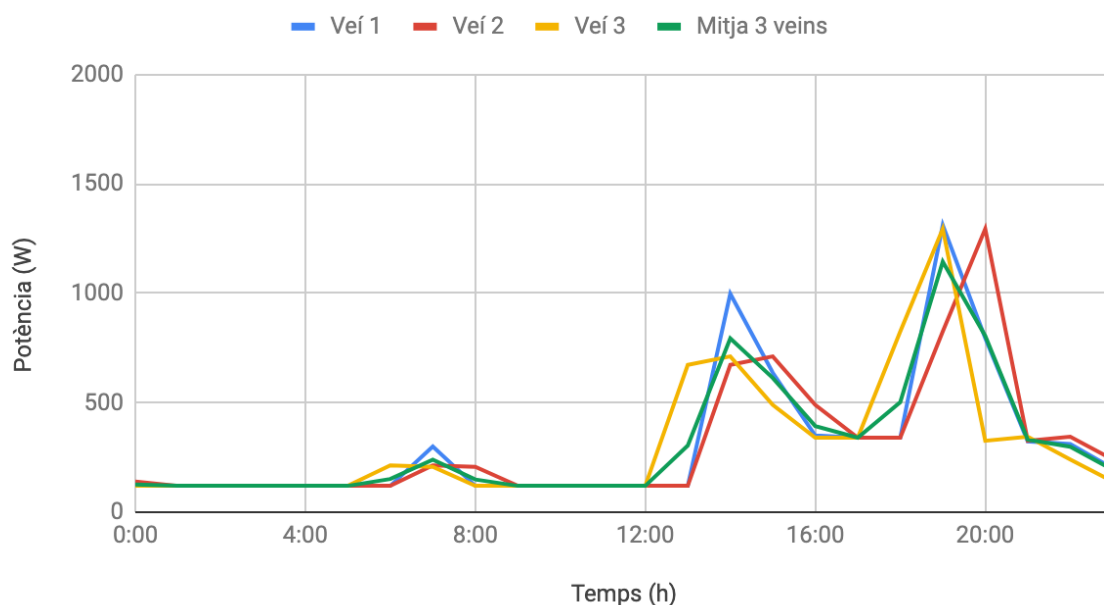


Fig.10.7. Gràfic consum energètic d'un dia tipus de primavera i tardor. Font: Carolina Porta.

Cal mencionar que els consums mostrats són per un veí tipus i l'edifici compta amb 18 veïns, per tant s'haurà de multiplicar per 18 el consum de cada hora, d'aquesta manera es tindrà el consum total que requereix l'edifici.

10.2. Estudi econòmic pel cas 1

A través del programa pvgist, s'ha pogut extreure les dades de la irradiació que rep la instal·lació per cada dia tipus de cada estació. Com el programa dona les dades diàries en W/m^2 , ha calgut multiplicar aquesta dada per la superfície total de captació, també s'ha multiplicat aquest valor per l'eficiència dels panells, ja que no són capaços d'aprofitar el 100% de la radiació.

Seguidament, es mostren els gràfics que mostren el consum, producció i aprofitament de la xarxa per cada dia tipus.

Corbes de consum, producció, xarxa i excedents per un dia d'hivern

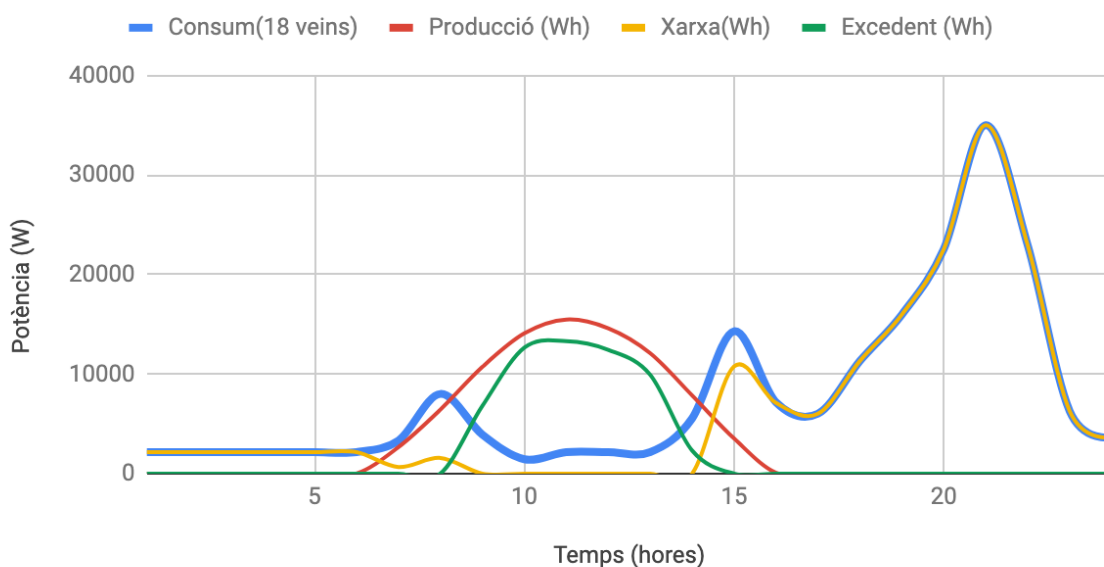


Fig.10.8. Gràfic representatiu d'un dia d'hivern. Font: Carolina Porta .

Corbes de consum, producció, xarxa i excedents per un dia d'estiu

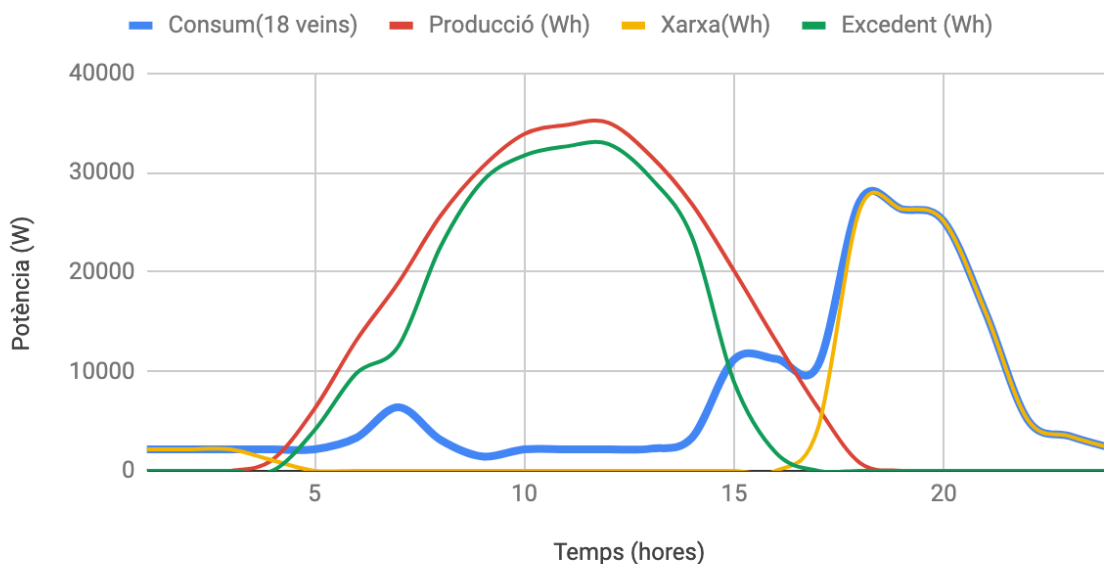


Fig.10.9. Gràfic representatiu d'un dia d'estiu. Font: Carolina Porta .

Corbes de consum, producció, xarxa i excedents per un dia de primavera

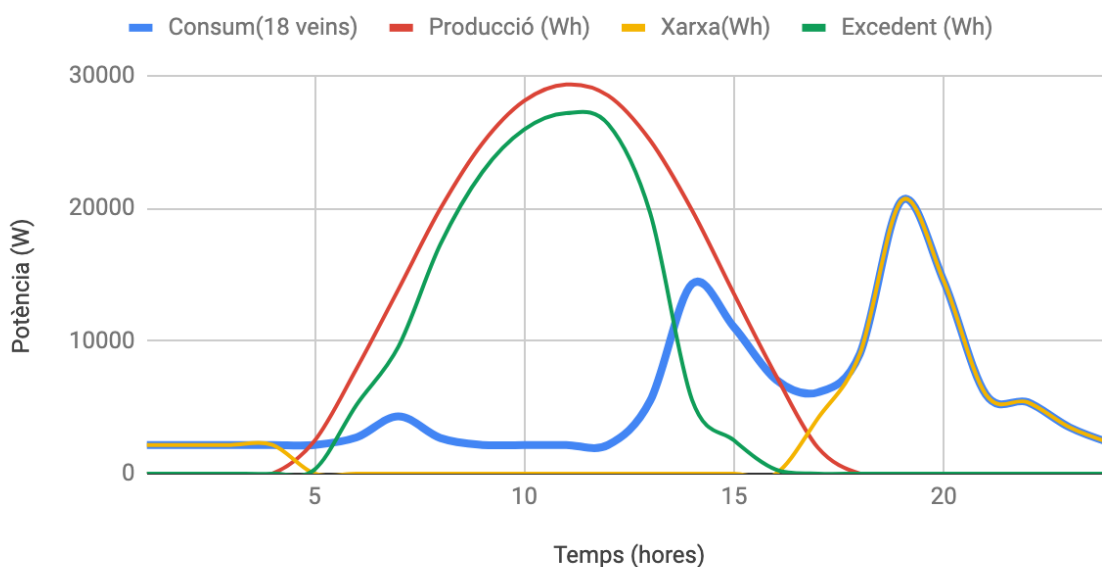


Fig.10.10. Gràfic representatiu d'un dia de primavera. Font: Carolina Porta .

Corbes de consum, producció, xarxa i excedents per un dia de tardor

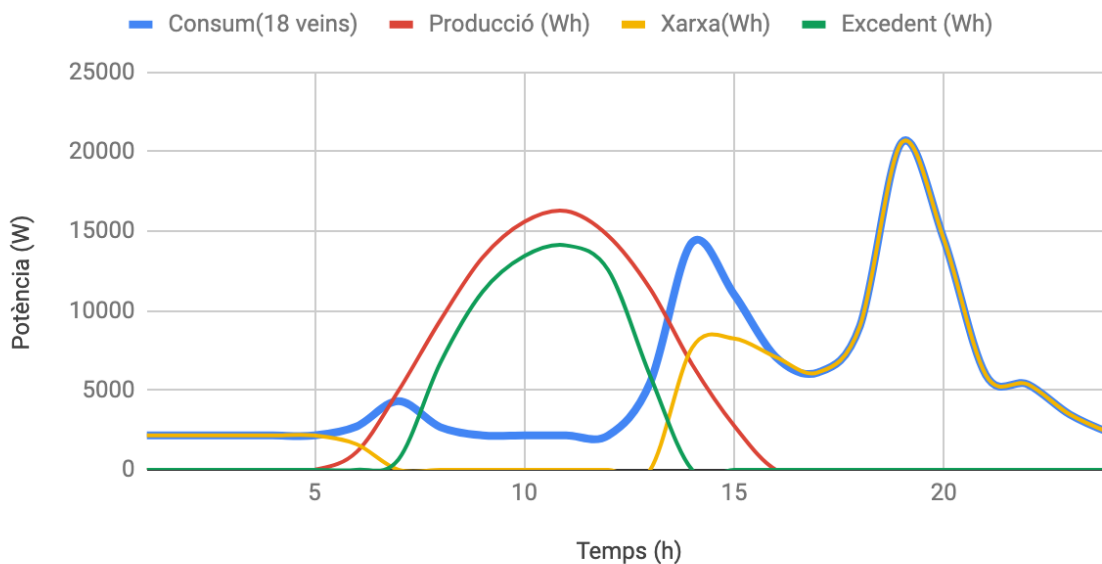


Fig.10.11. Gràfic representatiu d'un dia de tardor. Font: Carolina Porta .

Un cop conegut el consum horari per cada estació i la producció diària, es pot procedir a fer el càlcul de la compensació simplificada. En primer lloc, cal conèixer les hores on hi haurà excedent i les hores on farà falta agafar energia de la xarxa. Restant a la producció el consum dels 18 veïns, es

troba el valor de l'energia que sobra (excedent), si el resultat d'aquesta operació és negatiu, vol dir que amb l'energia generada no es pot abastir el consum i per tant s'haurà d'agafar de la xarxa aquesta diferència.

El Reial Decret 244/2019, diu que l'energia comprada de la xarxa tindrà el preu PVPC²³, i l'energia excedent que s'injecti a xarxa tindrà el preu Pmh²⁴. Accedint a les pàgines webs oficials de l'estat es poden trobar els preus dels termes mencionats. Com s'ha dit anteriorment, s'han escollit un dia tipus de cada estació, d'aquesta manera es tindran els valors reals de l'energia en un dia.

Els dies escollits han estat; l'11 de gener, l'11 d'abril, el 17 de novembre i el 30 de juliol. A continuació es mostra la taula de resultats per dia d'hivern.

