



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TREBALL FI DE GRAU

Grau en Enginyeria Elèctrica

**IMPLEMENTACIÓ DE CRITERIS D'EFICIÈNCIA
ENERGÈTICA EN UN HABITATGE CONTEMPLANT
L'US D'ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA**



Memòria i Annexos

Autor: Joan Álvarez Garcia

Director: Robert Piqué Lopez

Convocatòria: Octubre 2020

RESUM

En un moment crític per a la població mundial, amb les economies domèstiques en un estat precari, las industries amb un futur incert, amb preus elevats de l'energia i amb un planeta límit de la seva capacitat i renovació, es vital introduir un canvi de model de producció i consum.

Mobilitat compartida, vehicles elèctrics, cultura de reciclatge, industries més netes, producció més propera, fonts d'energia renovables i eficiència energètica son una elecció improrrogable.

En aquest treball, s'analitza la situació, s'estudien les normes vigents sobre eficiència energètica, es valora les diverses estratègies per reduir el consum i es formula un algoritme coherent sobre consum eficient.

S'intenta portar a la practica el supòsit mitjançant simulació en laboratori i per últim s'exposa l'experiència real en el propi habitatge on s'han desenvolupat per etapes tots els passos descrits per arribar a la màxima eficiència energètica.

S'estudiaran les ofertes de les comercialitzadores d'energia i es valora les alternatives possibles: us total de la energia produïda al moment, magatzematge pel seu posterior ús o la injecció amb compensació d'excedents.

RESUMEN

En un momento crítico para la economía global, con las economías domésticas en un estado precario, las industrias ante un futuro incierto, con precios elevados de la energía y un planeta al límite de su capacidad, es vital introducir un cambio de modelo de producción y consumo.

Movilidad compartida, vehículos eléctricos, cultura de reciclaje, industrias más limpias, productos de proximidad, fuentes de energía renovables y eficiencia energética son una opción imparable.

Este Trabajo estudia la Norma ISO 5001, valora las estrategias Peak Shaving & Load Shifting sobre eficiencia energética básicamente en viviendas e intenta formular un algoritmo coherente sobre consumo eficiente.

Posteriormente se intenta llevar a la práctica lo desarrollado mediante la simulación en laboratorio y por último se expondrá la experiencia real en la propia vivienda donde se ha implementado por etapas todos los pasos para llegar a la máxima eficiencia energética.

Se estudian las ofertas actuales de las comercializadoras de energía y se valoran las alternativas posibles: uso total de la energía producida, almacenaje de la energía sobrante para su posterior uso o inyección a la red con compensación de excedentes.

ABSTRACT

At a critical time for the global economy, with domestic economies in a precarious state, industries facing an uncertain future, with an energy dependence and high prices, with a planet at the limit of its capacity, it is vital introducing a change in the model of production and consumption.

Shared mobility, electric vehicles, a culture of recycling, cleaner industries, local production, renewable energy sources and energy efficiency are a non-extendable choice.

This project studies the ISO 50001 Standard, assesses the Peak Shaving & Load Shifting strategies on energy efficiency basically in homes and trying to formulate a coherent algorithm on efficient consumption.

Subsequently it is tried to put into practice what has been studied through laboratory simulation and finally it will present the real experience at home where all the steps have been implemented in stages to reach the maximum energetic efficiency.

It was studied the different offers of energy marketers and it will evaluate the possible alternatives: using of total energy produced, energy stored for later consumption or surplus energy injected into the grid with balanced (netting).

AGRAÏMENTS

Vull agrair en primer lloc a tots professors de la EEBE que m'han ajudat a finalitzar els meus estudis de Grau, en particular a Robert Piqué pel seu suport i ajut en aquest projecte. No es fàcil recuperar uns estudis tècnics que havien quedat pendents.

En segon lloc a tots els companys amb els que he compartit diverses assignatures durant aquests 2 anys i que m'han ajudat a estudiar, a entendre conceptes i en definitiva a ser més efectiu.

Per últim a la meva companya Teresa pel seu suport pacient durant moltes hores d'estudi i per ajudar-me en alguns moments de desànim. També al meus fills, un d'ells estudiant d'Enginyeria Industrial a la UPC-ETSEIB pel seu ajut.

GLOSSARI

Pendent de definir

PWM: "Pulse-width modulation" o modulació per ample de polsos.

MPTT: "Maximum Power Point Tracem" o seguiment del punt de màxima potència.

Azimut solar: Angle entre la projecció de la radiació directe sobre el pla horitzontal i el Sud geogràfic (negatiu cap a l'Est/positiu cap a l'Oest).

Latitud: Coordenada angular en un punt concret de la superfície terrestre respecte la línia de l'Equador (Nord/Sud).

Declinació: La declinació solar es el angle format pels rajos que procedeixen del Sol y el pla equatorial.

Angle zenital: L'angle zenital, està format per la vertical del lloc on ens trobem i la direcció al sol.

Alçada o elevació solar: Correspon a l'angle amb el que veiem el sol des de la nostre posició, prenen l'horitzontal formada pel terra.

Irradiància: La irradiància solar es la potència por unitat de àrea rebuda del sol.

Voc: Voltatge en circuit obert en plaques solars fotovoltaïques.

Vmpp: Voltatge en el punt de màxima potència en plaques solars fotovoltaïques.

Isc: Intensitat màxim en curtcircuit en plaques solars fotovoltaïques. □

Coefficient temperatura tensió: Reducció de la tensió generada en les plaques solars fotovoltaïques amb l'increment de la temperatura. Negatiu

Coefficient temperatura potència: Reducció de la potència generada en plaques solars fotovoltaïques amb l'increment de la temperatura. Negatiu

Coefficient temperatura intensitat: Increment de la intensitat generada en plaques solars fotovoltaïques amb l'increment de la temperatura. Positiu.

Passive House: "Passive House" o casa passiva, fa referència a un estàndard de construcció de un habitatge altament eficient que comporta un consum energètic quasi nul.

Hems o EMS: "Home - Energy Management System". Sistema de hardware i software que facilita el control i presa de decisions en un habitatge fent l'ús eficient.

String es una quantitat de mòduls **fotovoltaïcs** que tenim connectats en sèrie.

INDEX

RESUM	2
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
AGRAÏMENTS	6
GLOSSARI	7
INDEX	8
1. PREFACI	11
1.2 Origen del projecte	11
1.2 Motivació.....	11
1.3 Requeriments previs.....	11
2. INTRODUCCIÓ	12
2.1 Objectius del treball.....	12
2.2 Abast del treball	12
3. EFICIENCIA ENERGÉTICA	13
3.1 Definició	13
3.2. Breu apunt sobre energies.....	15
3.2.1. Energies no renovables	16
3.2.2. Energies renovables	16
3.3. Eficiència energètica als habitatges.....	16
3.4. Passive House.....	18
3.5. Aerotermia.	20
Índex eficiència	22
4. MARC ACTUAL	24
4.1. Preus electricitat. Mercat diari i intradiari.....	24
4.2 Evolució darrers anys.....	25
4.3. Distribució de consum Espanya / Catalunya: Indústria, transports, comerç, residencial	27
5. NORMATIVA	29
5.1. ISO 50001	29
5.2. Normativa d'autoconsum.....	30
6. ESTRATÈGEIS D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA	33
6.1. Peak Shaving	33

6.1.1	Load Shedding.....	34
6.2.	Load Shifting	34
6.3.	Estratègia adoptada.....	35
7.	REALITAT EN EL SECTOR RESIDENCIAL.....	38
7.1.	Generalitats	38
7.2.	Classificacions d'eficiència energètica.....	41
7.2.1.	Eficiència en electrodomèstics.....	41
7.2.2.	Eficiència en il·luminaires.	42
7.3.	Condicionants per la implementació en un edifici urbà.....	45
7.2.1	Micro xarxa	45
7.2.2	HEMS / EMS. Home Energy System Management.	47
7.2.3.	Plaques solars fotovoltaiques	47
7.2.4.	Bateries.....	49
8.	APLICACIÓ AL PROJECTE.....	55
9.	ALGORITME DE MILLORA ENERGETICA	57
9.1.	Generalitats	57
9.2.	Algoritme període estival	58
9.3.	Algoritme període d'hivern	60
10.	CÀLCUL EN LABORATORI.....	62
11.	DISSENY, MUNTATGE I POSADA EN MARXA D'UNA INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA EN APARTAMENT URBA.....	63
11.1.	Ubicació	63
11.2.	Descripció de la instal·lació prèvia.....	65
11.3.	Dades tècniques del projecte.....	65
11.3.1	Normativa tècnica d'aplicació.....	65
11.3.2.	Descripció tècnica	66
11.3.3.	Disseny	70
11.4.3.	Estudio del consum intern.....	75
11.4.4.	Calculs justificatius PVGIS.....	77
	79
12.	RESULTATS.....	80
13.	EL COTXE ELECTRIC A L'HABITATGE.....	90
13.1.	Generalitats	90
13.2.	Càlcul amb el cotxe elèctric	93

14. COMPARATIVA TARIFES ELECTRIQUES	95
14.1. Comparativa	95
14.2 Excel càlcul.....	96
15. IMPACTE AMBIENTAL	97
16. COST ECONÒMIC.....	98
17. CONCLUSIONS.....	100
17. Ampliació de la superfície de captació.....	102
ANNEXOS.....	105

1. PREFACI

1.2 Origen del projecte

Després de la realització d'un curs de 5 mesos sobre disseny, muntatge i manteniment d'instal·lacions solar fotovoltaiques es va obrir el interès per realitzar un projecte fotovoltaic d'autoconsum propi amb resultats satisfactoris sobre l'estalvi en la factura elèctrica.

Les practiques a la empresa SUD RENOVABLES van propiciar participar en la instal·lació i posada en funcionament de diversos projectes de més de 60 kW en diverses indústries així com el manteniment i revisió de mini parcs solars.

Descobrir la capacitat que té l'energia solar de contribuir a reduir el consum en el sector industrial i en el sector domèstic és certament apassionant..

1.2 Motivació

La motivació principal ha estat la finalització d'uns estudis d'enginyeria pendents en el seu dia només del treball de fi de grau. Van ser anys molts durs compaginant els estudis amb la vida laboral i amb la practica esportiva a nivell professional.

Per altre banda, aplicar tots els coneixements adquirits durant la carrera i en altres cursos d'especialització per produir la meua pròpia energia ha constituït un repte continu.

Per últim, destacar l'interès que ha despertat la posta en marxa de la instal·lació fotovoltaica entre amics, familiars i veïns i que ha representat una motivació extra.

1.3 Requeriments previs

- Coneixement de les normatives que afecten a l'autoconsum i a la seva legalització.
- Un estudi previ dels costums en un habitatge, a nivell del consum per hores dels electrodomèstic i la seva possible programació diferida, potencia màxima utilitzada i costums i rutines familiars.
- Tarifes disponibles al mercat amb les seves avantatges i desavantatges.
- Concepte del càlcul i disseny i replanteig d'una estació solar fotovoltaica.
- Components, el seu dimensionament i problemes de la posta en marxa.

2. INTRODUCCIÓ

2.1 Objectius del treball

L'objectiu principal és intentar reduir el consum, i per tant la factura elèctrica de una gran part del sector residencial a través de la implementació de diverses mesures relacionades amb l'estalvi energètic. Una d'aquestes mesures, la més important, és el disseny i la implementació d'una instal·lació solar fotovoltaica d'autoconsum en un espai limitat.

Una altra finalitat és el disseny d'un algoritme que ens indiqui la forma òptima de la connexió dels diferents electrodomèstics al llarg del dia en funció de la producció d'energia. A més es vol tenir en compte la possibilitat d'afegir la càrrega d'un cotxe elèctric com un electrodomèstic més.

2.2 Abast del treball

Per tal de complir els objectius marcats el primer pas és analitzar la forma en què es consumeix energia en un habitatge al llarg del dia i al llarg de l'any. A partir d'aquí s'han d'identificar els punts on es poden realitzar canvis per tal de reduir el consum.

Així doncs, s'estudiarà l'oferta existent de les comercialitzadores d'energia elèctrica per tal de seleccionar la més beneficiosa, s'intentarà reduir les pèrdues energètiques a l'habitatge, i millorar els electrodomèstics que més consumeixen.

Finalment s'afegirà una instal·lació fotovoltaica per tal de no dependre tant de l'energia subministrada des de la xarxa. Per això s'estudiaran els components idonis per aquest cas tot intentant minimitzar el cost.