Hivern(11 gener)						
Hora	Consum (Wh)	Consum(18 veïns)	Producció (W/m2)	Producció (Wh)	Xarxa(Wh)	Excedent (Wh)
1	120	2160	0,00	0,00	2160	0
2	120	2160	0,00	0,00	2160	0
3	120	2160	0,00	0,00	2160	0
4	120	2160	0,00	0,00	2160	0
5	120	2160	0,00	0,00	2160	0
6	184,4444444	2160	0,00	0,00	2160	0
7	444,4444444	3320	67,00	2.658,20	661,8018	0
8	217,7777778	8000	162,00	6.427,29	1572,7148	0
9	80	3920	270,00	10.712,14	0	6.792,14
10	120	1440	355,00	14.084,48	0	12.644,48
11	120	2160	390,00	15.473,09	0	13.313,09
12	120	2160	368,00	14.600,25	0	12.440,25
13	307,6166667	2160	305,00	12.100,75	0	9.940,75
14	794,2777778	5537,1	198,00	7.855,57	0	2.318,47
15	398,4111111	14297	89,00	3.531,04	10765,9606	0
16	334,4444444	7171,4	2,00	79,35	7092,0508	0
17	628,8888889	6020	0,00	0,00	6020	0
18	887,6111111	11320	0,00	0,00	11320	0
19	1253,4666667	15977	0,00	0,00	15977	0
20	1945,6666667	22562,4	0,00	0,00	22562,4	0
21	1272,7833333	35022	0,00	0,00	35022	0
22	347,9222222	22910,1	0,00	0,00	22910,1	0
23	204,4444444	6262,6	0,00	0,00	6262,6	0
24	126,6666667	3680	0,00	0,00	3680	0
SUMATORI(Wh):		186879,6		87.522,17	156806,628	57449,1956
					diferència (Exc-Xar):	-99357,4324

Fig.10.12.Extracte del full de càlcul compensació econòmica per un dia d'hivern. Font:Carolina Porta.

²³ Valors trobats al web oficial REE [2]

²⁴ Valors trobats al web oficial de l'operador del mercat Ibèric d'energia-Pol Espanyol (OMIE) [26].

Preu xarxa -pvpc(€/kWh)	Preu xarxa (€)	Preu producció -Pmh(€/MWh)	Preu producció (€)	Compensació simplificada
0,12411	0,2680776	60,66	0	-0,2680776
0,12057	0,2604312	55,55	0	-0,2604312
0,11843	0,2558088	52,85	0	-0,2558088
0,11727	0,2533032	51,01	0	-0,2533032
0,11876	0,2565216	50,04	0	-0,2565216
0,12587	0,2718792	51,69	0	-0,2718792
0,13609	0,09006460696	58,31	0	-0,09006460696
0,13408	0,2108696004	68,35	0	-0,2108696004
0,13398	0	69,13	0,4695407765	0,4695407765
0,13313	0	69,6	0,8800560168	0,8800560168
0,13172	0	69,15	0,9206004501	0,9206004501
0,13132	0	67,85	0,8440711525	0,8440711525
0,13096	0	67,75	0,6734860158	0,6734860158
0,132	0	67,24	0,1558939766	0,1558939766
0,13021	1,40183573	67,66	0	-1,40183573
0,13047	0,9252998679	65,89	0	-0,9252998679
0,13255	0,797951	66,13	0	-0,797951
0,13485	1,526502	68,16	0	-1,526502
0,1356	2,1664812	70,1	0	-2,1664812
0,13502	3,046375248	70,52	0	-3,046375248
0,1336	4,6789392	69,28	0	-4,6789392
0,13426	3,075910026	67,15	0	-3,075910026
0,13207	0,827101582	66,03	0	-0,827101582
0,1296	0,476928	63,88	0	-0,476928
			Total(€):	-16,84663127
			Total ingressos hivern(€):	-1533,043446

Fig.10.13.Extracte del full de càlcul compensació econòmica per un dia d'hivern. Font:Carolina Porta.

A continuació, es mostra una taula resum amb els resultats de totes les estacions.

Energia total produïda (kWh):	64641,42903
Compensació diària d'hivern (€):	-16,84663127
Compensació hivern(€):	-1533,043446
Excedent d'energia hivern(Wh):	-99357,4324
Compensació diària d'estiu(€):	0,5368199714
Compensació estiu(€):	49,38743737
Excedent d'energia estiu (Wh):	122654,619
Compensació diària de primavera(€):	0,5144062634
Compensació primavera(€):	47,32537623
Excedent d'energia primavera (Wh):	88391,779
Compensació diària de tardor(€):	-9,385801426
Compensació de tardor(€):	-854,1079297
Excedent d'energia tardor(Wh):	-38209,8696
Ingressos totals anuals(€):	-2290,438562
Ingressos anuals per veï (€):	-127,2465868

Fig.10.14.Resum anual compensació simplificada. Font:Carolina Porta.

Els ingressos són negatius, és a dir, que s'hauria de pagar 127,3€ l'any a la companyia elèctrica pel concepte de l'energia consumida.

10.2.1. Càlcul inversió i pressupost

Per a poder fer un estudi de la inversió cal conèixer el preu de la factura de la llum, a continuació es calcularà la factura a pagar per veí anualment.

Factura de la llum anual:		
Potència contractada (€):	3,45 kW·365 dies·0,13664€/kW	172,06
Energia consumida (€):	Compensació simplificada	127,25
Impost sobre l'electricitat(€):	5,11269632%·(potència contractada + energia consumida)	15,30
Lloguer equip mesura (€):	365 dies· 0,026949€/dia	9,84
IVA (€):	21%·(suma de tots els termes)	68,13
Total (€):	suma dels anteriors termes	324,45

Fig.10.15.Factura de la llum anual per un veí. Font:Carolina Porta.

Segons l'REE, els gast mig²⁵ per consumidor l'any és de 990€, per tant la factura es veuria molt reduïda, passant a pagar 324,45€ l'any.

Per a poder calcular el temps de retorn de la inversió, cal conèixer el preu de la instal·lació, a continuació es mostra el pressupost.

Pressupost cas 1 amb 1 inversor				
Concepte	Quantitat (hores)	Preu (€/hora)	IVA (%)	Resultats (€)
Disseny projecte d'enginyeria	600	30	21	21780,00
Instal·lació pèrgola	30	20	21	726,00
Instal·lació panells	56	20	21	1355,20
Subcontractació manteniment	96	20	21	2323,20
Altres (5%)				1309,22
Concepte	Quantitat (unitats)	Preu (€/unitat)	IVA (%)	Resultats (€)
Material pèrgola	1	30000	inclòs	30000,00
Panells	119	200	inclòs	23800,00
Inversor de 50 kW	1	6000	inclòs	6000,00
Contador bidireccional	1	400	inclòs	400,00
Gestió contracte	1	300	inclòs	300,00
Costos de mantenimet	1	600	inclòs	600,00
Altres (5%)			inclòs	3055,00
			Total:	91648,62

²⁵ article [27]

Pressupost cas 1 amb 4 inversors				
Concepte	Quantitat (hores)	Preu (€/hora)	IVA (%)	Resultats (€)
Disseny projecte d'enginyeria	600	30	21	21780,00
Instal·lació pèrgola	30	20	21	726,00
Instal·lació panells	56	20	21	1355,20
Subcontractació manteniment	96	20	21	2323,20
Otros(5%)				1309,22
Concepte	Quantitat (unitats)	Preu (€/unitat)	IVA (%)	Resultats (€)
Material pèrgola	1	30000	inclòs	30000,00
Panells	119	200	inclòs	23800,00
Inversor de 12,5 kW	3	1500	inclòs	4500,00
Inversor de 20 kW	1	2000	inclòs	2000,00
Contador bidireccional	1	400	inclòs	400,00
Gestió contracte	1	300	inclòs	300,00
Costos de mantenimet	1	600	inclòs	600,00
Altres (5%)				3080,00
Total:				92173,62

Fig.10.15.Pressupost casos 1. Font:Carolina Porta.

Com els pressupostos són similars, s'escollirà el més segur, que és el que compta amb més d'un inversors. D'aquesta manera en cas de fallada d'un d'aquests el sistema continua funcionant parcialment.

Per a poder calcular la recuperació de la inversió i el pressupost, és interessant conèixer la despesa mitja de les famílies en la factura de la llum d'un any. Segons l'IDAE, els consumidors d'energia elèctrica es gasten de mitja l'any 990€ en la factura de la llum. A aquest valor se li restarà la nova factura de la llum actual, amb la diferència es pagarà la inversió.

Seguidament es calcularà el temps necessari per recuperar la inversió.

PAYBACK cas 1 amb 4 inversors						
Període (any)	0	1	2	3	4	5
Inversió (€)	-92173,62	0,00	-2923,20	-2923,20	-2923,20	-2923,20
Ingressos (€)	0,00	11979,90	11979,90	11979,90	11979,90	11979,90
Retorno (€)	-92173,62	-80193,72	-71137,01	-62080,31	-53023,60	-43966,90

6	7	8	9	10	11	12
-2923,20	-2923,20	-2923,20	-2923,20	-2923,20	-2923,20	-2923,20
11979,90	11979,90	11979,90	11979,90	10663,28	2923,20	2923,20
-34910,19	-25853,49	-16796,78	-7740,08	0,00	0,00	0,00

Fig.10.16.Payback cas 1. Font:Carolina Porta.

Els ingressos s'han calculat de la següent manera:

$$\text{Ingressos: } 18\text{veïns} \cdot (990\text{€} - 324,45\text{€}) = 11979,9\text{€} \text{ (61)}$$

A l'any zero s'hauria de fer la inversió inicial, que correspon al pressupost, els següents anys s'haurien de fer front amb les despeses de manteniment. A partir de l'any 11, ja no caldria ingressar la totalitat dels ingressos, i s'hauria de pagar només el manteniment.

A continuació es calcularà el cost per veí al mes que el manteniment suposaria, a partir de l'onzè any.

$$\text{Cost manteniment: } \left(\frac{2923,9\text{€ any}}{18 \text{ veïns}} \right) = 162,44\text{€ de manteniment anual per veí. (62)}$$

Per tant, els primers anys els veïns i veïnes de l'edifici no notarien un canvi en la seva factura de la llum, però un cop recuperada la inversió passarien a pagar 486,85€ l'any, en concepte de factura de la llum i manteniment.

10.3. Estudi econòmic pel cas 2

Pel cas 2, on no hi ha excedent d'energia, no s'optarà per acollir-se a la compensació simplificada, ja que el que fa aquesta, és redistribuir l'energia entre els veïns i no amb la xarxa elèctrica, degut al mecanisme que evita l'abocament d'energia a la xarxa en les hores de més producció.

Com hi ha moments on hi pot haver excedent, seria convenient emmagatzemar aquesta energia per a poder utilitzar-la en els pic de consum, i així poder reduir la potència contractada.

A continuació es calcularà el preu que es pagarà a la companyia elèctrica, sense tenir en compte possibles bateries. Com anteriorment s'ha calculat el consum per cada dia tipus de les estacions, es restarà l'energia que es produeixi i d'aquí s'aplicarà el preu pvpc a l'energia que s'agafi de la xarxa.

Hora	Consum (Wh)	Consum(18 veïns)	Producció (W/m2)	Producció (Wh)	Xarxa(Wh)	Excedent (Wh)	Preu xarxa -pvpc(€/kWh)	Preu xarxa (€)
1	120	2160	0,00	0,00	2160	0	0,12411	0,2680776
2	120	2160	0,00	0,00	2160	0	0,12057	0,2604312
3	120	2160	0,00	0,00	2160	0	0,11843	0,2558088
4	120	2160	0,00	0,00	2160	0	0,11727	0,2533032
5	120	2160	0,00	0,00	2160	0	0,11876	0,2565216
6	184,4444444	3320	0,00	0,00	3320	0	0,12587	0,4178884
7	444,4444444	8000	67,00	1.122,77	6877,2274	0	0,13609	0,9359218769
8	217,7777778	3920	162,00	2.714,76	1205,2364	0	0,13408	0,1615980965
9	80	1440	270,00	4.524,61	0	3.084,61	0,13398	0
10	120	2160	355,00	5.949,02	0	3.789,02	0,13313	0
11	120	2160	390,00	6.535,54	0	4.375,54	0,13172	0
12	120	2160	368,00	6.166,87	0	4.006,87	0,13132	0
13	307,6166667	5537,1	305,00	5.111,13	425,971	0	0,13096	0,05578516216
14	794,2777778	14297	198,00	3.318,04	10978,9556	0	0,132	1,449222139
15	398,4111111	7171,4	89,00	1.491,44	5679,9558	0	0,13021	0,7395870447
16	334,4444444	6020	2,00	33,52	5986,4844	0	0,13047	0,7810566197
17	628,8888889	11320	0,00	0,00	11320	0	0,13255	1,500466
18	887,6111111	15977	0,00	0,00	15977	0	0,13485	2,15449845
19	1253,4666667	22562,4	0,00	0,00	22562,4	0	0,1356	3,05946144
20	1945,6666667	35022	0,00	0,00	35022	0	0,13502	4,72867044
21	1272,783333	22910,1	0,00	0,00	22910,1	0	0,1336	3,06078936
22	347,9222222	6262,6	0,00	0,00	6262,6	0	0,13426	0,840816676
23	204,4444444	3680	0,00	0,00	3680	0	0,13207	0,4860176
24	126,6666667	2280	0,00	0,00	2280	0	0,1296	0,295488
SUMATORI(Wh):		186999,6		36.967,71	165287,9306	15256,0374	Total dia (€):	21,96140971
							Total hivern (€):	1998,488283

Fig.10.17.Extracte del full de càlcul de compensació econòmica per un dia d'hivern. Font:Carolina Porta.

A continuació es mostra una taula resum, on es mostra els cost de l'energia per cada cas.

Energia total produïda (kWh):	30100,74579
Cost diari d'hivern (€):	21,96140971
Cost hivern(€):	1998,488283
Cost diari d'estiu(€):	17,58141301
Cost estiu(€):	1617,489997
Cost diari de primavera(€):	10,78365537
Cost primavera(€):	992,0962941
Cost diari de tardor(€):	13,62187446
Cost de tardor(€):	1239,590576
Costos totals anuals(€):	5847,66515
Costos anuals per veï (€):	324,8702861

Fig.10.18.Taula resum anual costos de l'energia. Font:Carolina Porta.

Com pel cas sense excedent no es pot injectar energia a la xarxa, es decideix estudiar la possibilitat d'incorporar a la instal·lació una bateria, d'aquesta manera es podria emmagatzemar l'energia excedent del migdia i utilitzar-la en el moments del dia on hi ha més consum. Amb aquesta bateria, es podria reduir el terme corresponent a la potència de la factura de la llum, ja que s'utilitzaria en el moments de més consum.

A continuació es mostren els valors de l'energia que no s'aprofita de les hores del migdia, i el valor total de l'energia diària que s'agafa de la xarxa.

Xarxa hivern (Wh):	165287,9306
Excedent hivern (Wh):	15256,0374
Xarxa estiu (Wh):	135036,4168
Excedent estiu (Wh):	77561,6022
Xarxa primavera (Wh):	91607,686
Excedent primavera (Wh):	59884,8688
Xarxa tardor (Wh):	104211,2756
Excedent tardor (Wh):	40531,3338

Fig.10.19.Taula resum anual d'energia de la xarxa i excedent de producció. Font:Carolina Porta.

Tal i com es veu en la taula 10.15, en tots els mesos hi ha un excedent de producció (que prové del migdia), aquest excedent, però, no és superior a l'energia que fa falta de la xarxa, això vol dir que tot i que les bateries no proporcionarien un autoconsum al 100%, però si que reduirien molt la quantitat d'energia que s'agafa de la xarxa.

Si es pogués emmagatzemar l'energia excedent, l'energia que s'agafaria de la xarxa seria menor, fent que es pogués reduir el terme de potència i d'energia de la factura de la llum. Seguidament es mostren uns gràfics, que exemplifiquen com podrien afectar les bateries.

Corbes de consum, producció, xarxa i bateries per un dia d'hivern

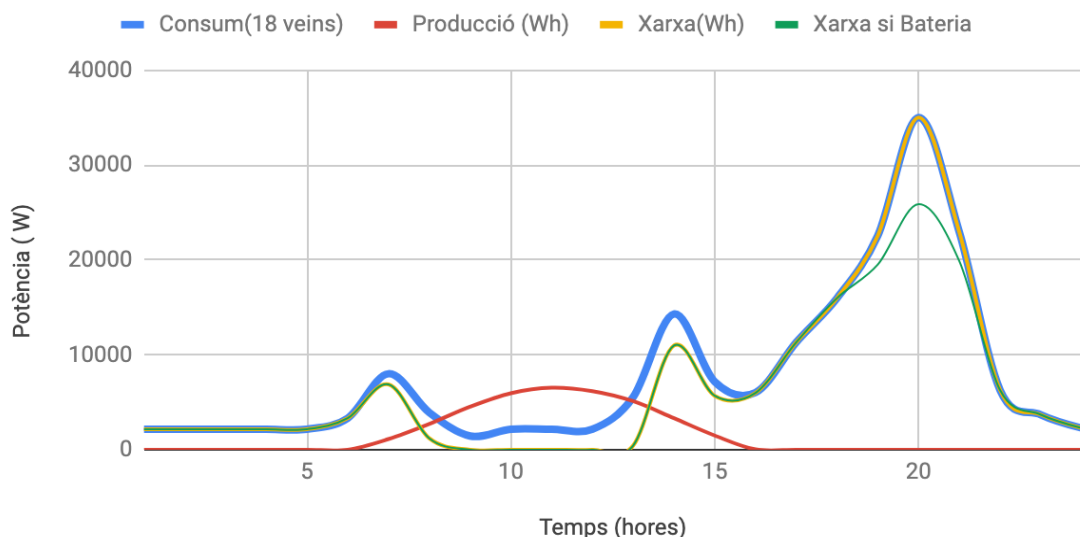


Fig.10.20.Gràfic per un dia d'hivern. Font:Carolina Porta.

Corbes de consum, producció, xarxa i bateries per un dia d'estiu

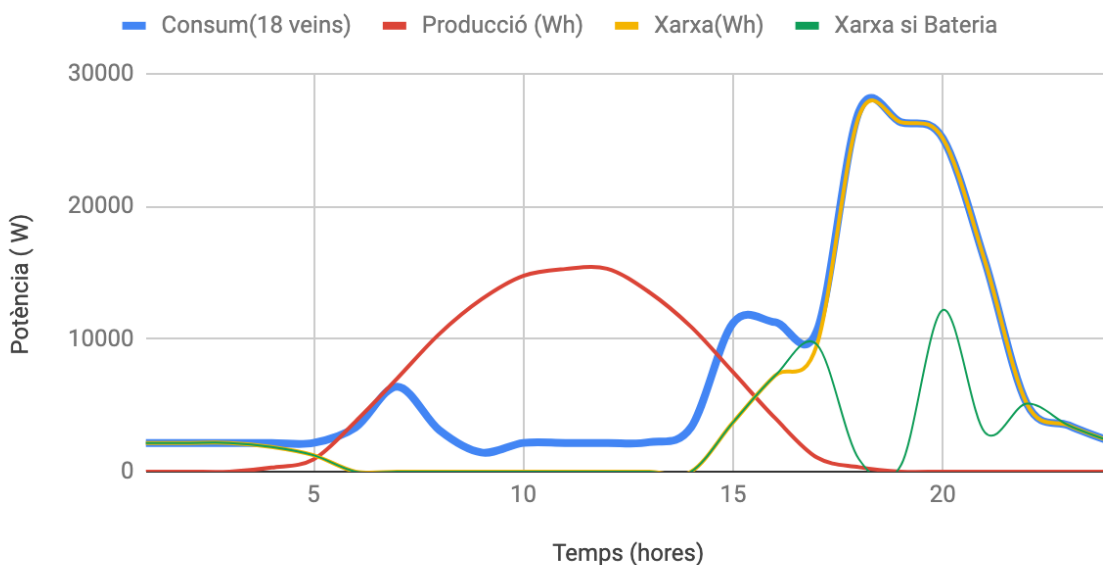


Fig.10.21.Gràfic per un dia d'estiu. Font:Carolina Porta.

Corbes de consum, producció, xarxa i bateries per un dia de primavera

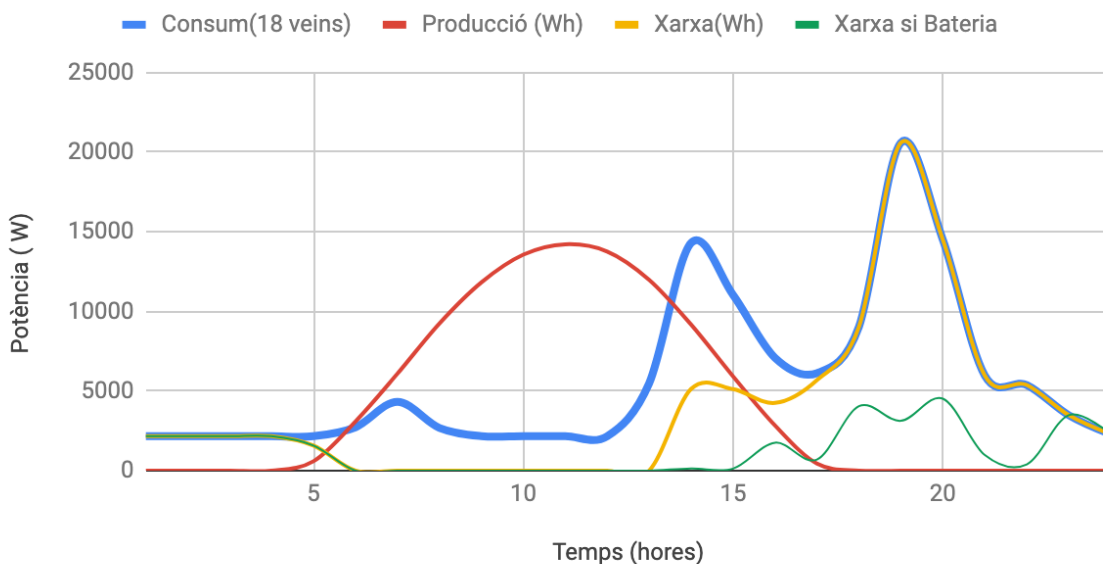


Fig.10.22.Gràfic per un dia de primavera. Font:Carolina Porta.

Corbes de consum, producció, xarxa i bateries per un dia de tardor

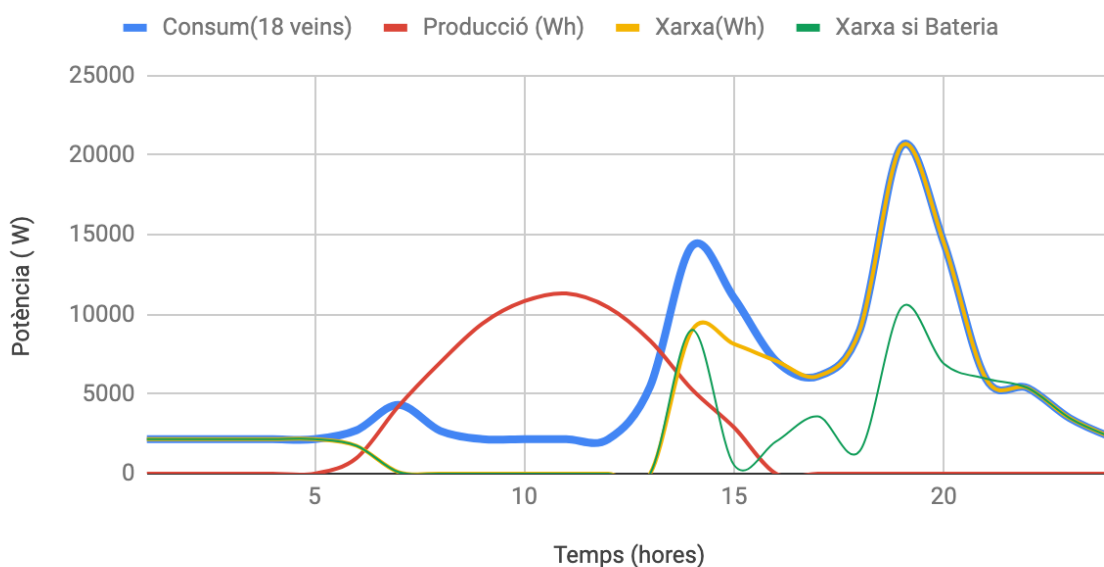


Fig.10.23. Gràfic per un dia de tardor. Font: Carolina Porta.

La corba de color verd, mostra l'energia que s'hauria d'agafar de la xarxa, en tot els casos aquesta és molt inferior a la groga (dependència de la xarxa sense bateries). La forma de la corba verda, dependrà de quanta energia es vulgui aportar al sistema provinent de les bateries. És important no gastar tota l'energia de cop, si es distribueix bé, pot reduir el consum i la potència en més hores. Fent servir la distribució dels gràfics anterior el terme de la energia de la factura llum es reduiria tal i com ho mostra la següent taula.

Energia de la xarxa diària (Wh):	496143,309
Energia excedent diària(Wh):	193233,8422
Cost diari d'hivern (€):	19,90410255
Cost hivern(€):	1811,273332
Cost diari d'estiu(€):	7,476558206
Cost estiu(€):	687,8433549
Cost diari de primavera(€):	3,726972144
Cost primavera(€):	342,8814372
Cost diari de tardor(€):	8,265152056
Cost de tardor(€):	752,1288371
Costos totals anuals si bateria(€)	3594,126961
Costos anuals per veí (€):	199,6737201

Fig.10.24. Taula resum de costos anuals si s'incorporen bateries. Font: Carolina Porta.

Si es compara la taula de la figura 10.20 amb la 10.14, es pot veure com el preu corresponent a l'energia de la xarxa es redueix en més d'un terç. Tot i això en el següent apartat s'estudiarà la seva viabilitat econòmica, ja que el preu de les bateries és elevat i la seva vida útil curta.

Un altre punt a destacar, és la reducció en quant a la potència en els gràfics mostrats, es pot veure com la corba verd redueix els pics de consum, la qual cosa faria reduir el terme de potència contractada.

10.3.1. Bateries

És interessant contemplar l'emmagatzematge amb bateries de liti pel cas 2, per aquells moments on hi ha un excedent d'energia que no pot consumir cap veí i que degut al mecanisme antiabocament no es pot abocar l'energia a la xarxa i s'ha de quedar al circuit intern.

Amb varies bateries de liti Bauer²⁶ de 8,8kWh, es pot emmagatzemar tota l'energia d'excedent per un dia d'estiu, que és l'època on més excedent es produeix. L'excedent d'energia per a un dia d'estiu és de 77561,6 Wh, a continuació es calcula el nombre de bateries necessari.

$$\text{Nombre de bateries: } \frac{77561,6Wh}{88000 Wh/bateria} = 8,81 \rightarrow 9 \text{ bateries. (63)}$$

Amb 9 bateries, es podria emmagatzemar l'energia excedent, però la vida útil de les bateries no és molt llarga i el seu preu és elevat. Tot i que el seu rendiment sigui bo, en aquest cas del 95,3%, i amb una garantia de 2 anys, s'han de renovar periòdicament cada 3 o 4 anys, per tant, invertir en bateries sense comptar amb els inversors que pot necessitar, pot no ser la millor opció. En el següent apartat es calcularà el pressupost i el retorn de la inversió pels dos casos.

10.3.2. Càlcul inversió i pressupost

De la mateixa manera que s'ha fet amb el cas 1, pel cas dos s'exposaran els diferents pressupostos. Com pel cas 2 s'ha plantejat l'opció d'incorporar bateries es presentaran els càlculs en dos apartats diferents.

10.3.2.1. Càlcul inversió i pressupost pel cas 2 sense bateries

En primer lloc es presentarà la factura de la llum anual, per aquest cas.

²⁶ Fitxa tècnica als annexos

Factura de la llum anual (no bateries):		
Potència contractada (€):	3,45 kW·365 dies·0,13664€/kW	172,06
Energia consumida (€):	preu horari pvpc	324,87
Impost sobre l'electricitat(€):	5,11269632%·(potència contractada + energia consumida)	25,41
Lloguer equip mesura (€):	365 dies· 0,026949€/dia	9,84
IVA (€):	21%·(suma de tots els termes)	111,76
Total (€):		532,18

Fig.10.25.Factura de la llum pel cas 2 sense bateries. Font:Carolina Porta.

A continuació es mostren els dos pressuposts, pel cas d'escollir un inversor, o més d'un.