3. EFICIÈNCIA ENERGÈTICA

3.1 Definició

L'eficiència energètica és la relació entre els recursos obtinguts i els recursos energètics emprats per la seva consecució.

En termes macroeconòmics podríem explicar-lo com el quocient entre el consum energètic de l'economia d'un país i el seu producte interior brut (PIB). És a dir, ens mostra la quantitat d'energia necessària per produir una unitat de PIB nacional.

A nivell particular podríem definir l'eficiència energètica com l'optimització del consum energètic per unes determinades condicions de confort i nivells de servei. La seva aplicació practica en un habitatge passa per la implementació de mesures que minimitzin les pèrdues d'energia, aconseguint un estalvi i ajustant el consum energètic a les necessitats reals.

Motivacions per millorar l'eficiència energètica.

- La reducció de l'ús energia redueix els costos de electricitat i pot generar un estalvi financer per als consumidors.
- Reduir l'ús d'energia també es considera una solució al problema de reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle.
- "La eficiència energètica millorada en edificis, processos industrials i transport podria reduir les necessitats d'energia del món en 2050 en un terç, i ajudar a controlar les emissions globals de gasos d'efecte hivernacle" (Agencia Internacional de l'Energia, 2015)
- Millora en salut personal sobre individus que viuen en grans urbs i per tant millora en els serveis de salut: *atenció i costos*.
- A nivell macroeconòmic pot produir un reducció d'importacions d'energia (cru, gas i electricitat) i per tant millora de la balança comercial

El creixement sostenible es basa en l'eficiència energètica, l'energia renovable i el reciclatge.

El Departament d'Energia de EE. UU. ha declarat que existeix un potencial d'estalvi d'energia d'una magnitud de 90 mil milions de kWh al augmentar la eficiència energètica de la llar.

[*Weatherization, Including Air Infiltration and Duct Eficiències Measures, 2009, Traduït de l'anglès*]

En general, fins al 75% de l'electricitat utilitzada en els EE. UU. en l'actualitat podria estalviar-se amb mesures d'eficiència que costen menys que l'electricitat en si.

En el entorn domèstic tenim un problema d'informació, ja que no som conscients del que podem reduir en la nostre factura energètica. Tot tipus d'habitatge te una solució a mida.

El pes de sector residencial sobre el total consum del país, comporta només el 20% del total consum, dada que no ajuda a iniciatives nacionals sobre aquest tema.

Darrerament les companyies elèctriques han iniciat campanyes (més venda que conscienciació) per ser més eficient i pensar en energies verdes.



Figura 1 Percentatge Espanya de cada sector en el consum per hores. Font REE

En l'escenari de Stated Policies (polítiques mes exigents que les actuals, derivades dels darrers compromisos acordats pels governs del mon), la demanda d'energia creixerà a raó d'un 1% fins a l'any 2040. (1)

Les fonts renovables com la solar fotovoltaica, cobriran aquest escenari en mes de la meitat.

El gas natural cobrirà l'altre terç.

La demanda de petroli restarà sense creixement en els propers 10 anys i l'ús del carbó registrarà mínims històrics.

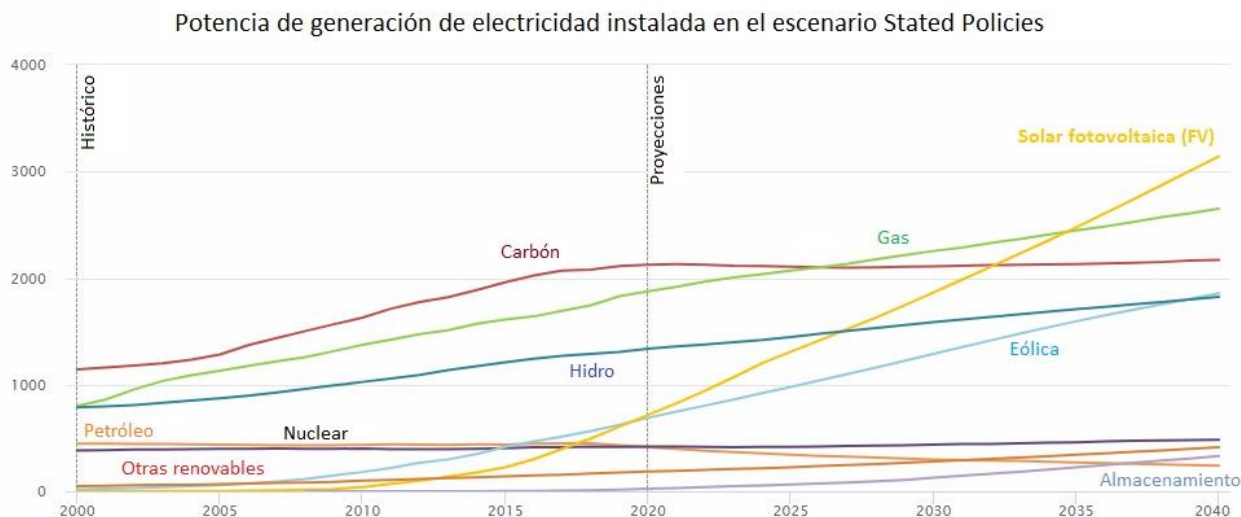


Figura 2: Previsió de creixement de generació elèctrica per tecnologies fins el 2040 Font AIE.

3.2. Breu apunt sobre energies

El món s'ha desenvolupat amb energia procedent de combustibles fòssils. La revolució industrial del segle XVIII va propiciar un increment de l'ús de la energia bàsicament procedent del carbó i del gas.

El creixement demogràfic del segle XX ha estat exponencial passant dels 1.500 milions d'habitants al quasi 8.000 milions actuals, pressionant a tots els sistemes de producció d'energia del món.

Actualment a Espanya entre un 35% i un 40% de la total producció elèctrica correspon a energies renovables.

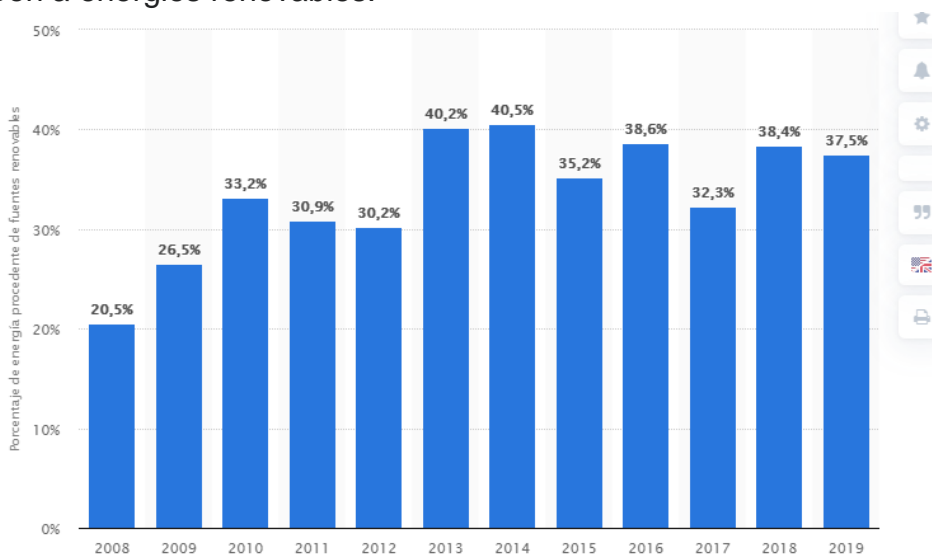


Figura 3: Energia procedent de fonts renovables a Espanya de 2008 a 2019. Font AIE

Energies renovables i no renovables.

3.2.1. Energies no renovables

Tal i com el seu nom indica, son energies provinents de llargues transformació d'elements soterrats durant milers d'anys. Bàsicament ens referim als combustibles fòssils: carbó, gas i petroli.

Avantatges: abundants, baix cost d'extracció.

Desavantatges: contaminació del planeta, efecte hivernacle

També farem menció a la energia nuclear, provinent així mateix d'elements estranys soterrats que tenen la particularitat que una vegada purificats i enriquits podem produir reaccions de fissió nuclear amb gran despreniment d'energia.

Avantatges: baix cost de producció elèctrica.

Desavantatges: Elements radioactius residuals d'alta vida mitjana.

3.2.2. Energies renovables

Son energies produïdes per el propi planeta de forma inesgotable, que només cal aprofitar: energia hidràulica, mareomotriu, energia eòlica, energia solar fotovoltaica i tèrmica, geotèrmia i biomassa.

Avantatges: Netes, sense residus, no contaminen, es renoven contínuament i tenen baix cost de producció.

Desavantatges: Contaminació visual del paisatge, legislació complicada.

3.3. Eficiència energètica als habitatges.

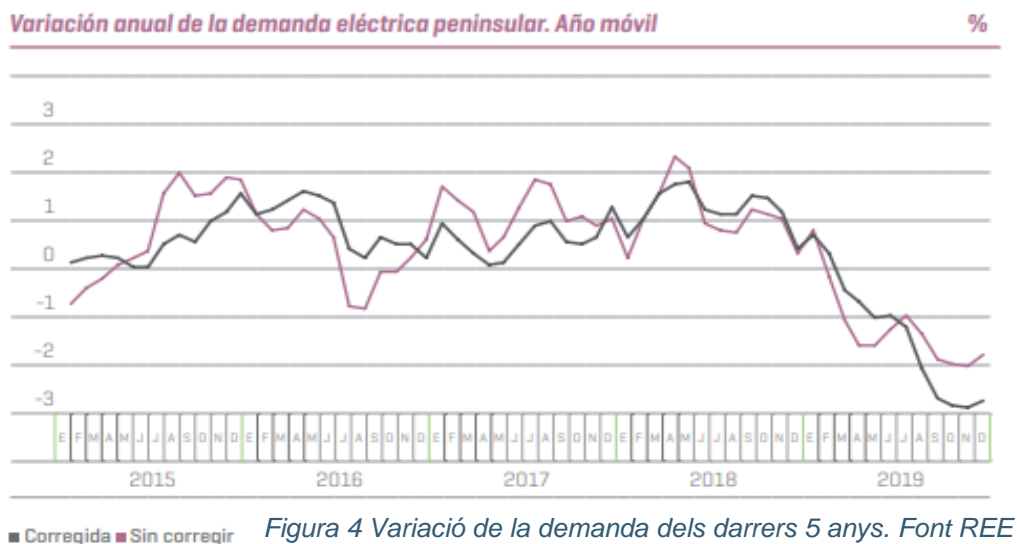
Perquè no hem incorporat abans la eficiència energètica en el sector residencial.? Apuntem 2 motius.

- Per una banda la població en general no ha estat conscient de la degradació del planeta, la contaminació i el canvi climàtic fins ara.
- Per l'altre els usuaris no s'havien adonat del que suposa un cost energètic creixent en la factura elèctrica, afectant de ple la seva economia.

Els habitatges en els darrers anys s'han electrificat. La domòtica, les comunicacions, mes electrodomèstics, els sistemes de control s'han fet presents al dia a dia, demandant més energia elèctrica als constructors.

Mantenir la temperatura constant hivern-estiu, cuinar més ràpid, mantenir els aliments frescos o congelats per mes temps, controlar la casa a distància, instal·lació d'elements de seguretat, internet, TV i música han suposat un increment de la potencia contractada de al voltant de 5.5 kW en domicilis nous.

La variació en la demanda dels darrers 5 anys nivell de Espanya peninsular és la següent:



A destacar que després d'anys d'increments en la demanda, observem al 2019 la primera davallada. Podem apuntar 2 motius:

- Temperatures mitjanes en ascens, produïdes pel canvi climàtic que han reduït la despesa en climatització a l'hivern (40% de la despesa en un habitatge), reduint les estacions climatològiques a pràcticament dues, hivern-estiu
- Les indústries fa anys que han posat en marxa el processos definits per la **ISO 50001** sobre eficiència energètica. Moltes indústries han incorporat instal·lacions fotovoltaïques com a recolzament a la potencia demandada. La indústria representa quasi el 40% del total de la demanda.

Si ens centrem en la demanda d'energia de les edificacions, a la Unió Europea, el 40% del consum energètic correspon a edificis. Això representa unes emissions de CO₂ a la atmosfera d'uns 840 milions de tones, que provenen principalment de la climatització en general i de l'ús d'energia en edificis, tant públics com privats.

Per tant podem afirmar que l'eficiència energètica en edificis és un factor clau per la sostenibilitat del planeta.

3.4. Passive House.

En alguns països nòrdics trobem un exemple de Passive House, les **hytte** (cases de segona residència).

Ubicades a la muntanya, de més 100 mts² de superfície, a prop de fiords i en mig de la neu, només tenen un parell de convectors elèctrics al menjador i com a molt un terra radiant al lavabo.



Figura 5 Casa Passiva, model d'eficiència energètica. Font. egreengroup.

Aquestes construccions de fusta i materials aïllants, mantenen la temperatura estable inclòs amb entorns hivernals sota zero sense quasi elements calefactors.

En una edificació normal les pèrdues calorífiques provenen principalment de:

- 30% pel sostre
- 16% murs i parets
- 13% portes i finestres
- 5% ponts tèrmics
- 16% terra
- 20% ventilació

Les edificacions Standard Passive House, solucionen aquest problema.

Aquesta tècnica d'edificació es basa en 3 directrius:

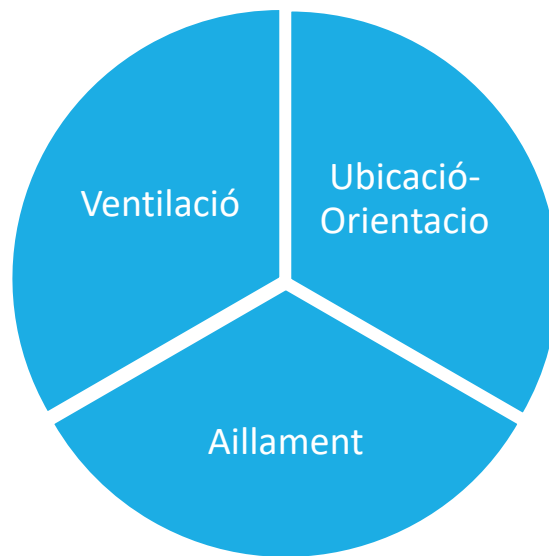


Figura 6: Bases de Passive House. Font pròpia

El límit en la demanda de energia consumida que marca el Standard Passivhaus és 15 kWh/(m²any). Les Passive House poden arribar a reduir fins a un 75% la demanda en calefacció-refrigeració.

Els materials emprats, el seu aïllament i la tècnica de construcció fan d'aquestes construccions un exemple d'eficiència.

A continuació veiem un prototip d'una Passive House amb els 5 punts crítics:

- Aïllament tèrmic a tot l'evolvent
- Estanqueïtat al sostre
- Correcta ventilació de fluxos dirigits
- Amples finestres amb triple capa de vidre tèrmic
- Disseny lliure de ponts tèrmic sobre tot a les juntes

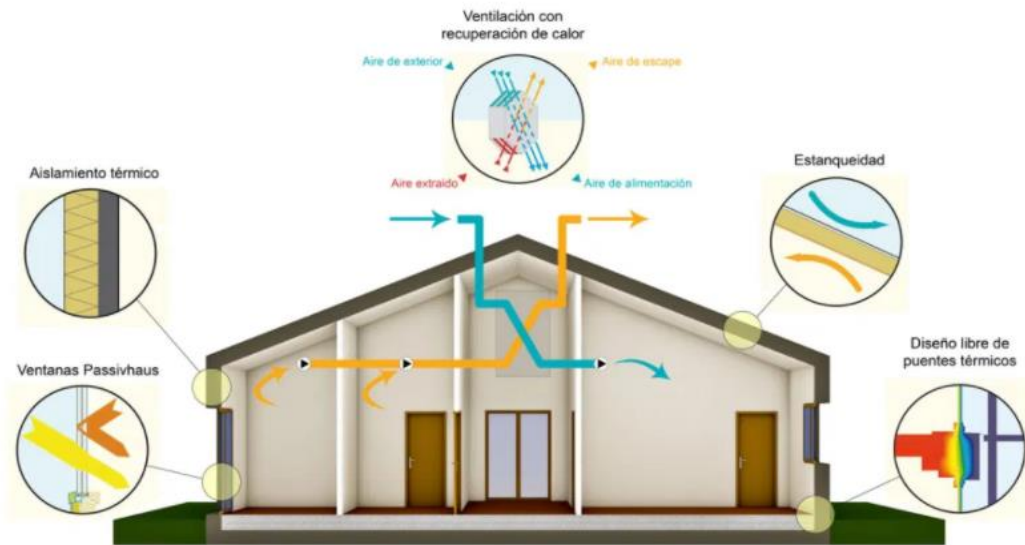


Figura 7. Els 5 principis bàsics d'una casa Passive House. Font Construccions Pacasa

Es té que ser conscient de aquest tipus de construcció, habitual en països nòrdics, està més indicada per habitatges individuals o cases aparellades, però que aquesta tècnica té una difícil implementació a les nostres ciutats.

Als grans nuclis no podem actuar més que en edificis nous o en rehabilitació. No podem triar lliurement l'orientació i la ubicació, elements primordials. En el entorn rural, en petites ciutats i en determinades segones residències podria tenir una aplicació més efectiva.

3.5. Aerotermia.

L'Aerotermia és una tecnologia neta (aire-aigua) que aprofita l'energia tèrmica present en l'aire per extreure fins un 77% d'energia gratuïta i transferir-lo a l'aigua que aprofitarem per aclimatar i per l'ACS.

Funciona dia i nit, hivern i estiu. Quan més baixa sigui la temperatura exterior, menys energia extraurem, però sempre tindrem un grau d'intercanvi de temperatura per aquest diferencial.

La tecnologia més coneguda i utilitzada és la de aire-aire (AACC-bomba de calor), però l'aerotermia és molt més eficient.

Aquests equips són més cars i de moment es reserven a edifici industrial i grans habitatges tipus unifamiliars i adossats.

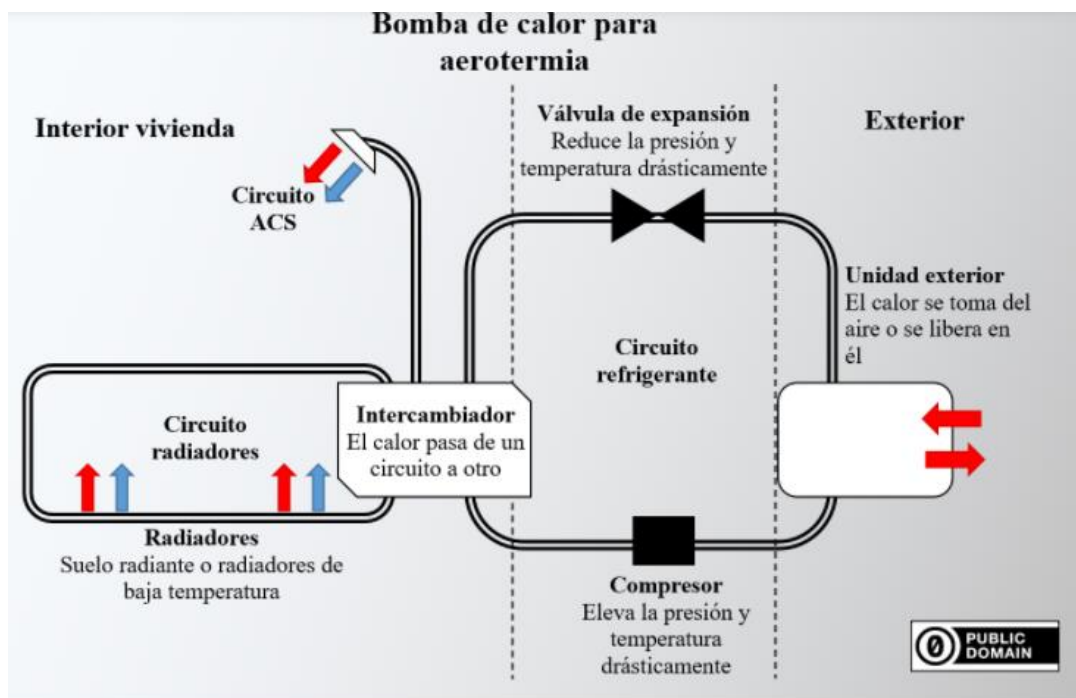


Figura 8. Descripció del funcionament de l'aerotermia Font tecnologia.xataka

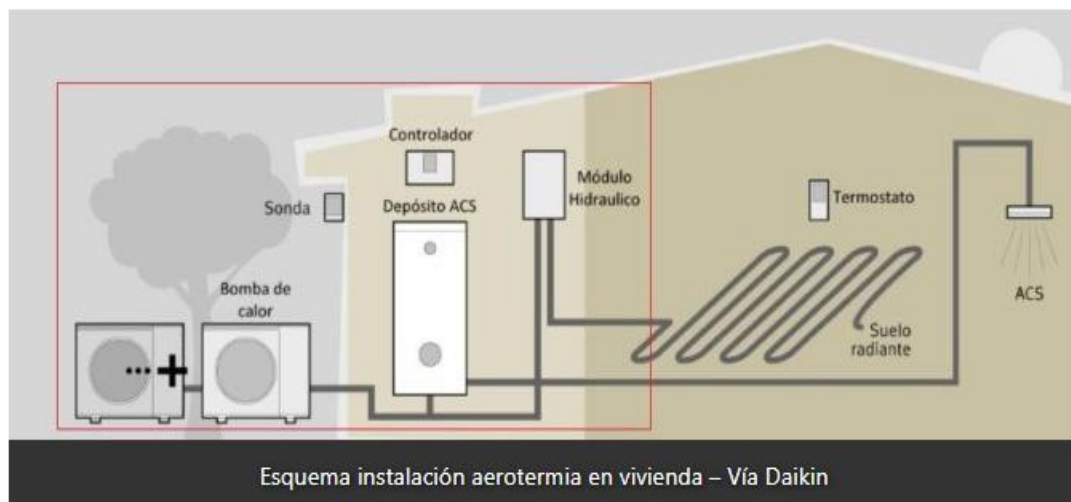


Figura 9. Esquema basic d'aerotermia. Font Daikin

L'aerotermia utilitza terres radiants, radiadors de baixa temperatura i acumuladors d'aigua calenta per transmetre i acumular calor, però també proporcionen aire fred mitjançant els "Fancoil", tot invertint el procés.

Indicadors dels equips:

Coeficient de eficiència energètica o **Coeficient Of Performance (COP)**. Es defineix com el quocient entre la potència de calefacció i la potència elèctrica absorbida en unes condicions específiques de temperatura amb la unitat a plena carrega.

Índex eficiència energètica o **Energy Efficiency Ratio (EER)**.

Es defineix com el quocient entre la potència de refrigeració i la potència elèctrica absorbida en unes condicions específiques de temperatura amb la unitat a plena carrega.

Actualment s'utilitza l'índex **SCOP i SEER** per ser més ajustats a la realitat.

SEER (*factor d'eficiència energètica estacional*), es defineix com l'eficiència energètica estacional de una unitat, calculada per la demanda anual de refrigeració, determinada per unes condicions climàtiques específiques expressades a la norma UNE-EN 14825:2014.

SCOP (*Coeficient de rendiment estacional*) es defineix com l'eficiència energètica estacional de una unitat, calculada per la demanda de calefacció anual de referència.

Taula 1. Correspondència entre els valors d'eficiència energètica i els índexs SEER i SCOP. Elaboració pròpia

EFICIENCIA ENERGETICA	SEER	SCOP
A +++	SEER > 8,5	SCOP ≥ 5,1
A++	6,1 ≤ SEER <8,5	4,6 ≤ SCOP < 5,1
A+	5,6 ≤ SEER <6,1	4,0 ≤ SCOP < 4,6
A	5,1 ≤ SEER <8,5	3,4 ≤ SCOP < 4,0
B	4,6 ≤ SEER <8,5	3,1 ≤ SCOP < 3,4
C	4,1 ≤ SEER <4,6	2,8 ≤ SCOP < 3,1
D	3,6 ≤ SEER <4,1	2,5 ≤ SCOP < 2,8
E	3,1 ≤ SEER <3,6	2,2 ≤ SCOP < 2,5
F	2,6 ≤ SEER <3,1	1,9 ≤ SCOP < 2,2
G	SEER < 2,6	SCOP < 1,9

Característiques generals:

- És una energia renovable, recollida como tal en el CTE (Codi Tècnic de la Edificació).
- És sostenible, i així està classificada per la Unió Europea.
- No requereix quasi manteniment, és como un electrodomèstic més.
- **No produeix combustió** (no tenim caldera). No hi ha fums residuals. És més segura.
- Tota la casa pot funcionar exclusivament amb electricitat, sense necessitat de contractar gas o subministres de combustible
- Baix consum energètic: Solament paguem el consum elèctric, que pot arribar a ser només del 22% de l'energia global aportada amb maquines de rendiment 6,5 (SEER i SCOP)
- Utilitza el cicle frigorífic directe en refrigeració i el invers per produir calefacció i agua calenta (ACS).