Pressupost cas 2 amb 1 inversor sense bateries				
Concepte	Quantitat (hores)	Preu (€/hora)	IVA (%)	Resultats (€)
Disseny projecte d'enginyeria	600	30	21	21780,00
Instal·lació pèrgola	30	20	21	726,00
Instal·lació panells	56	20	21	1355,20
Subcontractació manteniment	96	20	21	2323,20
Otros(5%)				1309,22
Concepte	Quantitat (unitats)	Preu (€/unitat)	IVA (%)	Resultats (€)
Material pèrgola	1	30000	inclòs	30000,00
Panells	49	200	inclòs	9800,00
Inversor de 20 kW	1	2000	inclòs	2000,00
Contador bidireccional	1	400	inclòs	400,00
Gestió contracte	1	300	inclòs	300,00
Costos de mantenimet	1	600	inclòs	600,00
Altres (5%)			inclòs	2155,00
Total:				72748,62

Pressupost cas 2 amb 2 inversors sense bateries				
Concepte	Quantitat (hores)	Preu (€/hora)	IVA (%)	Resultats (€)
Disseny projecte d'enginyeria	600	30	21	21780,00
Instal·lació pèrgola	30	20	21	726,00
Instal·lació panells	56	20	21	1355,20
Subcontractació manteniment	96	20	21	2323,20
Otros(5%)				1309,22
Concepte	Quantitat (unitats)	Preu (€/unitat)	IVA (%)	Resultats (€)
Material pèrgola	1	30000	inclòs	30000,00
Panells	49	200	inclòs	9800,00
Inversor de 12,5 kW	2	1500	inclòs	3000,00
Contador bidireccional	1	400	inclòs	400,00
Gestió contracte	1	300	inclòs	300,00
Costos de mantenimet	1	600	inclòs	600,00
Altres (5%)			inclòs	2205,00
Total:				73798,62

Fig.10.26.Pressupost casos 2 sense bateries. Font:Carolina Porta.

En aquest cas, com pel cas 1, s'escollirà el mètode més segur, ja que el preu és similar.

A continuació es mostra el càlcul efectuat per trobar el temps necessari per recuperar la inversió. Com en l'apartat anterior es considerarà com a ingressos la diferència entre la factura anual estàndard i la trobada pel cas d'estudi.

$$\text{Ingressos: } 18 \text{ veïns} \cdot (990\text{€} - 532,18\text{€}) = 8240,76\text{€} \quad (64)$$

PAYBACK cas 2 amb 2 inversors						
Període (any)	0	1	2	3	4	5
Inversió (€)	-73798,62	0,00	-2923,20	-2923,20	-2923,20	-2923,20
Ingressos (€)	0,00	8240,81	8240,81	8240,81	8240,81	8240,81
Retorn (€)	-73798,62	-65557,81	-60240,20	-54922,60	-49604,99	-44287,38

6	7	8	9	10	11
-2923,20	-2923,20	-2923,20	-2923,20	-2923,20	-2923,20
8240,81	8240,81	8240,81	8240,81	8240,81	8240,81
-38969,77	-33652,16	-28334,56	-23016,95	-17699,34	-12381,73

12	13	14	15	16	17
-2923,20	-2923,20	-2923,20	-2923,20	-2923,20	-2923,20
8240,81	8240,81	4669,71	2923,20	2923,20	2923,20
-7064,12	-1746,51	0,00	0,00	0,00	0,00

Fig.10.27. Payback cas 2 sense bateries. Font: Carolina Porta.

Pel cas dos sense bateries farien falta 14 anys per recuperar la inversió. Passats aquests anys, només s'haurien de fer front a les despeses dels manteniments. Seguidament, es mostra el cost que tindrien els veïns a partir d'aquest 14è any.

$$\text{Cost manteniment: } \left(\frac{2923,9\text{€ any}}{18 \text{ veïns}} \right) = 162,44\text{€ de manteniment mensuals per veí.} \quad (65)$$

A la factura de la llum se li sumaria el cost anual del manteniment i serien: 696,61€ l'any.

10.3.2.2. Càlcul inversió i pressupost pel cas 2 amb bateries

Tal i com s'ha fet en l'apartat anterior, s'exposa la factura de la llum que es podria tenir al disposar de bateries, el seu pressupost i el càlcul de recuperació de la inversió.

Factura de la llum anual (bateries):		
Potència contractada (€):	2,3 kW·365 dies·0,13664€/kW	74,81
Energia consumida (€):	preu horari pvpc	199,67
Impost sobre l'electricitat(€):	5,11269632%·(potència contractada + energia consumida)	14,03
Lloguer equip mesura (€):	365 dies· 0,026949€/dia	9,84
IVA (€):	21%·(suma de tots els termes)	62,65
Total (€):	suma dels anteriors termes	298,35

Fig.10.28.Factura de la llum pel cas 2 sense bateries. Font:Carolina Porta.

A diferència de les factures de la llum mostrades anteriorment, la de la figura 10.28, ha pogut reduir el terme de potència a més a més del terme de l'energia consumida.

A continuació es mostren els dos pressuposts, pel cas d'escollir un inversor, o més d'un.

Pressupost cas 2 amb 1 inversor amb bateries				
Concepte	Quantitat (hores)	Preu (€/hora)	IVA (%)	Resultats (€)
Disseny projecte d'enginyeria	600	30	21	21780,00
Instal·lació pèrgola	30	20	21	726,00
Instal·lació panells	56	20	21	1355,20
Subcontractació manteniment	96	20	21	2323,20
Otros(5%)				1309,22
Concepte	Quantitat (unitats)	Preu (€/unitat)	IVA (%)	Resultats (€)
Material pèrgola	1	30000	inclòs	30000,00
Panells	49	200	inclòs	9800,00
Inversor de 20 kW	1	2000	inclòs	2000,00
Contador bidireccional	1	400	inclòs	400,00
Gestió contracte	1	300	inclòs	300,00
Costos de mantenimet	1	600	inclòs	600,00
Bateria	9	5116,57	inclòs	46049,13
Altres (5%)				4457,46
Total:				121100,21

Pressupost cas 2 amb 2 inversors amb bateries				
Concepte	Quantitat (hores)	Preu (€/hora)	IVA (%)	Resultats (€)
Disseny projecte d'enginyeria	600	30	21	21780,00
Instal·lació pèrgola	30	20	21	726,00
Instal·lació panells	56	20	21	1355,20
Subcontractació manteniment	96	20	21	2323,20
Otros(5%)				1309,22
Concepte	Quantitat (unitats)	Preu (€/unitat)	IVA (%)	Resultats (€)
Material pèrgola	1	30000	inclòs	30000,00
Panells	49	200	inclòs	9800,00
Inversor de 12,5 kW	2	1500	inclòs	3000,00
Contador bidireccional	1	400	inclòs	400,00
Gestió contracte	1	300	inclòs	300,00
Costos de mantenimet	1	600	inclòs	600,00
Bateria	9	5116,57	inclòs	46049,13
Altres (5%)				4507,46
Total:				122150,21

Fig.10.29.Pressupost casos 2 amb bateries. Font:Carolina Porta.

En aquest cas, com pel cas 1, s'escolleix el mètode més segur, ja que el preu és similar. Cal remarcar que la incorporació de bateries ha encarit molt el pressupost del projecte.

Seguidament es mostra el càlcul efectuat per trobar els ingressos per aquest cas.

$$\text{Ingressos: } 18 \text{ veïns} \cdot (990\text{€} - 298,35\text{€}) = 12449,7\text{€} \quad (66)$$

A continuació, es mostra el càlcul del retorn de la inversió. Com les bateries s'han de canviar cada 4 anys, com a màxim, s'incorporarà al preu del manteniment el que podria suposar aquest increment. El que es fa es sumar-li al preu del manteniment la part proporcional al preu de les bateries per aquell any. És a dir, es dividirà entre 4 el preu de les bateries i es sumarà al del manteniment.

PAYBACK cas 2 amb 2 inversors i bateries							
Període (any)	0	1	2	3	4	5	6
Inversió (€)	-122150,21	0,00	-14435,48	-14435,48	-14435,48	-14435,48	-14435,48
Ingressos (€)	0,00	12449,63	12449,63	12449,63	12449,63	12449,63	12449,63
Retorn (€)	-122150,21	-109700,58	-111686,43	-113672,29	-115658,15	-117644,00	-119629,86

7	8	9	10	11	12	13
-14435,48	-14435,48	-14435,48	-14435,48	-14435,48	-14435,48	-14435,48
12449,63	12449,63	12449,63	12449,63	12449,63	12449,63	12449,63
-121615,71	-123601,57	-125587,42	-127573,28	-129559,13	-131544,99	-133530,84

14	15	16	17	18	19	20
-14435,48	-14435,48	-14435,48	-14435,48	-14435,48	-14435,48	-14435,48
12449,63	12449,63	12449,63	12449,63	12449,63	12449,63	12449,63
-135516,70	-137502,55	-139488,41	-141474,26	-143460,12	-145445,97	-147431,83

Fig.10.30. Payback cas 2 amb bateries. Font: Carolina Porta.

La conclusió que s'extreu de la figura 10.30, és que l'ús de bateries no fa rentable el projecte, ja que ni amb 20 anys és recupera la inversió. A més, passats els primer 20 anys, algunes plaques solars podrien estar malmeses i allargarien més la recuperació de la inversió.

11. Plaques a la façana

Tal i com s'ha plantejat aquest estudi, les plaques a la façana suposarien una inversió innecessària pel moment, ja que amb les dues propostes ja es contempen dos escenaris diferents: un amb excedent d'energia, i un altre, sense. Per tant, l'aplicació de més panells només augmentaria l'energia produïda però els casos d'estudi serien els mateixos.

Tot i això, la instal·lació de plaques a la façana de l'edifici es podria plantejar en un futur, sempre i quan fes falta més energia per cobrir les necessitats de l'immoble.

12. Aerogeneradors

Com en els punts anteriors els aerogeneradors podrien ser una altra bona opció per obtenir energia elèctrica. Per aquest estudi s'ha desestimat la seva aplicació per dues raons.

- Les dimensions dels aerogeneradors que caldrien no són les idònies per estar en un terrat, ja que superaria l'alçada permesa, i exerciria molta força sobre la estructura de l'edifici i visualment trencaria amb l'estil de l'edifici modernista.
- Faria falta un anemòmetre, que mesura la velocitat del vent durant un any per conèixer exactament el flux de vent que té l'edifici al terrat i la façana que dona al carrer Aragó.

En un futur on la inversió econòmica inicial estigués resolta i s'hagués fet un estudi del vent, es podria plantejar la introducció d'aerogeneradors més petits i d'eix vertical a la façana, o d'eix horitzontal en punts del terrat que no perjudiquessin la instal·lació fotovoltaica.

13. Impacte mediambiental

La instal·lació de plaques fotovoltaïques és un bon aliat per a la lluita contra el canvi climàtic. Pel que fa a l'impacte mediambiental, a continuació es calcularà la quantitat de CO_2 que les instal·lacions han evitat produir en comparació amb altres fonts d'energia no renovable.

A Espanya, tot i tenir instal·lada molta potència de fonts renovables ja sigui d'aerogeneradors o de panells solars, la demanda d'energia elèctrica es satisfà majoritàriament a través de fonts d'origen no renovables.

A continuació es mostra el portal de REE, on es pot veure de quina manera es satisfà la demanda a nivell nacional. En la primera imatge es troba totes les tecnologies que s'empren i en la segona estan marcades les no renovables.

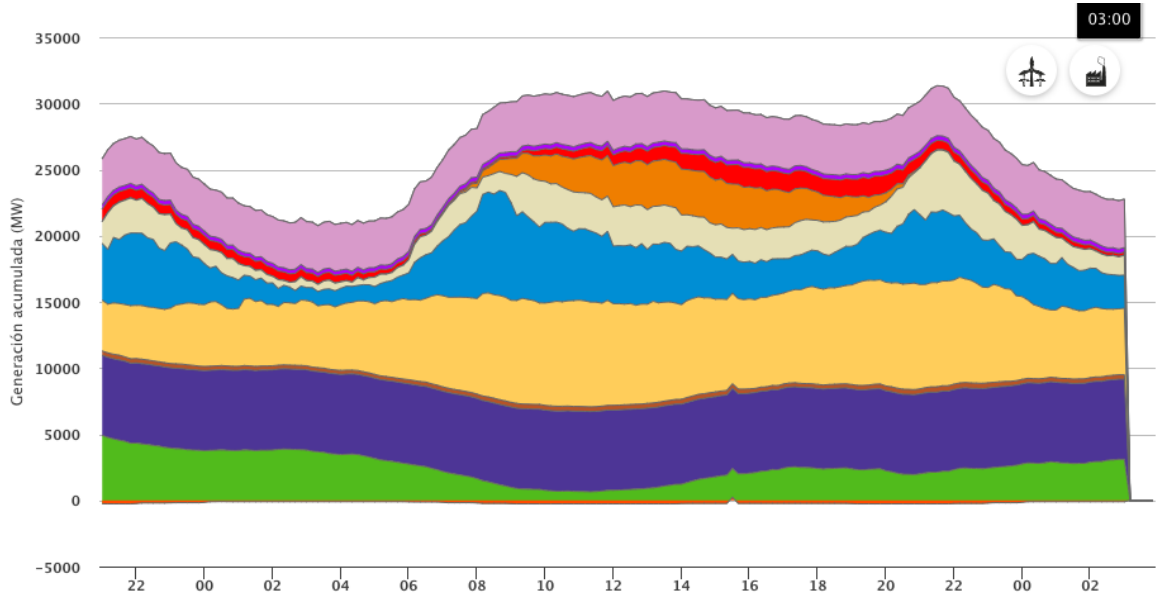


Fig.13.1. Seguiment de la demanda d'energia elèctrica el 3 de maig del 2019. Font:REE .