4. MARC ACTUAL

4.1. Preus electricitat. Mercat diari i intradiari

El preu de l'electricitat a Espanya esta totalment regulat per l'operador del mercat elèctric designat: **OMIE**. Cada país te designat un organisme similar.

Segons la llei 24/2013 "La energia elèctrica negociada a través dels mercats diaris i interdiaris es retribuirà sobre la base del preu resultant del equilibri entre l'oferta i la demanda.

Cada franja horària es negocia amb una cassació entre els preus d'oferta i de demanda. Tots els preus de venda per sota del punt de cassació son acceptats.

Els preus es negocien per cada hora en el Mercat Diari (D-1) i posteriorment es re-negocien els desajustos d'oferta i demanda en el Mercat Intradiari, on només participaran els agents que han intervingut en el Mercat Diari anterior.

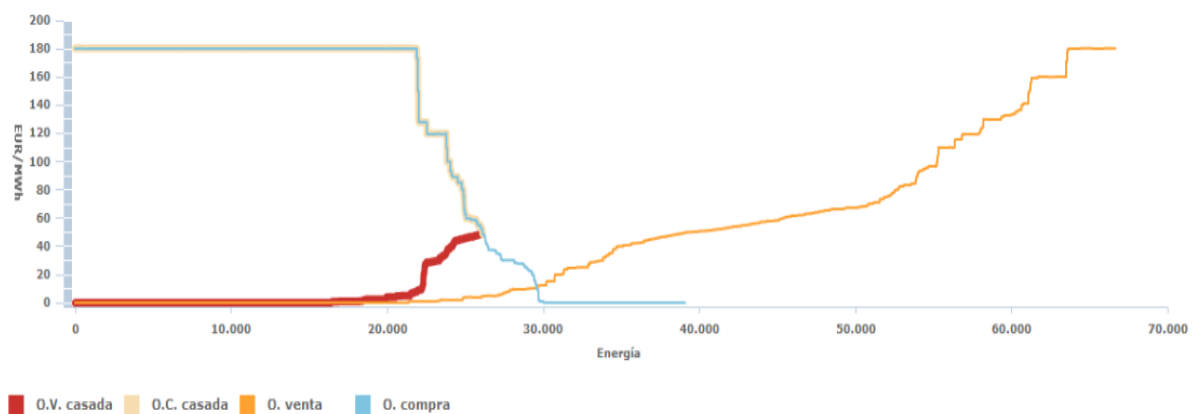


Figura 10. Punt de cassació entre les corbes de la oferta i demanda. Font OMIE

La participació es realitza a través d'un sistema informàtic senzill (algorisme Euphemia) que facilita la participació simultània d'un gran nombre d'agents en un temps reduït.

Taula 2.. Estructura de contractació per sessions del mercat intradiari. Elaboració pròpia

	Sessió 1	Sessió 2	Sessió 3	Sessió 4	Sessió 5	Sessió 6
Apertura de sessió	17:00	21:00	1:00	4:00	8:00	12:00
Tancament de sessió	18:45	21:45	1:45	4:45	8:45	12:45
Cassació	19:30	22:30	2:30	5:30	9:30	13:30
Recepció de desagregacions del programa	19:50	22:50	2:50	5:50	9:50	13:50
Publicació PHF	20:45	23:45	3:45	6:45	10:45	14:45
Horitzó de programació	27 hores (22-24)	24 hores (1-24)	20 hores (5-24)	17 hores (8-24)	13 hores (12-24)	9 hores (16-24)

Podem comprovar l'estructura de preus resultant de la negociació d'un dia.

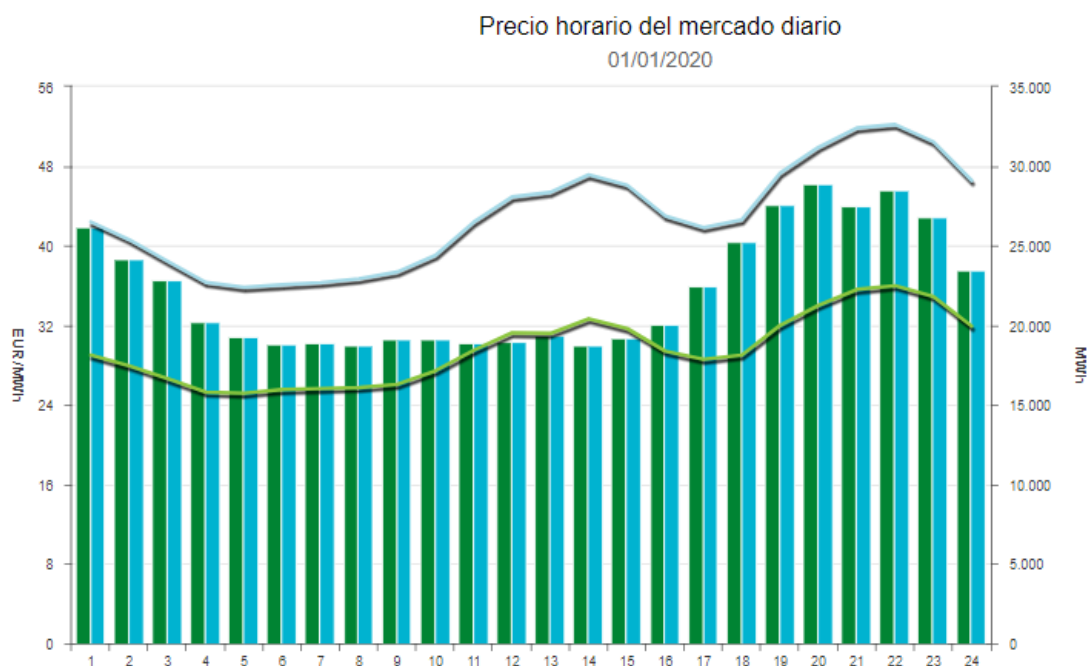


Figura 11 : Preus pactats per hores del mercat diari Mibel (Espanya i Portugal) Font OMIE

4.2 Evolució darrers anys

Adjuntem la gràfica de preus Eur/MW/h del mercat ibèric (Mibel) de l'electricitat per veure l'evolució 2007-2019. En els darrers 15 anys el preu ha pujat més d'un 80%.

En relació als preus de l'energia comparats amb Europa apreciem que el preu de l'electricitat a Espanya es molt superior a la mitjana de la UE.

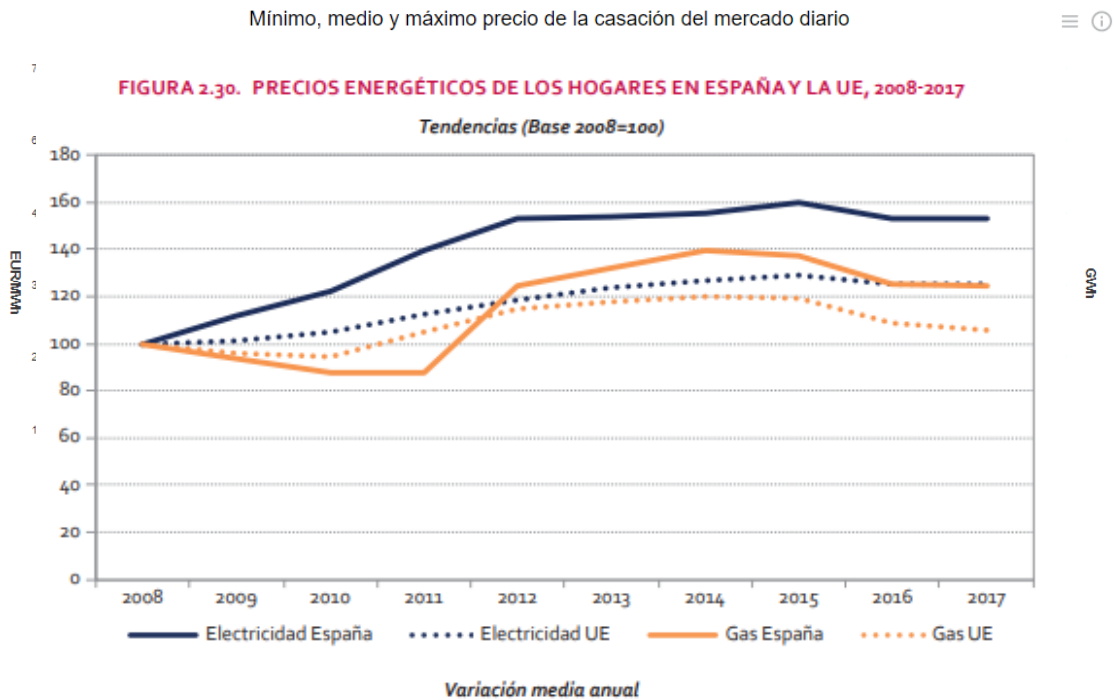


Figura 12: Preus energètics sector residencial Espanya -UE 2008-2017. Font Gobierno

Tot i no tenir un gran nombre de nuclears com altres països, disposem d'un important cabal hidrogràfic (penalitzat actualment per les sequeres) i extenses estacions generadores renovables (eòliques i solars) que comencen a assolir quantitats significatives respecte al total produït.

La distribució de les diferents fonts de energia esta expressat en el següent quadre. Com veiem el percentatge de fons renovables es situa sobre 37%

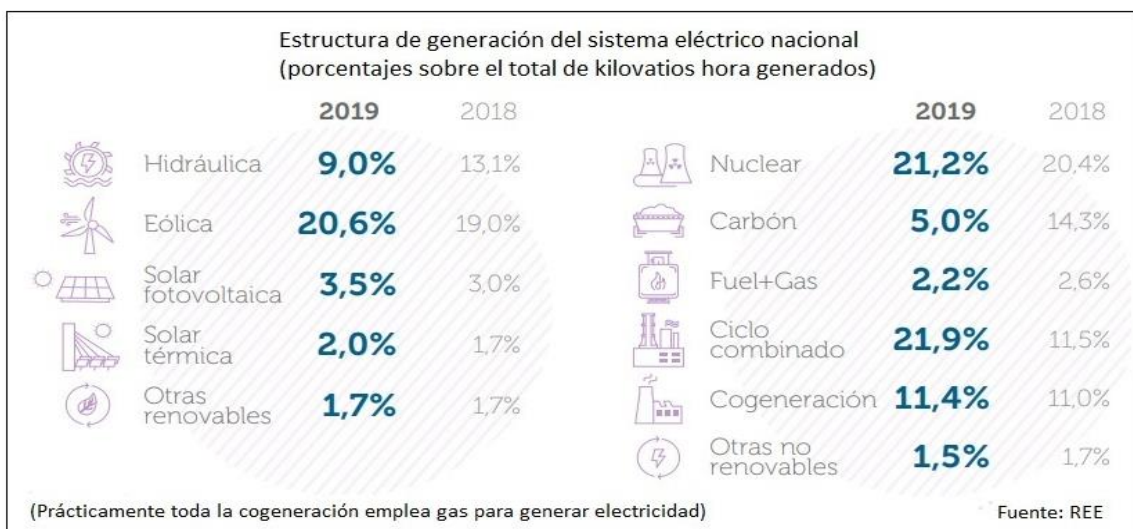


Figura 13: : Distribució de la producció segons la font. Font REE

4.3. Distribució de consum Espanya / Catalunya: Indústria, transports, comerç, residencial

Indiquem algunes dades de consum i producció al nostre país

Demanda anual d'energia elèctrica nacional.....	264.843 GW
Demanda nacional màxima instantània.....	40 GW
Estructura de generació anual del sistema	261.010 GW
Total potencia nacional instal·lada.....	110 GW
Aportació de les energies renovables (37%).....	40 GW
Aportació de energies lliures de CO² (51%).....	53 GW

Existeixen noves peticions per connectar fins a **150 GW** de energies netes, quantitat elevada si ja tenim una potencia instal·lada es d'uns 110 GW i un consum INSTANTANI d'uns 40 GW

El percentatge d'aquesta demanda per sectors esta expressat en la taula següent:

Taula 3 Consum d'electricitat per sectors de l'economia. Font pròpia

CONSUM PER SECTORES Espanya / Catalunya	%
INDUSTRIA	28
HABITATGES	15
SECTOR PRIMARI	4
SERVEIS	12
TRANSPORTS	41
TOTAL CONSUM	100%

Les dades tant per Catalunya com d'Espanya son molt similars. A Catalunya el pes de Industria i habitatges es mínimament superior a la resta d'Espanya.

Per completar la informació detallem quin percentatge d'energia destinem a mantenir els habitatges a temperatura constant hivern-estiu.

CONSUMS D'ENERGIA PER US DEL SECTOR RESIDENCIAL (ktep)

Taula 4: Consum residencial per destinacions i fonts. Elaboració pròpia. Font MITECO/IDAE/INE 2018

2018						
FONT ENERGÈTICA	Calefacció	Refrigeració	ACS	CUINA	Il·luminació i electrodomèstics	TOTAL
Electricitat	475	151	482	599	4744	6451
Gas	1269	0	1172	299	0	2470
Combustibles sòlids	56	0	4	8	0	68
productes petrolífers	1966	0	606	187	0	2758
Energies renovables	2490	2	297	27	0	2816
TOTAL	6256	153	2561	1119	4744	14834

El que deduïm d'aquesta taula, es el següent:

- L'energia destinada a calefacció + refrigeració correspon al **43%** de la total energia utilitzada al habitatge.
- Un **17%** destinada per aigua calenta sanitària ACS.
- Un **32%** a il·luminació i al consum dels electrodomèstics.
- Un **8%** a cuina (forn, vitroceràmica, inducció, microones)

Observacions:

El **43%** que correspon a despesa per calefacció-refrigeració te en compte altres fonts d'energia a més de l'electricitat: gas, butà, gas-oil, biomassa, etc.

Es evident que degut a la manca d'un bon aïllament i d'estanqueïtat en els edificis tenim una fuga important d'energia en aquest aspecte.

Per altra banda si el nostre habitatge tingués només instal·lació elèctrica (com passa en molts apartaments petits de nova construcció), tota la despesa estaria concentrada en el sector elèctric (calefacció, refrigeració, cuina, ACS, electrodomèstics). Això ens permet aplicar les propostes de eficiència energètica amb suport d'energies alternatives (fotovoltaica) més fàcilment.

5. NORMATIVA

5.1. ISO 50001

La norma ISO 50001 es una normativa internacional desenvolupada per ISO (*International Organization for Standardization*) que determina la gestió de energia en una organització. Possiblement és la norma de gestió de la energia empresarial més utilitzada en el món.

Intenta integrar normes de diversa procedència, la ISO 9001 (Gestió de la qualitat) i la ISO 14001 (Sistemes de gestió mediambiental)

- **ISO 9001** *Capacitat de proveir productes a temps, sense demores, bon estat dels productes, en definitiva Satisfacció dels Clients Acompliment de les exigències y estàndards interns y externs.*
- **ISO 14001** *Estudia la millor gestió ambiental tot reduint el malbaratament i l'ús de la energia. Millora la eficiència para reduir el cost operatiu.*

La norma **ISO 50001** integra tot el sistema de Gestió de la Empresa, englobant des de la compra de energia i matèries primeres fins a les mesures a adoptar a l'empresa per promoure l'estalvi energètic. Actituds i tasques dels empleats en relació a les normes sobre estalvi energètic i reciclatge.

- La norma ISO 50001, estudia les activitats d'una organització sense tenir en compte la seva activitat a la que es dedica.
- Un bon l'acompliment pot ajudar a expandir les oportunitats de negoci i satisfer les obligacions legals. Un segell de control de qualitat ISO es indispensable per presentar-se a certes licitacions de projectes.
- Prepara per el canvi de panorama futur transmetent confiança en el negoci.
- Per un altre banda la sistematització de processos instaurats pel SGEN (Sistema de Gestió de la Energia), la Norma **ISO 50001** ens garanteix eficàcia en les mesures adoptades, amb la premissa de responsabilitat de la direcció, comunicació i participació de totes les àrees de l'empresa.
- La norma proporciona les eines i programes informàtics necessàries para identificar les oportunitats de millora en tema d'estalvi energètic.

METODOLOGIA

1.- Estableix un Pla Energètic.

Auditoria general energètica:

- Dades de l'empresa: mesures d'energia consumida i factures d'electricitat
- Quins indicadors utilitzarem per facilitar la interpretació.
- Estudi complet de l'edifici i estudi de càrregues.
- Informes energètics anteriors (si s'han efectuat).

2.- Identifica les àrees clau de resultats.

3.- Definició dels objectius

- Segons les àrees clau de resultats definides.
- Proposant les reduccions energètiques mínimes per cada període.

4.- Monitorització dels resultats amb valoració del grau d'acompliment

5.- Revisió del resultats, conclusions i noves Accions correctives.

5.2. Normativa d'autoconsum

La nova normativa d'autoconsum fotovoltaic RD 244/2019 introdueix els següents canvis:

- Elimina taxes de generació fotovoltaica
- Autoritza una nova compensació per excedents no consumits.
- Permet el consum compartit (comunitats de propietaris)
- Elimina els màxims de potencia instal·lada.
- Producció de tercers en propietats i terrats alienes.

Modalitats:

- Sense excedents. Obligatori sistema anti abocament..
- Amb excedents. Apta per instal·lacions amb potencia inferior a 100kW
 - Compensació del consum
 - Sense compensació

Guia ràpida per l'autoconsum:

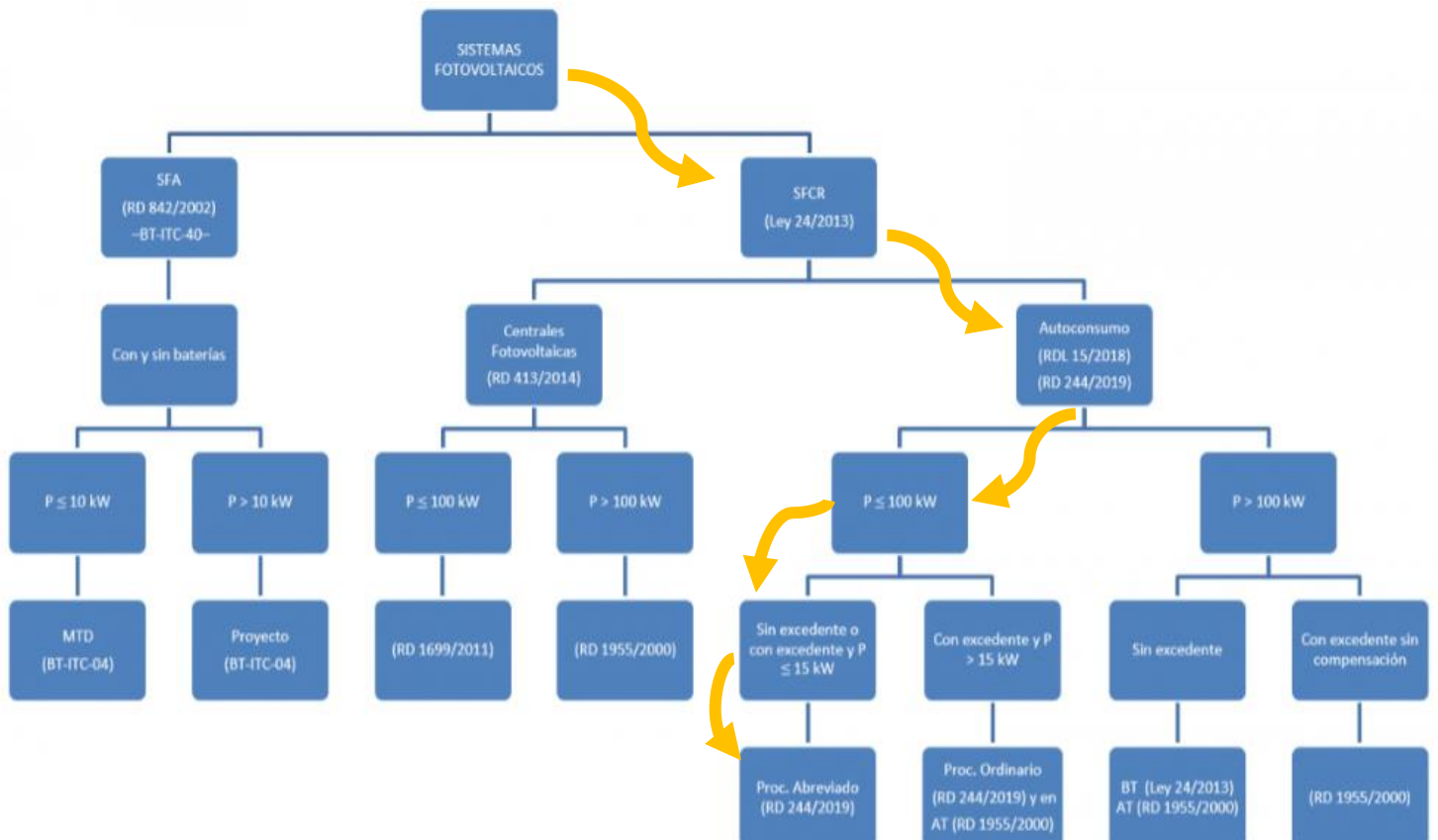


Figura 14.: Legislació. Divisió i branques. font GENSOLAR

Sistema Fotovoltaic Connectat a Xarxa. Llei 24/203

RDL 2018 (deroga llei 900/15)

RD 244-2019 ($P \leq 100 \text{ kW}$)

- – Sense Excedents (*sistema sense abocaments instal·lat*)
 - Amb Excedents (*Llei 1955/2000*)
- Si $< 15 \text{ kW}$ – Amb i sense Excedents
 - Sense Compensació (RD 1955/2000)
 - Amb Compensació ($< 15 \text{ kW} + \text{proximitat}$) *procediment abreujat*

SENSE EXCEDENTS. Quan existeixen sistemes anti-abocament que impedeixen la injecció d'energia sobrant. En aquest cas les bateries poden ser importants ja que aporten una correcta gestió dels pics. Únic subjecte: el consumidor.

AMB EXCEDENTS. En aquest cas les instal·lacions a més de generar pel autoconsum, poden injectar l'energia excedentària a la xarxa per la seva distribució. Subjectes: Consumidor i productor.

Las instal·lacions amb excedents poden ser:

AMB excedents NO ACOLLIDES a compensació

En aquesta modalitat, la energia que no es auto-consumida s'injecta a la xarxa de forma instantània a canvi d'un preu regulat pel mercat elèctric (OMIE)

AMB excedents ACOLLIDES a compensació

En aquesta modalitat, tota l'energia NO consumida al moment, s'injecta a la xarxa, que gràcies als comptadors bidireccionals acumularan el total mensual injectat. Aquesta quantitat de energia (kW/h), serà deduïda del consum real demandat a la companyia mensualment.

A aquesta modalitat es poden acollir les instal·lacions individuals i col·lectives que a compleixen les normes del R.D.

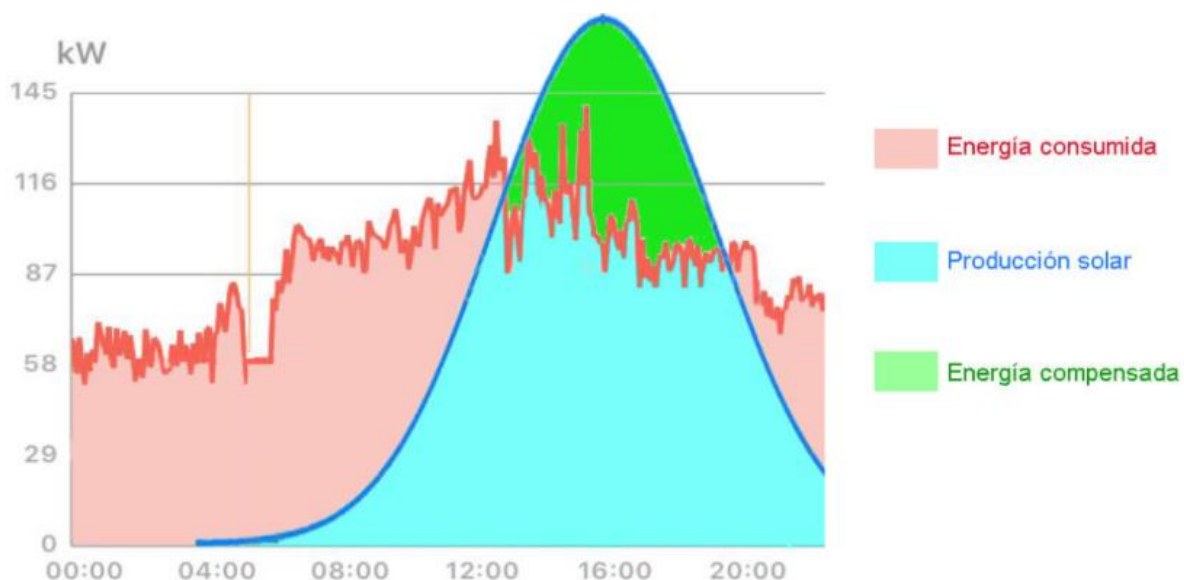


Figura 15: Gràfic de compensació d'energia. Font cambio.energético

6. ESTRATÈGEIS D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA

Les hores de màxima demanda energètica, conegudes com a pics, acostumen a ser coincidents per tot el sector industrial, el sector serveis i transport i parcialment amb el sector residencial.