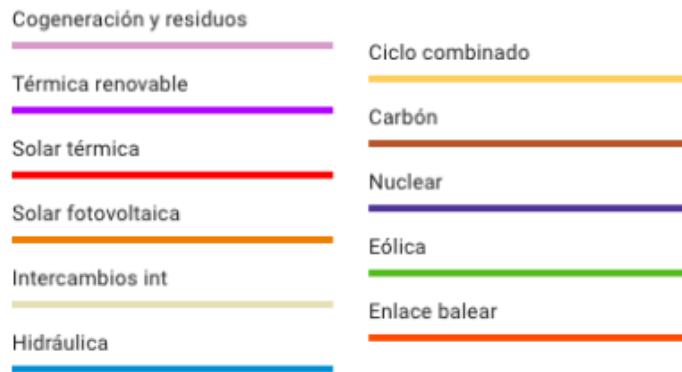


Fig.13.2. Llegendra. Font:REE.

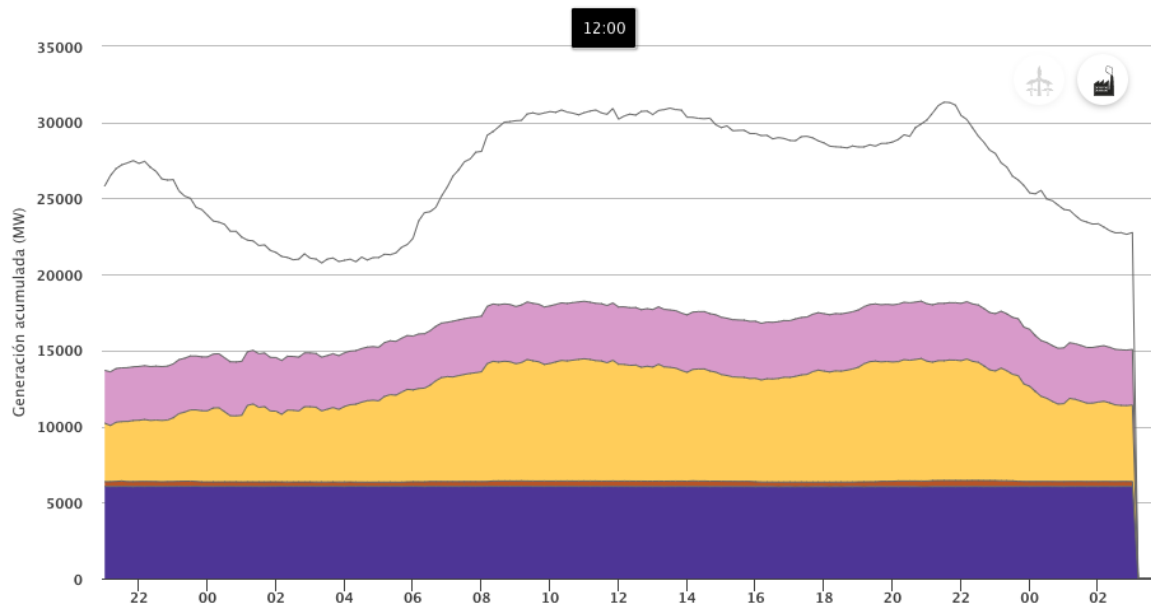


Fig.13.3. Seguiment de la demanda d'energia elèctrica per fonts no renovables el 3 de maig del 2019.

Font:REE .

Tal i com s'ha pogut comprovar en les figures anteriors, l'energia nuclear i la provinent de les centrals de cycle combinat, juntament amb les centrals de cogeneració de residus són les que més s'utilitzen per satisfer la demanda. Les centrals de carbó i nuclears sempre tenen una producció constant ja que no es pot variar la seva producció amb tanta facilitat com en altres casos, on les centrals es poden encendre i aturar. Per tant, instal·lar més potència de fonts renovables, podria fer reduir la potència a la que treballen les centrals nuclears o de carbó.

13.1. Emissions estalviades al cas 1

Tal i com s'ha comentat amb anterioritat, el primer cas produiria 64600 kWh l'any, sense emetre CO_2 . A partir de la figura 15.1 es podrà calcular les emissions que la instal·lació no produirà.

Contaminant	Turbina de Gas	Cogeneració en Ciclo Combinado	Motor de Gas	Motor Fuelóleo	Central Eléctrica de Ciclo Combinado	Central Eléctrica de Carbón
NO_2	0,20	0,20	1,2	7,2	0,24	3,4
SO_2	-	-	-	3		15
CO_2	245	210	284	530	350	1000
CO	0,1	0,1	1,6	1,7	0,1	1,0

Fig.13.4. Emissions en g/kWh elèctric segons el tipus de central. Font:[23].

A continuació, es calcularà el que emetria la instal·lació si en comptes de panells solars utilitzés tecnologies no renovables:

$$\text{Central cogeneració de cycle combinat: } 64600\text{kWh} \cdot 210 \frac{\text{g}}{\text{kWh}} = 13566000 \text{ g de CO}_2 \text{ (67)}$$

$$\text{Central elèctrica de cycle combinat: } 64600\text{kWh} \cdot 350 \frac{\text{g}}{\text{kWh}} = 22610000 \text{ g de CO}_2 \text{ (68)}$$

$$\text{Central elèctrica de carbó: } 64600\text{kWh} \cdot 1000 \frac{\text{g}}{\text{kWh}} = 64600000 \text{ g de CO}_2 \text{ (69)}$$

Si l'energia produïda per la instal·lació fotovoltaica s'hagués produït en una central de cogeneració en de cycle combinat emetria més de 13 milions de grams de CO_2 a l'espai, però si l'energia s'hagués generat a partir d'una central de carbó el valor seria molt més elevat, 64600000 g de CO_2 , quasi 5 vegades més del que contamina la cogeneració en cycle combinat.

Com l'energia que es consumeix ve de diferents fonts, des de REE, es dona un factor d'emissions²⁷ de CO_2 global. Aquest factor té en consideració l'ús que s'ha donat a cada tecnologia, per conèixer de manera més concreta les emissions que s'efectuen.

A continuació, es mostra una taula on hi ha el factor d'emissions dels darrers anys. El factor d'emissions s'ha reduït durant el transcurs dels anys, degut a la incorporació de tecnologies renovables i la reducció d'ús de les tecnologies més contaminants.

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Carbón	49.985.654	35.448.089	42.768.449	35.649.409	7.206.097	-
Fuel + Gas ⁽¹⁾	5.245.263	5.481.852	5.686.516	5.383.399	1.541.356	-
Ciclo combinado ⁽²⁾	12.047.200	11.965.815	14.943.266	11.841.810	4.557.304	-
Térmica renovable ⁽³⁾	-	-	-	-	-	-
Térmica no renovable/Cogeneración y resto/Cogeneración ⁽³⁾	9.324.325	9.586.198	10.438.368	10.735.826	3.750.623	-
Residuos no renovables	595.226	625.671	625.916	584.389	191.150	-
Emisiones (tCO₂)	77.197.668	63.107.625	74.462.516	64.194.833	17.246.531	-
Factor de emision de CO₂ (tCO₂/MWh)	0,289	0,241	0,284	0,246	0,201	-

Fig.13.5.Factor emissions en tCO_2/MWh elèctric associades a la generació anual nacional. Font:[30] .

Les emissions mitges pel que fa d'any 2019 es situen en 0,201 tCO_2/MWh , un valor un mica inferior a la mitja de l'any 2018.

²⁷ Bibliografia [30]

Emissions associades a la generació anual nacional:

$$64600kWh \cdot 201 \frac{g}{kWh} = 12984600 \text{ g de } CO_2 \quad (70)$$

Les emissions que s'haurien emès serien de 12984600 g de CO_2 l'any

13.2. Emissions estalviades al cas 2

Tot i que el cas 2 contempli una instal·lació més petita, és important conèixer l'estalvi d'emissions que aporta, tenint en compte la seva producció de 30100 kWh l'any. Seguidament, es calcularà el que emetria la instal·lació, si en comptes de panells solars utilitzés tecnologies no renovables:

$$\text{Central cogeneració de cicle combinat: } 30100kWh \cdot 210 \frac{g}{kWh} = 6321000 \text{ g de } CO_2 \quad (71)$$

$$\text{Central elèctrica de cicle combinat: } 30100kWh \cdot 350 \frac{g}{kWh} = 10535000 \text{ g de } CO_2 \quad (72)$$

$$\text{Central elèctrica de carbó: } 30100kWh \cdot 1000 \frac{g}{kWh} = 30100000 \text{ g de } CO_2 \quad (73)$$

Com s'ha pogut veure en ambdós casos, les centrals de carbó són les més contaminants, és per això, entre d'altres motius, que cada cop més estan desapareixent. Segons les noves mesures acordades²⁸ entre el Govern Espanyol i la Comissió Europea, al 2020 ja no podran funcionar.

A continuació es calcularan les emissions mitges, que es produirien si l'energia captada s'agafés de la xarxa.

Emissions associades a la generació anual nacional:

$$30100kWh \cdot 201 \frac{g}{kWh} = 6050100 \text{ g de } CO_2 \quad (74)$$

Les emissions que s'haurien emès per aquest cas serien de 6050100g de CO_2 l'any.

²⁸ En l'article [24] s'expliquen les repercussions de no complir l'acord.

Conclusions

Una vegada estudiats dos casos ben diferenciats per a la instal·lació de panells fotovoltaics al terrat d'un edifici urbà, se n'extreuen diferents conclusions pel que fa al recent Reial Decret 244/2019.

En el cas 1, on hi havia excés d'energia anual, no es generava benefici ja que l'energia excedent que es venia a la xarxa tenia un preu inferior a la que es comprava en els moments on no hi havia producció. Aquest fet, fa que a les ciutats no surti del tot viable fer una instal·lació capaç de produir l'energia requerida pels veïns d'un edifici, ja que suposa una inversió inicial molt gran que després no genera cap benefici i que necessitarà d'un manteniment, a més de la possible renovació de panells.

Pel cas 2, s'ha pogut comprovar que la inversió es recupera en més temps que en el primer cas i que l'estalvi generat no es tan elevat, com per a plantejar-se una inversió tan important. L'opció de posar bateries per a emmagatzemar l'energia excedent s'ha eliminat degut a l'alta inversió que suposaria i que no es recupera. En un futur on el preu de les bateries es reduís notablement podria ser factible, però a hores d'ara, amb el seu preu i la seva vida útil fan d'aquesta una opció no factible econòmicament.

Finalment, tot i que el nou reial decret faciliti la posta en marxa de instal·lacions d'autoconsum, encara està lluny de ser prou interessant com per a que l'autoconsum sigui tendència i atractiu pels consumidors que viuen en immobles.

Els terrats dels edificis han de ser capaços de poder generar prou energia, com per a abastir totes les necessitats de consum, fent el menor ús de la xarxa elèctrica possible. A les ciutats es difícil d'aconseguir ja que s'aprofita al màxim l'espai dels terrats per a altres funcions.

En conclusió, tot i que la nova normativa faciliti l'autoconsum, no està pensada per a grans edificis de les ciutats. De fet, aquesta normativa està més aviat feta per a les residències de les afores del nucli urbà. Que el reial decret no permeti l'abocament d'energia en els casos d'autoconsum col·lectiu sense excedent fa que no sigui atractiva la instal·lació, ja que es perd molta energia que no es pot aprofitar. Per tant, dels casos estudiats la millor opció és la primera, però tot i així és una inversió molt gran que no es veu prou compensada amb les mesures del Reial Decret 244/2019.

En un futur, l'estat hauria de procurar més incentius per a que la posada de tecnologies renovables en els edificis de les ciutats on hi ha més densitat de població, per a que fos més atractiva i més rentable, d'aquesta manera es contribuiria a frenar canvi climàtic.

Bibliografia

- [1] Precio Horario del mercado diario.OMIE [en línia]. [Data consulta: febrer 2019]. Disponible a: http://www.omie.es/reports/index.php?report_id=111#
- [2] Término de facturación de energía activa del PVPC. Red Eléctrica de España [en línia]. [Data consulta: febrer 2019]. Disponible a: <https://www.esios.ree.es/es/pvpc?>
- [3] Marco regulatorio. Red Eléctrica de España.[en línia]. [Data consulta: febrer 2019]. Disponible a: <https://www.ree.es/es/conocenos/marco-regulatorio>
- [4] Diez meses sin gobierno.A:El País. 27 de gener del 2017. [en línia]. [Data consulta: febrer 2019]. Disponible a: <https://elpais.com/especiales/2016/debate-de-investidura/diez-meses-sin-gobierno/>
- [5] PVGIS.PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM [en línia]. [Data consulta: març 2019]. Disponible a: http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html
- [6] PVGIS. JRC EUROPEAN COMMISSION [en línia]. [Data consulta: març 2019]. Disponible a: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#>
- [7] Unió Europea. Directiva (UE) 2012/27 del parlament europeu i el Consell, de 25 de d'octubre del 2012, relativa a la eficiència energètica , per la que modifica les Directives 2009/125/CE i 2010/30/UE i deroguen les 2004/8/CE i 2006/32/CE. Diari Oficial de la Unió Europea L 315, 14 de novembre de 2012. [en línia]. [Data consulta: febrer 2019]. Disponible a: <https://www.boe.es/doue/2012/315/L00001-00056.pdf>
- [8] Instmaps [en línia]. [Data consulta: febrer 2019]. Disponible a: <https://www.instamaps.cat/mapa.html?businessid=b3a740da9f3eef6a2dd8ddce396908e2#no-back-button>
- [9] Balmes [59] i Aragón [232-234]. Juan Frexe. Construir una Casa.(Data de creació: 01/01/1894 - 31/12/1894). Comissió de Foment (CAT-AMCB1-001 Eix-5390/1894) (Expedient) [en línia]. [Data consulta: febrer 2019]. Disponible a: http://w151.bcn.cat/opac/doc?q=balmes+59&start=6&rows=1&sort=msstored_fld81%20asc&fq=mssearch_doctype&fv=*&fq=media&fv=
- [10] LAFRAYA, C. Ocho preguntas y respuestas sobre las nuevas normas del autoconsumo eléctrico.A:La Vanguardia. Madrid, 6 d'abril del 2019. [en línia]. [Data consulta: març 2019].