En aquests pics de demanda, la producció energètica és exigida al màxim i entren en funcionament tots els sistemes de generació, molts d'ells amb un cost elevat de producció. Això comporta que consumir a les hores pics es una opció cara per la nostre economia.

Les accions d'eficiència energètica intenten postular estratègies vàlides tant per l'indústria com per el sector residencial, per tal de reduir el consum en hores pic.

Podem definir 2 objectius:

- Aplanar les corbes de demanda elèctrica per maximitzar l'energia obtinguda de les centrals generadores bàsiques.
- En segon lloc, com a forma d'equilibrar la producció elèctrica no renovable, donant cada vegada mes pes a la renovable.

Anem a veure 2+1 estratègies, que moltes vegades es complementen.

6.1. Peak Shaving

Literalment, "peak shaving" consisteix en rasurar els pics de demanda en hores crítiques. Aquesta anul·lació només la podem portar a terme si el procés que es fa no és vital o es pot reduir en temps, en cas contrari es té que tenir una font complementària d'energia (solar, bateries, generadors)



La estratègia "peak shaving" enquadra perfectament amb l'existència d'una estació fotovoltaica i/o bateries de suport.

6.1.1 Load Shedding

Aquesta sub-estratègia (desconnexió prioritària de carregues), no és una estratègia pròpiament dita. Podríem dir que és tracta d'una variació de "Peak Shaving".

En aquest cas el que fem es prioritzem a quin tipus de carrega donem preferència en cas de coincidir dos que farien disparar el consum en un període pic.

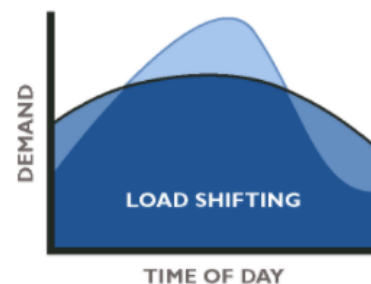
Exemple: *si tinc que aplanar la corba a les dues de la tarda, perquè a més del AACC Inverter (1.1kW), tinc que cuinar 1 hora la amb la inducció (1.8 kW), extractor de fums cuina (0.7kW), tenim a nevera connectada (0.350 kW intermitent), llum LED (0,1 kW), es evident que temporalment tindré que donar preferència a la cuina + extractor + llum sobre el AACC.*

6.2. Load Shifting

"Load shifting" en canvi es la estratègia que és refereix a traslladar les carregues i els consums pics a altres horaris fora de demanda màxima, on el preu de l'energia es mes econòmic, sense anul·lar cap.

Aquesta tècnica no requereix en principi altre font energètica complementaria.

La premissa seria que la carrega a desplaçar es pugui realitzar a altres hores sense comprometre cap tasca vital.



Comparem gràficament les dues estratègies principals (6.1 - 6.2):

Load Shifting vs. Peak Shaving

Two different ways of doing Demand Side Management

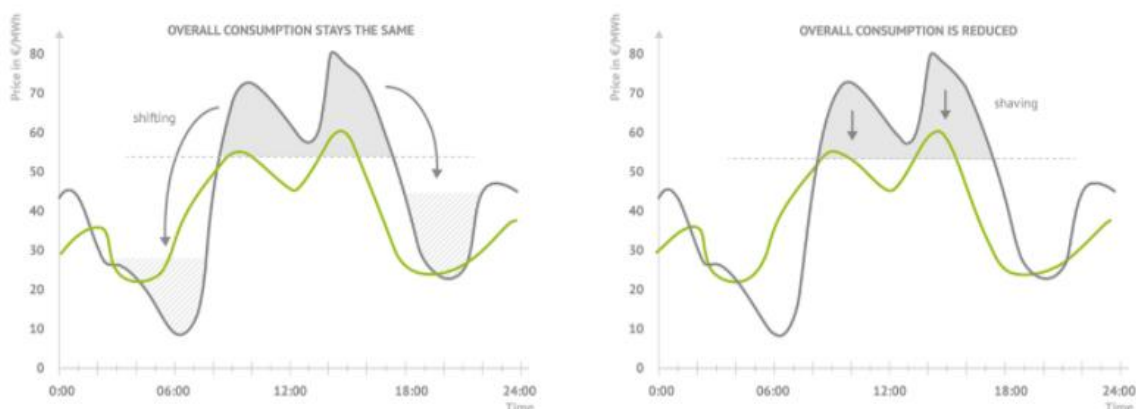


Figura 16. Comparativa gràfica per hores de Load Shifting amb Peak Shaving. Font Next

Com veiem l'estratègia "load shifting" (esquerra) trasllada les carregues a horaris valls de preu, mentre que l'estratègia "peak shaving" (dreta) les anul·la totalment, be perquè no són indispensables o perquè passen a ser cobertes per una font d'energia alternativa.

6.3. Estratègia adoptada

L'estratègia ideal per un habitatge urbà seria la de "load shifting" combinada amb el recolzament d'un autoconsum fotovoltaic.

No cal que tenir un autoconsum de gran potencia instal·lada. Entre 1 kW i 2 kW de pic, seria un valor coherent. Això es pot aconseguir en 5-6 plaques de 330 W de potencia amb una superfície aproximada de 10m².

Tot i no tenir un autoconsum instal·lat, és indispensable per aquesta estratègia, tenir contractada una tarifa discriminada 2.0 DHA 2 horaris,.

Taula 5: Tarifa discriminada 2.0.DHA Font pròpia

Període	Hores Punta	Hores Vall
Estiu	De 13.00 a 23.00 hores	De 23.00 a 13.00 hores
Hivern	De 12.00 a 22.00 hores	De 22.00 a 12.00 hores
Preu mitja	0.018 eur / kWh	0.07 eur kWh
Utilització mitjana d'energia experimentada	40 %	60 %

Aquest gràfic expressa l'estratègia triada per una habitatge tipus i que sigui possible instal·lar una xarxa d'autoconsum sense bateries.

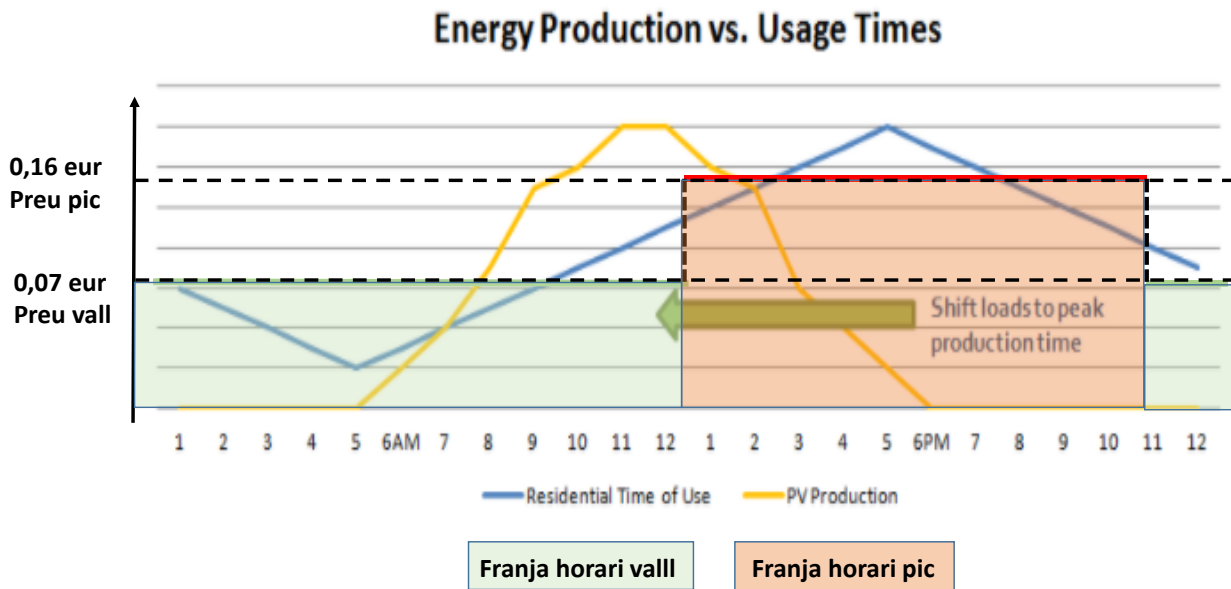


Figura 17. Integració de estratègia “load shifting” + autoconsum + tarifa discriminada. Elaboració pròpia. Modificada a partir de gràfic de Font Energia. Preus en euros kWh consumits d'energia.

Es comprova quines carregues son diferibles cap a les hores de producció solar, o en el seu cas dins de les hores vall, per aprofitar el preu més baix en cas de tenir poca producció.

Aquestes premisses seran la base de l'algoritme proposat.

Electrodomèstics habituals i la seva flexibilitat d'us en un habitatge tipus:

- Il·luminació. No es diferible.
- Televisions, PC's, etc. No es diferible.
- Frigorífics. Congeladors. Son els electrodomèstic que més consumeix perquè esta en funcionament 24 hores al dia. No son diferibles.

Mitjançant un temporitzador es pot limitar la posta en marxa en les hores pic del congelador sempre que no es tingui producció solar. Els aliments no pateixen un deteriorament si el motor del frigorífic esta en pausa durant unes hores.

- Rentadores. Rentavaixelles. Assecadores. Són programables segons tarifes i producció solar.
- Calefacció i Refrigeració. És poden diferir consums de forma parcial a hores determinades o ajustant la temperatura en hores de tarifa pic o de no producció solar..
- ACS, termos elèctrics. En aquest cas, el consum és concentra al matí i a la nit. Programar sempre els termos elèctrics en horari nocturn amb tarifa baixa.

Com s'ha explicat anteriorment en cas de tenir bateries, aquesta estratègia seria més eficient, però la valoració del cost-benefici i la dificultat per ubicar les bateries convencionals en un pis no aconsellen la seva elecció.

Cal tenir present la reducció de potencia de 5.5 kWh a 3.5 kWh. El terme de potencia en un cost fix al que es te afegir que afegir l'IVA i els impostos. Amb una algoritme eficient no es tindria que sobrepassar els 3.5 kWh de potencia.

Benefici extra: alguns ajuntaments permeten una reducció del 50% de IBI anual durant 5 anys, per instal·lar energia solar fotovoltaica.

7. REALITAT EN EL SECTOR RESIDENCIAL.

7.1. Generalitats

El sector residencial, no és el sector que té un major impacte en el consum global d'energia, però és el sector més sensible perquè afecta de forma directa a la conducta i futur comportament dels usuaris.

Una llar sensibilitzada amb l'eficiència energètica repercuteix en l'ús del transport (transport públic, bicicletes, motos elèctriques), en la cultura del reciclatge, en el tipus d'electrodomèstics que es fa servir, en el tipus de cotxe a fer servir (elèctric - híbrid) i fins i tot en el tipus de vacances programades.

Si ens centrem en la demanda d'energia de les edificacions, en la Unió Europea el 40% del consum energètic correspon a edificis. Això representa unes emissions de CO² a la atmosfera d'uns 840 milions de tones, que provenen principalment de la climatització y, en general, de l'ús d'energia dels edificis, tant públics com privats. Per tant es pot afirmar que l'eficiència energètica en edificis és un factor clau per la sostenibilitat del planeta.

Per aconseguir edificis més sostenibles, s'ha de reduir la demanda d'energia i això ho s'ha aconseguit bàsicament actuen sobre dos factors:

- Instal·lacions més eficients. (menys despesa d'energia)
- Reduir les transmissions d'energia y la transferència d'humitat entre les zones habitables dels habitatges. (l'evolvent).

La part més important sense dubte es l'aïllament. Aproximadament el 40% del consum de l'energia es produeix per refredar o escalfar l'habitatge.

El parc d'habitatges a Catalunya està distribuït de la següent forma:

UNIFAMILIARS	12,94%
ADOSADES	11.89%
RESTA	75.17%

Al Barcelonès, on es concentra la major part dels habitants de Catalunya la proporció d'unifamiliars i adossades només és del **1,41%** del total d'habitatges.

Aquestes dades fan pensar que, en termes d'eficiència energètica residencial del país, es té que pensar en solucions aplicables als habitatges més habituals. Es a dir, als pisos i apartaments en blocs de diferents alçades

La quantitat d'energia que s'utilitza en una llar varia considerablement en funció de la mida, la ubicació, el tipus d'habitatge i el nombre d'ocupants. En general, la mitjana de consum anual a Catalunya, segons dades de l'Institut Català de l'Energia, és la següent:

- **El consum elèctric és de 3.400 kWh.**
- **El consum de gas és de 4.400 kWh.**

L'Agència Internacional d'Energia proposa que l'energia mínima vital per persona és de 1.300 kWh entre electricitat i gas.

Un article de **David Maruny** dins el document "*Reflexions al voltant del 1r Congrés Català de Pobresa Energètica*" mostra que les variables que intervenen en el consum bàsic d'energia és molt variat.

Segons aquest estudi, es presenta el consum per família de gas-electricitat segon la següent classificació:

4 zones geogràfiques: A- litoral, B- prelitoral, C- planes centrals, D- muntanya.

Habitatges tipus:

Tipus 1: Una sola persona treballadora

Tipus 4: Una parella jubilada

Tipus 9: Una parella amb dos fills

Tipus 11: Una parella amb 4 fills

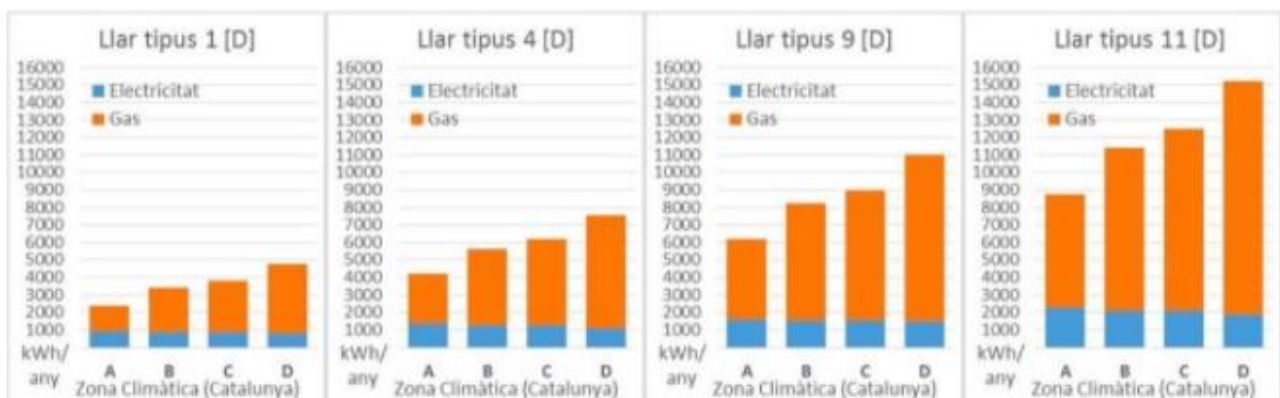


Figura 18 Evolució necessitats energètiques. Font. Congrés pobresa energètica 2020

Es pot comprovar que el gas està present en proporció de **5 a 1** sobre el total consum en els habitatges. El gas s'utilitza bàsicament per cuinar, ACS i **escalfar l'habitatge**, aquest últim que recull la major quantitat d'energia utilitzada.

Segons l'IDAE, el consum elèctric mitjà per usos varis i dels electrodomèstics en un habitatge és el següent:

Nota: Podem comprovar que la despesa del 7,40% en calefacció i un 7,50% en ACS, es refereix únicament a l'energia elèctrica, la resta fins el 45% del consum per calefacció i ACS es produït per la caldera de combustió de gas.

Taula 6: Dades extretes de l'IDAE. Elaboració pròpia. Nota: El consum per usos ha estat modelitzat basant-se en l'estudi SPAHOUSEC - Manual d'estadístiques de consum energètic

GRUPS DE CONSUM	% US	
CALEFACCIÓ	7.40%	
ACS	7.50%	
CUINA	9.30%	
AACC	2.30%	
ILUMINACIO	11.70%	
ELECTRODOMESTICS	61.80%	
TIPUS ELECTRODOMESTICS	% US	CONSUM ANY
FRIGORIFIC	19.00%	700
CONGELADORS	3.70%	600
RENTADORA	7.30%	300
RENTAVAIXELLES	3.70%	250
ASSECADORA	2.10%	300
FORN	5.10%	115
TV	7.50%	300
ORDENADOR	4.60%	
EQUIPS STAN BY	6.60%	30
ALTRES	2.20%	
	100.00%	

Es comprova que els electrodomèstics son els responsables del 61,8% del consum total d'energia elèctrica a un habitatge a Espanya.

El frigorífic, tot i tenir una potencia relativament baixa (150 Wh a 300 Wh) segons el grau d'eficiència energètica, és el que més consumeix ja que està en funcionament 24 hores al dia en petits cicles cada hora.

Una de les mesures de l'eficiència energètica és que l'habitatge tingui el major nombre d'electrodomèstics eficients: A++ / A+++ . És a dir mínim consum amb rendiment òptim.

7.2. Classificacions d'eficiència energètica

S'exposa a continuació 2 classificacions que es considerem importants. La que afecta als electrodomèstics en general i la que afecta a les il·luminàries.

Entre aquest 2 tipus de consums està concentrat una part important de la millora d'eficiència energètica en un habitatge.

7.2.1. Eficiència en electrodomèstics

Aquesta classificació és fa per l'etiqueta energètica que esta en funcionament des de l'1995, col·locada en un lateral o part de darrera del equip.

Els colors verds fosc indiquen una major eficiència energètica. En canvi els colors taronja i vermell indiquen baixes eficiències.

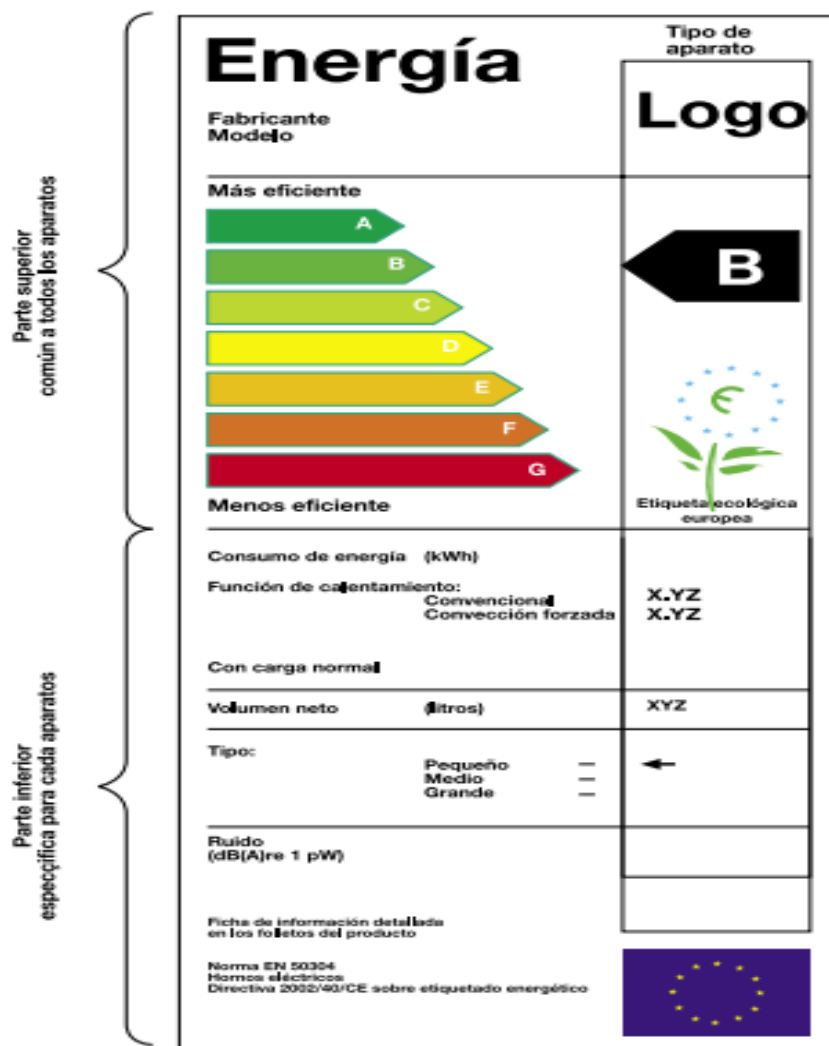


Figura 19. Etiqueta energètica dels electrodomèstics. Font electrodomèstics

A+++:	Màxima eficiència. Consum molt per sota de la mitja.
A+, A++:	Eficiència alta. Consum per sota de la mitja.
A, B:	Eficiència regular. Consum mitja.
C, D:	Eficiència deficient. Consum alt per sobre de la mitja.

Quan més eficient és l'equip menys consum anual en energia elèctrica.

Recordar els electrodomèstics on es més important tenir una bona eficiència energètica (A**/A***): son per aquest ordre, frigorífic, rentadora. Rentavaixelles i assecadora.

Els equips de AACC-Bomba de calor han de ser tipus Inverter, ja que regulen la velocitat del compressor a mínims per que sense aturar-se, continuï amb els cicles de compressió i expansió (COOP 4.5-EER 5). Poden reduir la energia consumida fins a un 40% respecte als equips No Inverter.

7.2.2. Eficiència en il·luminars.

Un apartat molt important és el tipus de lluminària emprada en un habitatge, ja que es calcula una mitjana de funcionament de 4.5 hores al dia.

Tipus:

Bombetes incandescents

Tradicionalment els habitatges disposaven de bombetes incandescent però aquest tipus de llum no és eficaç per tenir una curta vida de filament, elevat consum (60W a 100 W) i pel tipus de llum groga que produïa. Actualment prohibides

Fluorescent o llampares de descàrrega

Llampares de gas a l'interior del tub que entra en fluorescència amb un arc d'elevat voltatge. Molt econòmiques de compra i de consum i amb llum blavosa. Les actuals T5-T8-T12 ja no cansen la vista al arribar de 20K a 60K cicles /sg.

Halògenes

De petites dimensions i còniques per concentrar la llum. Inicialment necessitaven transformador perquè treballaven a 12 V. Llum molt més intensa que les anteriors. Elevada dissipació de calor, eren perilloses al tacte (cremades). Actualment prohibides.

Llampares fluorescents compactes

Generalment conegudes com LFC o “bombetes de baix consum”. És divideixen en dos grups: de tub i compactes. Son més eficients que les anteriors consumint un 80% de menys. Necessiten temps per assolir la lluminositat d'us.



Figura 20: : diversos tipus de llum existents al mercat. Composició pròpia

Tecnologia LED - Tipus A

Las llampares con tecnologia LED son díodes semiconductors que emeten llum. El seu nom prové del acrònim angles "LED: Lighting Emitting Diode". La tecnologia LED, no te filament per tant te un elevada vida i son resistents als cops. Tenen games de colors i temperatura diferents (blanca, blava, groga).

Son de molt baix consum i no precisen escalfament per funcionar a ple rendiment. Una LED de 15 W s'equiparà a una bombeta de 80 W.

Una llamparà LED de 20W consumeix 0,02 kWh davant dels 0.1 kWh d'una llamparà incandescent. El problema és el seu preu mes elevat.

La transformació de llums normals per LED en un habitatge suposa un cost mitja de 350 eur, no obstant la vida mitjana de una LED de qualitat es calcula sobre 45.000 hores.

Gamma de colors.