Disponible a: <https://www.lavanguardia.com/economia/20190406/461473410189/preguntas-respuestas-nuevas-normas-autoconsumo-electrico.html>

[11] AS-6M-BN Multi-Busbar BIFACIAL DOUBLE GLASS MODULE. Amerisolar. [en línia]. [Data consulta: març 2019]. Disponible a: <http://www.weamerisolar.com/d/file/english/product/pro2/2019/03-07/9a9c3b10a7ddfd47be99cf4b57973988.pdf>

[12] ¿Qué es mejor, un panel solar Monocristalino o Policristalino?. Sunfields Europe [en línia]. [Data consulta: febrer 2019]. Disponible a: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/placas-solares-monocristalinas-o-policristalinas/>

[13] Espanya. Reial Decret 244/2019, del 5 d'abril, pel qual es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica. Butlletí Oficial de l'Estat 6 d'abril del 2019, núm. 83, pp. 35674 a 35719. [En línia] [data consulta abril 2019]. Disponible a : <https://www.boe.es/boe/dias/2019/04/06/pdfs/BOE-A-2019-5089.pdf>

[14] Distancia entre filas de paneles solares para evitar sombreado. Tecnosolab [en línia]. [Data consulta març 2019]. Disponible a: <https://tecnosolab.com/noticias/distancia-entre-filas-de-paneles-solares/>

[15] Electricity price statistics. Eurostat Statistics Explained [en línia]. 2019, maig [data consulta 10 maig]. Disponible a: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity_price_statistics

[16] Demanda eléctrica y actividad económica: ¿Cambio de paradigma?. Red Eléctrica de España [en línia]. 2019, febrer [data consulta 20 març]. Disponible a : <https://www.ree.es/sites/default/files/downloadable/demanda-electrica-actividad-economica.pdf>


[17] Precio del petróleo OPEP por barril. Expansión [en línia]. 2019, maig [data consulta 10 maig]. Disponible a : <https://datosmacro.expansion.com/materias-primas/opec>

[18] Àrea Metropolitana de Barcelona. Títol IV. Reglamentació detallada del sòl urbà. Capítol 2n. Secció 2n. Art.250- Sòl lliure d'edificació. 20 octubre 2004 (DOGC núm. 4277 de 10/12/04) Disponible a: <https://bit.ly/2WedSNb>

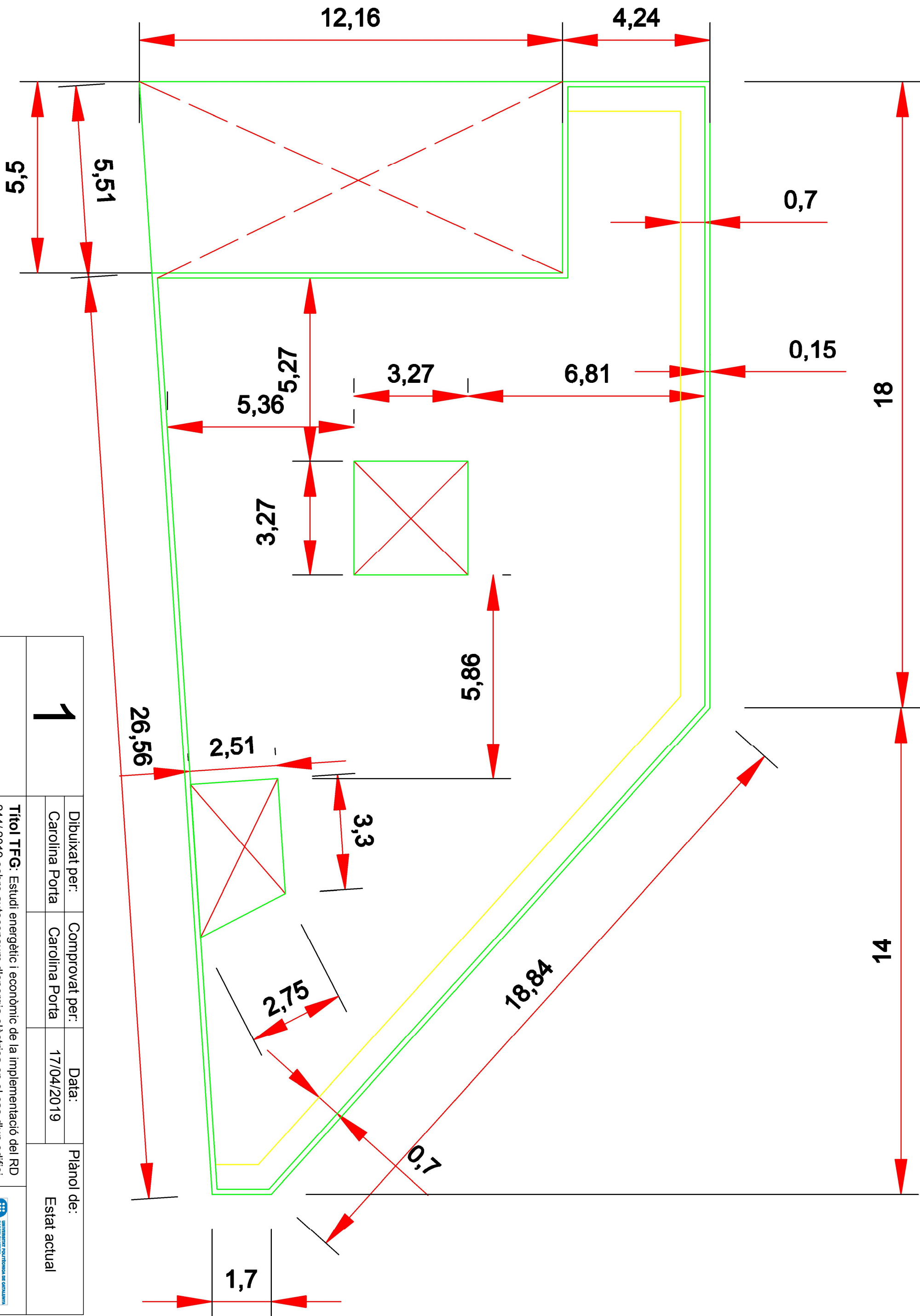
- [19] Àrea Metropolitana de Barcelona. Títol IV. Reglamentació detallada del sòl urbà. Capítol 2n. Secció 3a. Art. 253- Construccions auxiliars. 20 octubre 2004 (DOGC núm. 4277 de 10/12/04)
Disponible a: <https://bit.ly/3127Kq7>
- [20] El Gobierno deroga el 'impuesto al sol' y reconoce el derecho a autoconsumir sin peajes ni cargo. Europa prensa [en línia] [data consulta 20 abril 2019]. Disponible a: <https://www.europapress.es/economia/energia-00341/noticia-gobierno-deroga-impuesto-sol-reconoce-derecho-autoconsumir-peajes-cargo-20181005134627.html>
- [21] Barcelona bate su récord histórico de temperatura. Metròpoli Abierta [en línia]. 2019, maig [data consulta 10 maig]. Disponible a : https://www.metropoliabierta.com/el-pulso-de-la-ciudad/Barcelona-bate-su-record-historico-de-temperatura_9307_102.html
- [22] Seguimiento de la demanda de energía eléctrica. REE [en línia]. [Data consulta maig 2019]. Disponible a : <https://demanda.ree.es/visiona/peninsula/demanda/acumulada/2019-05-03>
- [23] Guía de la cogeneración. Fenercom [en línia]. [Data consulta maig 2019]. Disponible a : <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-de-la-Cogeneracion-fenercom-2010.pdf>
- [24] PLANELLES, M. España se despide del carbón con el cierre de todas las minas. A: El País. Madrid, 29 de diciembre 2018 [en línia]. [Data consulta maig 2019]. Disponible a https://elpais.com/sociedad/2018/12/28/actualidad/1546022046_742137.html
- [25] Guia tramitació del autoconsumo .Idae [en línia]. [Data consulta maig 2019]. Disponible a <https://www.idae.es/publicaciones/guia-de-tramitacion-del-autoconsumo-version-preliminar>
- [26] Precio medio horario a los efectos de cálculo del PVPC. OMIE [en línia]. [Data consulta: maig 2019]. Disponible a: http://m.omie.es/reports/index.php?m=yes&report_id=137
- [27] Consumo medio de luz en la vivienda. Tarifaluzhora [en línia]. [Data consulta: maig 2019]. Disponible a: <https://tarifaluzhora.es/info/consumo-medio-luz-casa>
- [28] Tramos de potencia eléctrica. ¿Qué potencia normalizada contratar? Tarifasgazeluz [en línia]. [Data consulta: maig 2019]. Disponible a: <https://tarifasgazeluz.com/fag/potencia-contratada/normalizada#tramos-potencia-electrica-normalizada>
- [29] Batería Litio Bauer Box 8.8kWh . AutoSolar [en línia]. [Data consulta: maig 2019]. Disponible a: <https://autosolar.es/baterias-litio-48v/bateria-litio-bauer-box-88kwh>

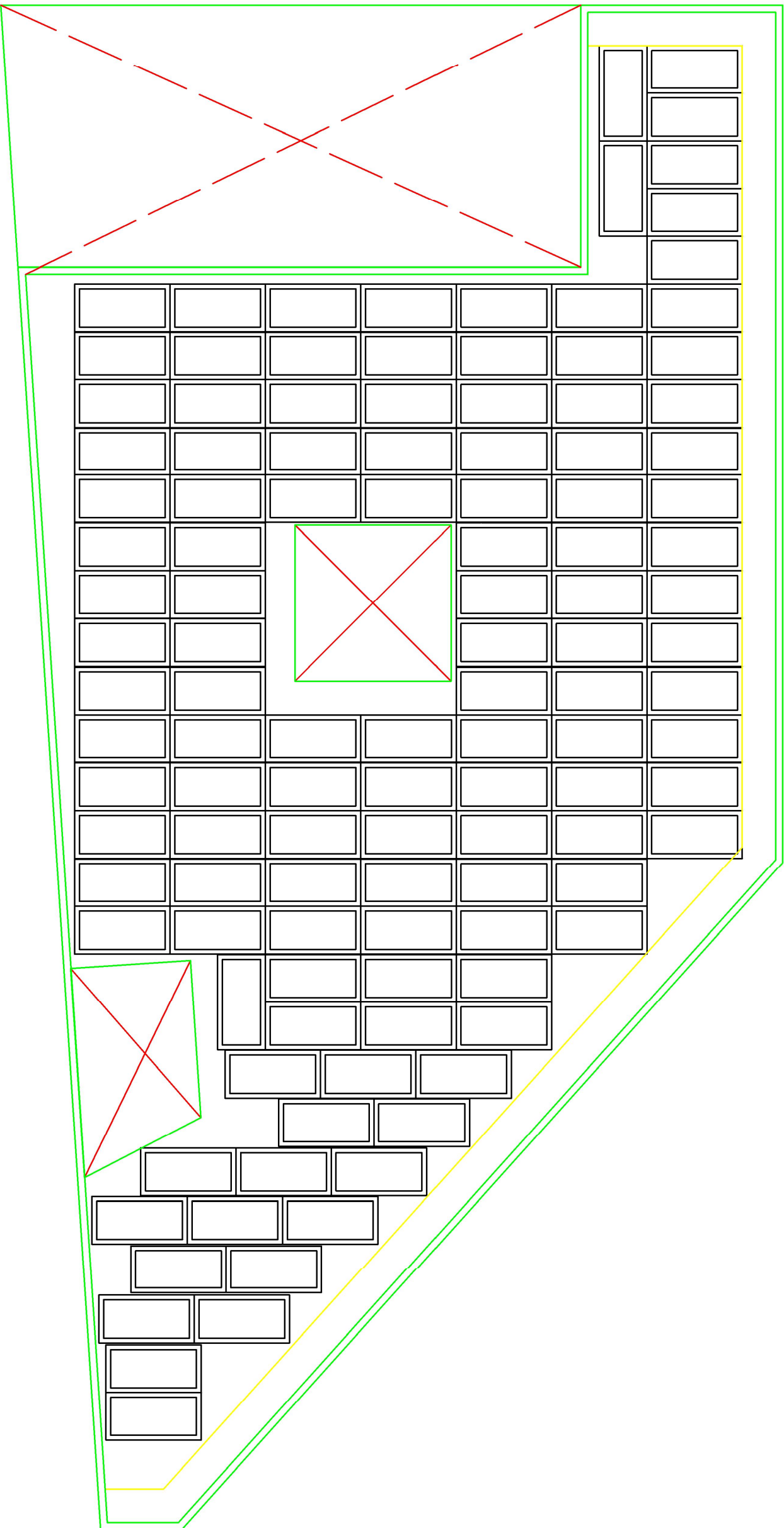
-
- [30] Estadísticas del sistema eléctrico español. Red Eléctrica de España [en línia]. [Data consulta: maig 2019]. Disponible a : <https://www.ree.es/es/estadisticas-del-sistema-electrico-espanol/series-estadisticas/series-estadisticas-nacionales#>
- [31] Windsun. Layer [en línia]. [Data consulta: maig 2019]. Disponible a : <https://www.layer.it/main/media/2018/11/Windsun-esp.pdf>
- [32] Espanya. Llei 24/2013, del 26 de desembre, del sector elèctric. Butlletí Oficial de l'Estat 27 de desembre de 2013, núm. 310, pp. 105198 a 105294. [En línia] [data consulta febrer 2019]. Disponible a : <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-13645>
- [33] Espanya. Reial Decret 900/2015, de 9 d'octubre, per el que es regulen les condicions administratives , tècniques i econòmiques de les modalitats de sumistre d'energia elèctrica amb autoconsum i de producció amb autoconsum. Butlletí Oficial de l'Estat 10 octubre de 2015, núm 243, pp. 94874 a 94917. [En línia] [data consulta febrer 2019]. Disponible a : <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-10927>
- [34] Espanya. Reial Decret-Llei 15/2018, de 5 d'octubre, de mesures urgents per la transició energètica i la protecció dels consumidors. Butlletí Oficial de l'Estat 6 octubre de 2018, núm 242, pp. 97430 a 97467. [En línia] [data consulta febrer 2019]. Disponible a : <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2018-13593>
- [35] Consumos del Sector Residencial en España Resumen de Información Básica. IDAE [en línia] [data consulta febrer 2019]. Disponible a : https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos Documentacion Basica Residencial Unido_c93da537.pdf
- [36] Guia de consumo inteligente. REE [en línia] [data consulta febrer 2019]. Disponible a : https://www.ree.es/sites/default/files/downloadable/guia_consumo_v2.pdf

Annexos

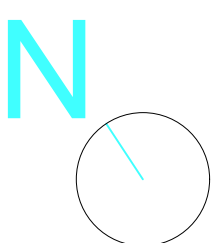
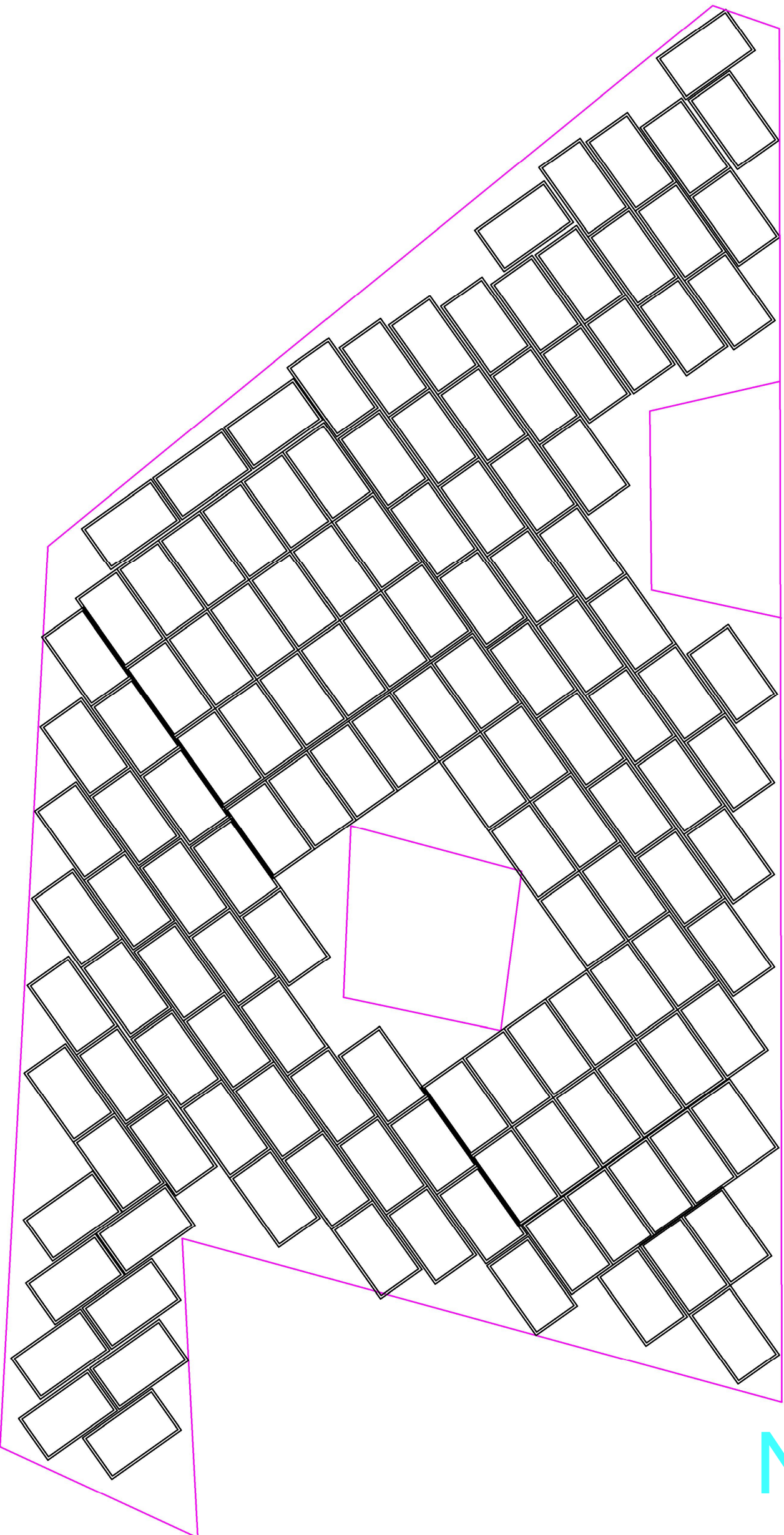
1	Dibuixat per:	Comprovat per:	Data:	Plànol de: Estat actual
	Carolina Porta	Carolina Porta	17/04/2019	
Títol TFG: Estudi energètic i econòmic de la implementació del RD 244/ 2019 sobre autoconsum d'energia elèctrica en el cas d'un edifici urbà de sis plantes.				
<small>  INSTITUTO POLITÉCNICO DE CASTELLÓN Escuela de Ingeniería de Sistemas de Información </small>				

Escala: 1 / 100

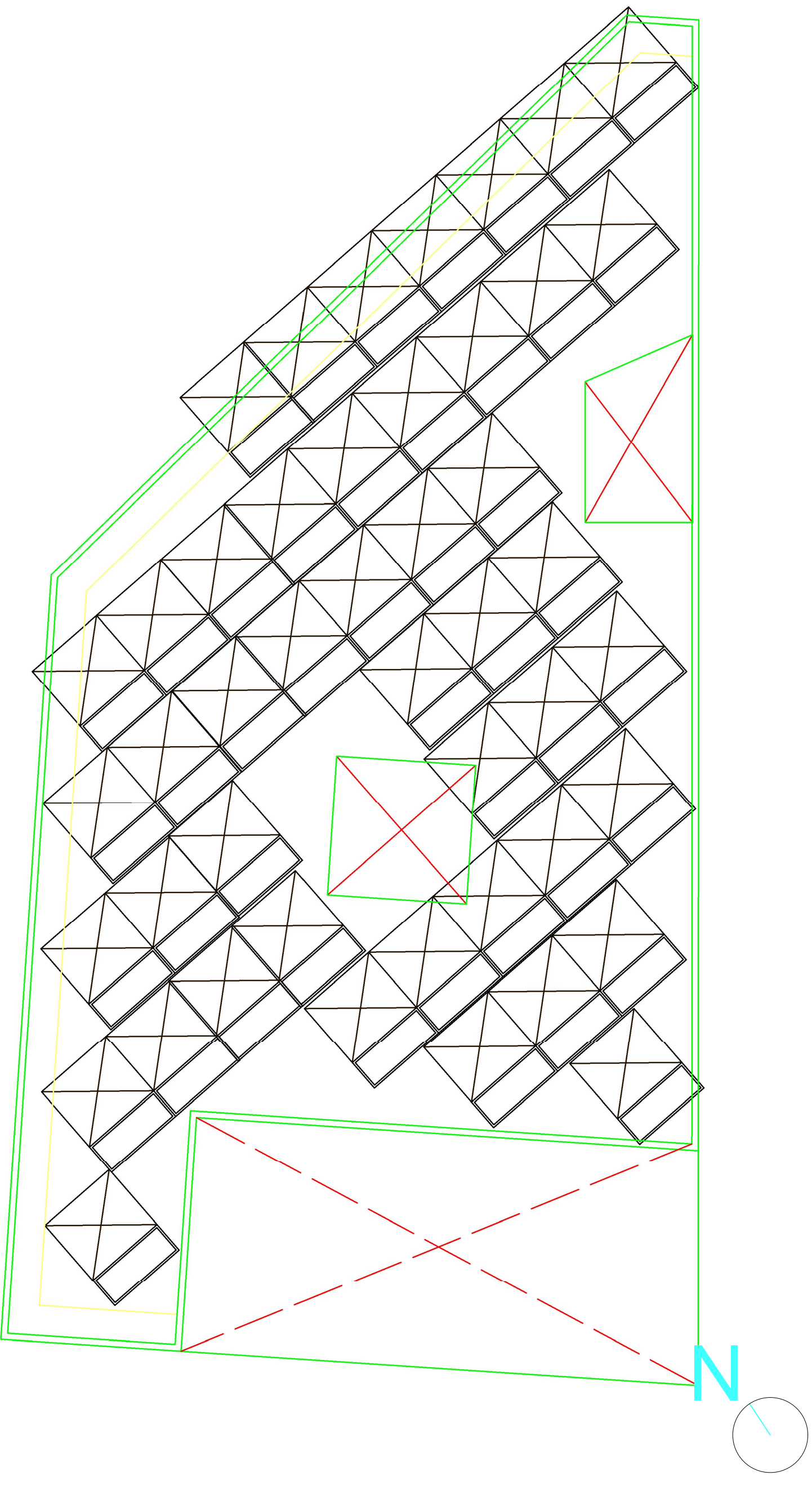




2	Dibuixat per:	Comprovat per:	Data:	Plànol de: Pèrgola plana, cas 1
	Carolina Porta	Carolina Porta	17/04/2019	
Escales: 1/ 100	Títol TFG: Estudi energètic i econòmic de la implementació del RD 244/ 2019 sobre autoconsum d'energia elèctrica en el cas d'un edifici urbà de sis plantes.			



<h1>3</h1>	Dibuixat per:	Comprovat per:	Data:	Plànol de: Pèrgola inclinada
	Carolina Porta	Carolina Porta	17/04/2019	
Títol TFG: Estudi energètic i econòmic de la implementació del RD 244/ 2019 sobre autoconsum d'energia elèctrica en el cas d'un edifici urbà de sis plantes.				
Escala: 1/ 100				



4

Escala: 1/ 100	Dibuixat per:	Comprovat per:	Data:	Plànol de: Pèrgola plana, cas 2
	Carolina Porta	Carolina Porta	17/04/2019	
Títol TFG: Estudi energètic i econòmic de la implementació del RD 244/ 2019 sobre autoconsum d'energia elèctrica en el cas d'un edifici urbà de sis plantes.				



AS-6M-BN Multi-Busbar BIFACIAL DOUBLE GLASS MODULE



**Passionately
committed to
delivering innovative
energy solution**

ADVANCED PERFORMANCE & PROVEN ADVANTAGES

- More power gain up to 30% by utilizing the ambient light reflected from surrounding surfaces.
- Zero LID (light induced degradation) and lower annual power degradation ensure higher energy yield during the module's lifetime.
- Superior performance under high temperature and low light conditions.
- High load-bearing capacity which can withstand wind loads up to 2400Pa and snow loads up to 5400Pa.
- Excellent reliability and durability against extreme environmental conditions (high resistance to salt mist, ammonia, sand, acid and alkali, etc.).
- Potential induced degradation (PID) free.
- Positive power tolerance of 0 ~ +3 %.

CERTIFICATIONS

- IEC61215, IEC61730, CE
- ISO9001:2015: Quality management system
- ISO14001:2015: Environmental management system
- OHSAS18001:2007: Occupational health and safety management system

SPECIAL WARRANTY

- 10 years limited product warranty.
- Limited linear power warranty: 30 years 80% of the nominal power output.



ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT STC*

Module Type	AS-6M-BN-380W		AS-6M-BN-385W		AS-6M-BN-390W		AS-6M-BN-395W		AS-6M-BN-400W	
	Front side	Rear side	Front side	Rear side	Front side	Rear side	Front side	Rear side	Front side	Rear side
Maximum Power (P_{max})	380W	323W	385W	327W	390W	332W	395W	336W	400W	340W
Open Circuit Voltage (V_{oc})	49.0V	48.3V	49.6V	48.8V	49.8V	49.0V	50.0V	49.2V	50.2V	49.4V
Short Circuit Current (I_{sc})	9.87	8.19A	9.92A	8.23A	9.94A	8.25A	9.96A	8.27A	9.99A	8.29A
Voltage at Maximum Power (V_{mp})	40.2V	41.0V	40.5V	41.3V	40.9V	41.7V	41.2V	42.0V	41.6V	42.5V
Current at Maximum Power (I_{mp})	9.44A	7.84A	9.51A	7.89A	9.54A	7.92A	9.58A	7.95A	9.62A	7.98A
Module Efficiency (%)	19.41	16.49	19.66	16.71	19.92	16.93	20.17	17.15	20.43	17.36
Operating Temperature	-40°C to +85°C									
Maximum System Voltage	1500V (IEC) / 1000V(UL)									
Fire Resistance Rating	Class A									
Maximum Series Fuse Rating	15A									

*STC: Irradiance 1000W/m², Cell temperature 25°C, AM1.5

ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT NOCT**

Testing Condition	Front side		Rear side		Front side		Rear side		Front side		Rear side	
	Front side	Rear side	Front side	Rear side	Front side	Rear side	Front side	Rear side	Front side	Rear side	Front side	Rear side
Maximum Power (P_{max})	287W	244W	291W	248W	295W	251W	299W	254W	303W	257W	303W	257W
Open Circuit Voltage (V_{oc})	46.5V	45.8V	47.1V	46.4V	47.2V	46.5V	47.4V	46.7V	47.6V	46.9V	47.6V	46.9V
Short Circuit Current (I_{sc})	7.96A	6.60A	8.00A	6.64A	8.01A	6.65A	8.03A	6.67A	8.05A	6.69A	8.05A	6.69A
Voltage at Maximum Power (V_{mp})	37.8V	38.7V	38.0V	38.9V	38.4V	39.3V	38.7V	39.6V	39.0V	40.0V	39.0V	40.0V
Current at Maximum Power (I_{mp})	7.61A	6.32A	7.67A	6.36A	7.69A	6.38A	7.72A	6.41A	7.76A	6.44A	7.76A	6.44A

**NOCT: Irradiance 800W/m², Ambient temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s

ELECTRICAL CHARACTERISTICS WITH DIFFERENT REAR SIDE POWER GAIN (EXAMPLE: AS-6M-BN-390W)

Power Gain	P_{max}	V_{oc}	I_{sc}	V_{mp}	I_{mp}
10%	423W	50.0V	10.76A	41.1V	10.30A
15%	440W	50.1V	11.18A	41.2V	10.69A
20%	456W	50.2V	11.59A	41.2V	11.07A
25%	473W	50.3V	12.00A	41.3V	11.44A
30%	489W	50.4V	12.41A	41.4V	11.82A

MECHANICAL CHARACTERISTICS

Cell type	Monocrystalline N-type bifacial 157.35x156.35mm
Number of cells	72 (6x12)
Module dimensions	1974x992x6mm (Junction box is not included)
Weight	27kg
Front Glass	2.5mm Tempered glass with AR coating
Back Glass	2.5mm Tempered glass
Junction box	IP67, 3 diodes
Cable	4mm ²
Connector	MC4 compatible

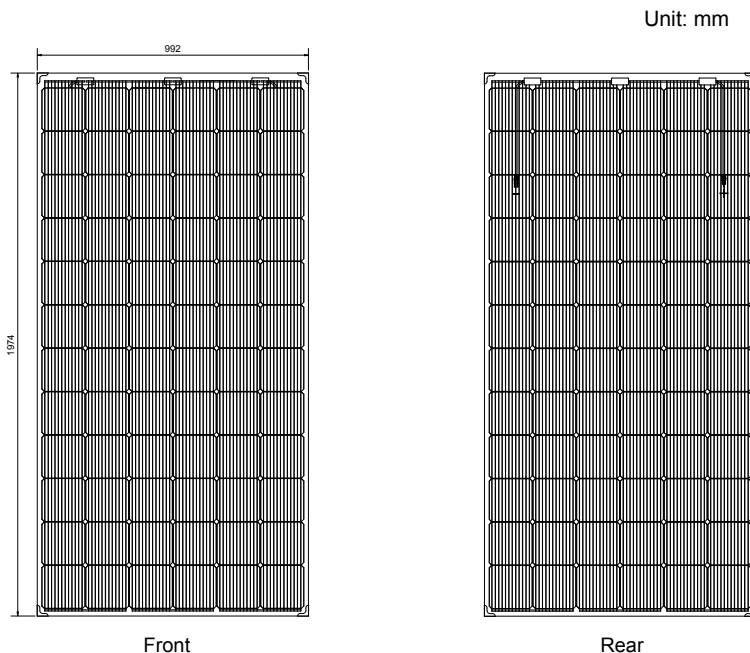
TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	42°C±2°C
Temperature Coefficients of P_{max}	-0.32%/°C
Temperature Coefficients of V_{oc}	-0.26%/°C
Temperature Coefficients of I_{sc}	0.046%/°C

PACKAGING

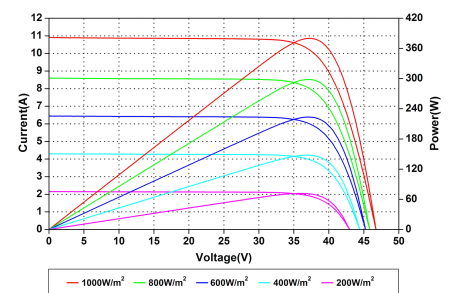
Standard packaging	30pcs/pallet
Module quantity per 20' container	150pcs
Module quantity per 40' container	660pcs

ENGINEERING DRAWINGS

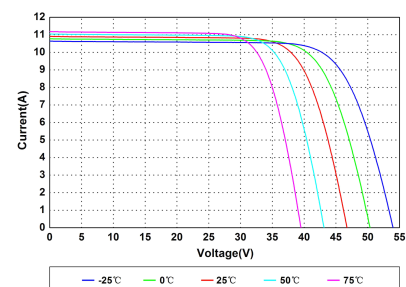


Specifications in this datasheet are subject to change without prior notice.

IV CURVES



Current-Voltage and Power-Voltage Curves at Different Irradiances



Current-Voltage Curves at Different Temperatures

Windsun: el futuro está en tus manos

- *Elevada fiabilidad*
- *Transformador de aislamiento en baja frecuencia para toda la gama desde 2 hasta 250 kW*
- *Factor de potencia > 0,99 en cualquier condición de funcionamiento (valor certificado por el laboratorio UL)*
- *Bajísima distorsión armónica en salida (THD < 2% según las normas IEEE 929)*
- *Compatibilidad con módulos de capa fina sin la ayuda de grounding kit externos*
- *Amplio rango de tensión en MPPT modificable bajo petición*
- *Tecnología IGBT de alta frecuencia de conmutación*
- *Bajo petición amplio rango de tensión de entrada para fuel cells*

WINDSUN es un **inversor de última generación** para la conexión a red de la energía producida por **fuentes renovables** (módulos fotovoltaicos mono/policristalino y de capa fina, fuel cells). Gracias a su amplio rango de tensión de funcionamiento en MPP, inicia a distribuir potencia desde las primeras horas del amanecer hasta la puesta del sol, garantizando una **mayor producción** a su sistema fotovoltaico.

La idea constructiva con la cual ha sido concebido el inversor **WINDSUN** es fruto de nuestra experiencia de 50 años en el campo de la electrónica de potencia y de diseño y fabricación de U.P.S., inversores y convertidores, incluso bajo petición del cliente. La filosofía con la que hacemos todos nuestros productos es la de garantizar **fiabilidad absoluta** al cliente, obtenida gracias a la **elevada tecnología** y **calidad** de los componentes empleados. El uso de IGBT modulares, condensadores electrolíticos long life low ESR (para los modelos monofásicos) y de película (para los modelos trifásicos) diferencian nuestros equipos del resto de los equipos que se encuentran en el mercado.

Los inversores con transformador **evitan** el fenómeno **PID** (Potential Induced Degradation), que consiste en la **reducción del rendimiento** incluso en un **20-30%** de la instalación fotovoltaica, debido a flujos de pérdida de corriente por dispersión hacia la tierra.



Características Técnicas serie WINDSUN monofásica

MODELO	GC-200	GC-202	GC-204	GC-206
Potencia - kW	2	3	4	6
Entrada				
Intervalo de tensión para MPPT	200 ÷ 400 V			
Máxima tensión en vacío	430 V			
Corriente máxima de entrada	11 A	17 A	22 A	33 A
Número de MPPT	1			
Salida				
Forma de onda	SINUSOIDAL			
Distorsión armónica	< 2%			
Fases	Monofásico			
Tensión	220 / 230 / 240 V ± 20% (100 / 110 / 115 / 120 / 127 V a solicitud)			
Frecuencia	50 / 60 Hz ± 1%			
Corriente	8,7 A	13 A	17,4 A	26 A
Contribución al cortocircuito	13 A	20 A	26 A	39 A
Consumo en stand-by	< 10 W		< 20 W	
Factor de potencia	> 0,99			
Rendimiento europeo	94-95%			
Rendimiento californiano	97-98%			
Control interno de aislamiento DC	Sí			
Protecciones				
Lado DC	< 100 V; > 430 V			
Corriente diferencial hacia tierra	> 30 mA			
Tensión de red	220 / 230 / 240 V ± 20% (100 / 110 / 115 / 120 / 127 V a solicitud)			
Frecuencia de red	50 / 60 ± 0,5 Hz			
Supresores de sobretensiones de entrada	Sí			
Señales				
LED	On, Stand-by, Avería			
Visualizador	Estándar			
Comunicaciones externas	RS232 - RS485 - SNMP - CAN (Opcional)			
Conexión CC	MC4			
Condiciones ambientales				
Temperatura	-10°C ÷ 50°C			
Humedad sin condensación	0% ÷ 95%			
Ruido (a 1 m)	< 50 dBA			
Enfriamiento	Forzado			
Grado de protección	IP20			
Dimensiones				
L x P x H - mm	480 x 270 x 580		480 x 320 x 650	
Peso - kg	43	46	57	68
Marca CE	2014/30/EU; 2014/35/EU			
Conforme a las normas	Directiva Baja Tensión 2014/35/EU; EN 50178:1997; Directiva EMC 2014/30/EU; EN 61000-6-2:2005; EN 61000-6-3:2007; EN 61000-3-2:2006; EN 61000-3-11:2000; EN 61000-3-12:2005; CEI 11-20:2000 + V1:2004; Guía para la Conexión a la Red Eléctrica de "Enel Distribuzione" ed. 1.1 (12/2009)			

Características Técnicas serie WINDSUN trifásica

MODELO	GC-234	GC-236	GC-237	GC-238	GC-240	GC-242
Potencia - kW	12,5	20	25	33	40	50
Entrada						
Intervalo de tensión para MPPT	350 ÷ 850 V					
Máxima tensión en vacío	1000 V					
Corriente máxima de entrada	40 A	63 A	80 A	105 A	125 A	157 A
Número de MPPT	1					
Salida						
Forma de onda	SINUSOIDAL					
Distorsión armónica	< 2%					
Fases	Trifásico + N					
Tensión	380 / 400 / 415 V ± 20% (200 / 208 / 220 / 440 / 480 V a solicitud)					
Frecuencia	50 / 60 Hz ± 1%					
Corriente	18 A	30 A	36 A	48 A	58 A	72 A
Contribución al cortocircuito	27 A	43 A	54 A	72 A	87 A	108 A
Consumo en stand-by	< 40 W					
Factor de potencia	> 0,99					
Rendimiento europeo	94-95%					
Rendimiento californiano	97-98%					
Control interno de aislamiento DC	Sí					
Protecciones						
Lado DC	< 175 V; > 1000 V					
Corriente diferencial hacia tierra	> 30 mA					
Tensión de red	380 / 400 / 415 V ± 20% (200 / 208 / 220 / 440 / 480 V a solicitud)					
Frecuencia de red	50 / 60 ± 0,5 Hz					
Supresores de sobretensiones de entrada	Sí					
Señales						
LED	On, Stand-by, Avería					
Visualizador	Estándar					
Comunicaciones externas	RS232 - RS485 - SNMP - CAN (Opcional)					
Conexión CC	Terminales					
Condiciones ambientales						
Temperatura	-10°C ÷ 50°C					
Humedad sin condensación	0% ÷ 95%					
Ruido (a 1 m)	< 50 dBA					
Enfriamiento	Forzado					
Grado de protección	IP20					
Dimensiones						
L x P x H - mm	800 x 600 x 1300			800 x 800 x 1300		
Peso - kg	150	170	180	200	220	250
Marca CE	2014/30/EU; 2014/35/EU					
Conforme a las normas	Directiva Baja Tensión 2014/35/EU; EN 50178:1997; Directiva EMC 2014/30/EU; EN 61000-6-2:2005; EN 61000-6-3:2007; EN 61000-3-2:2006; EN 61000-3-11:2000; EN 61000-3-12:2005; CEI 11-20:2000 + V1:2004					

Características Técnicas serie WINDSUN trifásica

MODELO	GC-244	GC-246	GC-248	GC-250	GC-252	GC-254
Potencia - kW	60	75	110	160	200	250
Entrada						
Intervalo de tensión para MPPT	450 ÷ 850 V					
Máxima tensión en vacío	1000 V					
Corriente máxima de entrada	150 A	185 A	270 A	390 A	490 A	610 A
Número de MPPT	1					
Salida						
Forma de onda	SINUSOIDAL					
Distorsión armónica	< 2%					
Fases	Trifásico + N					
Tensión	380 / 400 / 415 V ± 20% (200 / 208 / 220 / 440 / 480 V a solicitud)					
Frecuencia	50 / 60 Hz ± 1%					
Corriente	87 A	108 A	160 A	230 A	290 A	360 A
Contribución al cortocircuito	130 A	162 A	240 A	345 A	435 A	540 A
Consumo en stand-by	< 40 W					
Factor de potencia	> 0,99					
Rendimiento europeo	94-95%					
Rendimiento californiano	97-98%					
Control interno de aislamiento DC	Sí					
Protecciones						
Lado DC	< 250 V; > 1000 V					
Corriente diferencial hacia tierra	> 30 mA					
Tensión de red	380 / 400 / 415 V ± 20% (200 / 208 / 220 / 440 / 480 V a solicitud)					
Frecuencia de red	50 / 60 ± 0,5 Hz					
Supresores de sobretensiones de entrada	Sí					
Señales						
LED	On, Stand-by, Avería					
Visualizador	Estándar					
Comunicaciones externas	RS232 - RS485 - SNMP - CAN (Opcional)					
Conexión CC	Terminales					
Condiciones ambientales						
Temperatura	-10°C ÷ 50°C					
Humedad sin condensación	0% ÷ 95%					
Ruido (a 1 m)	< 50 dBA					
Enfriamiento	Forzado					
Grado de protección	IP20					
Dimensiones						
L x P x H - mm	800 x 800 x 1700		1200 x 1100 x 1900		1400 x 1100 x 1900	
Peso - kg	500	550	700	900	1500	1700
Marca CE	2014/30/EU; 2014/35/EU					
Conforme a las normas	Directiva Baja Tensión 2014/35/EU; EN 50178:1997; Directiva EMC 2014/30/EU; EN 61000-6-2:2005; EN 61000-6-3:2007; EN 61000-3-2:2006; EN 61000-3-11:2000; EN 61000-3-12:2005; CEI 11-20:2000 + V1:2004					

BAUER BOX LITIO

Características

Tipo de batería	LiFePO4
Energía total	8.8 kWh
Potencia de salida	5.0 kW
Potencia máxima de salida	6.0kW
Eficiencia	≥95.3% (Bajo condiciones de test [1])
Voltaje nominal	51.2 V
Rango operativo de voltaje	44.8~58.4 V
Comunicaciones	CAN / RS485
Máxima corriente de carga	86
Protección IP	IP21
Garantía	2 años
Rango temperatura ambiente [2]	-10 ~ +40
Certificaciones	CE / RCM / UN38.3
Escalabilidad	Máximo 3 en paralelo
Inversores compatibles	Must Solar 5000W - 48V con BMS integrado

[1] Condiciones de test: 100% DOD, o.5C carga y descarga +25°C

[2] -10°C ~10°C con limitaciones operativas

Se pueden instalar hasta 3 unidades en paralelo sobre un mismo inversor con el kit de paralelo para superar los 26kWh de energía total.

Esquemas