2.500 K Llum càlida **4000 K Llum normal** - **6000 K Llum freda**

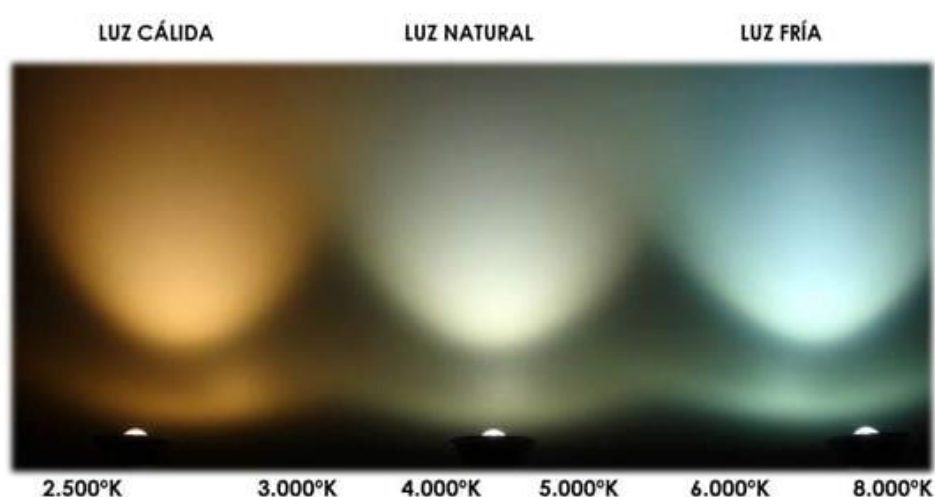


Figura 21: Espectre de temperatures. Font IDAE

Taula 7: dades sobre tipologies de lluminàries. Elaboració pròpia.

	Vida útil	Potencia	Classe Energia	Eficiència L Iluminositat/W
Incandescents	1.000 h	50 - 80 W	E - G	14
Fluorescents	2.500 h	20 W	A - B	70
Halògenes	3.000 h	40 - 50 W	C - D	
Compactes BC	15.000 h	15 W	A - B	
LED	45.000 h	10 W	A +	140

7.3. Condicionants per la implementació en un edifici urbà.

Una millora energètica eficient en un habitatge urbà, inclou l'adopció de diverses mesures d'eficiència i la possible implantació d'una micro xarxa amb energies renovables que no sempre es possible portar a terme. Tindrem que valorar:

- Disponibilitat per col·locar una micro xarxa amb HEMS.
- Orientació de l'edifici.
- Espai útil per ubicar plaques solars fotovoltaïques o tèrmiques (ACS).
- Obtenir els permisos de comunitats i d'organismes locals al respecte.
- Impacte visual de la instal·lació.
- Espai i pressupost per col·locar bateries: Cost-benefici.

Definim breument que son alguns d'aquests conceptes:

7.2.1 Micro xarxa

Les micro xarxes son sistemes de distribució en B.T. que comprenen fonts de generació complementaries així com dispositius d'emmagatzematge i gestió més el conjunt de carregues.

La micro-xarxa pot ser operada tant en mode no autònom com en mode autònom. Normalment estan connectades a la xarxa general però podrien constituir un sistema aïllat i autònom.

Un primer nivell de micro xarxa inclou fonts generadores, indústries, habitatges, sistemes de transformació i transport i en el seu cas emmagatzematge tot connectat a una xarxa general.

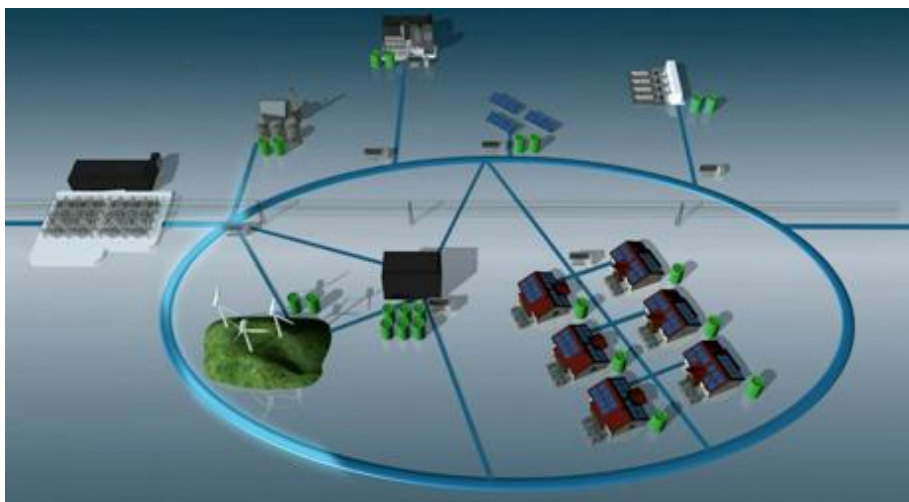


Figura 22: Exemple de micro xarxa. Font Smart city

A un segon nivell es pot parlar d'una micro xarxa per un grup d'habitatges o comunitat, compartint fonts, control i serveis.



Figura 23: micro xarxa local. Grup edificis. Font Smart city.

A un nivell mes reduït, es trobaria la micro xarxa d'un habitatge on s'identifica la connexió a la xarxa general, un sistema de producció d'energia complementària, normalment renovable, un sistema d'emmagatzematge, control HEMS i els equips i electrodomèstics.

En aquest cas poden estar connectats a xarxa o constituir un sistema aïllat.



Figura 24: Exemple micro xarxa habitatge. Font. Cener.

7.2.2 HEMS / EMS. Home Energy System Management.

Per que una micro xarxa sigui totalment autònoma, necessita un dispositiu controlador (hardware-software) que prèvia programació prengui totes les decisions òptimes per un consum eficient en funció de les variables diàries.

Si es suposa que la xarxa esta composta per: connexió a BT + Energia solar + sistema de bateries + carregues , l'EMS decidirà sobre les següents variables:

- Hores de llum estacionals
- Irradiància
- Estat de les bateries
- Electrodomèstics programats durant el dia
- Cotxe elèctric (en el seu cas)

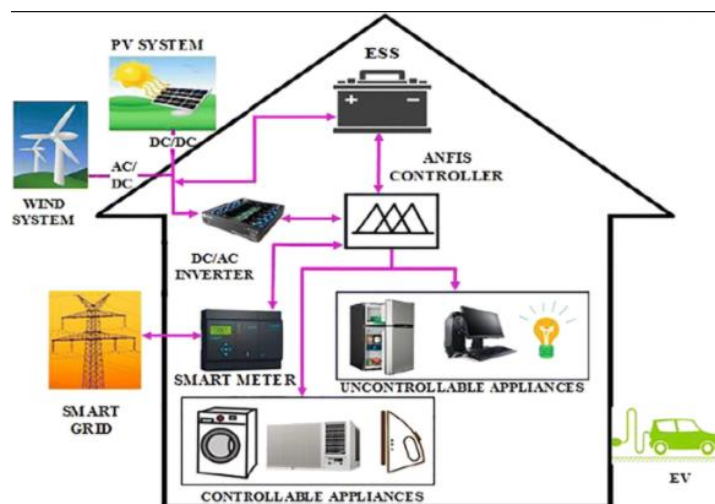


Figura 25. Disseny control per HEMS en habitatge. Font solar choice

L'HEMS decidiria per l'usuari com executar la seqüència, l'horari d'ús de connexió i desconnexió d'equips i bateries de la forma més eficient.

7.2.3. Plaques solars fotovoltaiques

Les plaques fotovoltaiques són dispositius tecnològics que s'utilitzen per convertir l'energia solar, fotons que rebem, en energia elèctrica.

Les plaques solars estan formades per cel·les fotovoltaiques, generalment fetes de silici cristal·lí. Actualment es fan proves per implementar materials semiconductors, com l'arseniür de gal·li i el grafè, més eficients.

Tenim plaques de silici monocristal·lí (més eficient), policristal·lí i amorf (en desús).

Les plaques solars fotovoltaïques capten la radiació solar i aprofiten l'efecte fotovoltaic descobert per Edmund Becquerel fa més d'1 segle.

Les cel·les solars es componen d'una capa de silici i fòsfor que proporcionen la càrrega negativa i d'una altra capa de bor que proporciona la positiva. D'aquesta forma s'aconsegueix que les cel·les solars tinguin dues càrregues i per tant puguin generar electricitat.

Les cel·les de les plaques fotovoltaïques, compostes d'un material semiconductor amb excés d'electrons de càrrega negativa i un altre semiconductor amb càrrega positiva al que li falten electrons absorbeixen els fotons quan estan exposats a la llum solar.

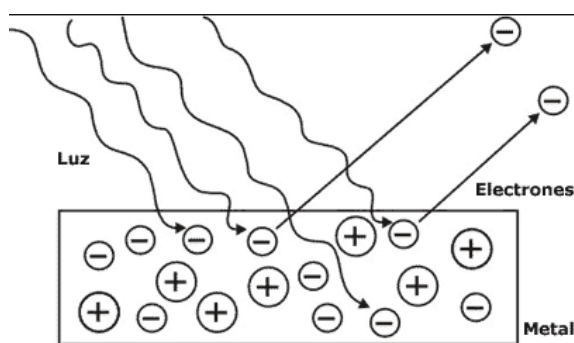


Figura 26: efecte fotovoltaic. Font Solar energia

En fer-ho, s'inicia un corrent elèctric que permet que els electrons sobrants es moguin de la seva òrbita atòmica i siguin llançats cap al camp elèctric generat pels panells solars.

Totes les cèl·lules fotovoltaïques treballen de forma conjunta i generen un corrent elèctric direccional que es pot aprofitar en les llars gràcies a l'inversor..

Panells solars monocristal·lins

Les cèl·lules de silici monocristal·lins es fabriquen a partir de blocs de silici cilíndrics. Es tallen els quatre costats del cilindre, amb el que es malbarata abundant silici i es fan làmines amb vores arrodonides. Per tant, els cristalls tenen una puresa elevada, la qual cosa provoca que el rendiment de cada cel·la augmenti. Rendiment 17-18%

Panells solars policristal·lins

En la fabricació dels panells solars policristal·lins, el procés és diferent, es fon en brut (amb impureses) el silici i a continuació, s'aboca en un motlle quadrat. Com a resultat, les làmines són totes perfectament quadrades. En tenir impureses, es formen policristal·lí que fa que disminueixi la seva eficiència. Rendiment 16%

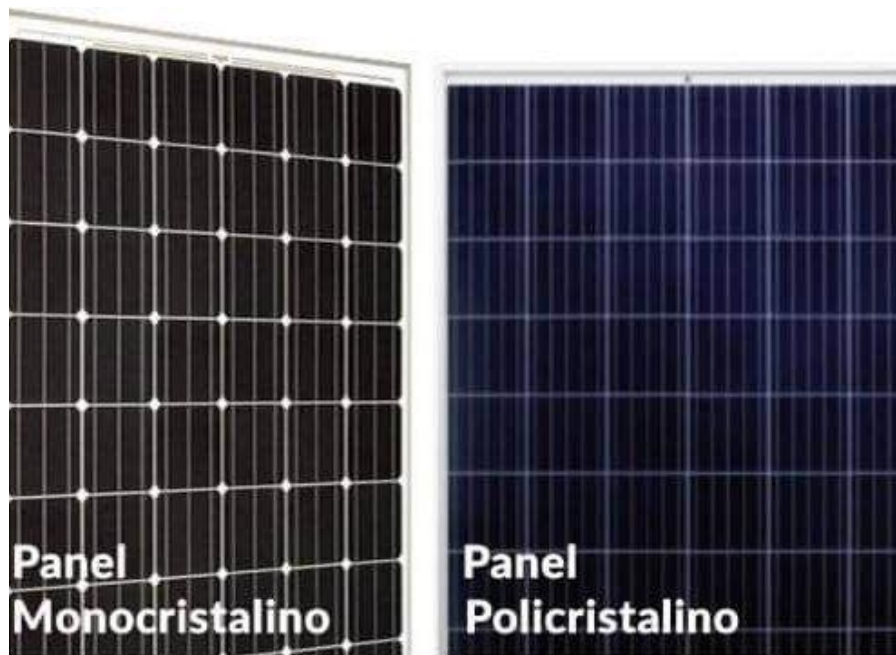


Figura 27: Classes de panells. Font Atersa

Mides habituals

Per autoconsum es troben 2 mides habituals.

1,690 x 0.997 x 0,040 de **60 cel·les**.

1,990 x 1.21 x 0,035 de **72 cel·les**

Les diferències venen donades bàsicament per la tensió **Voc** que al ser més elevada en les plaques de 72 cel·les són més apropiades per ús de bateries, ja que assegurin arribar a la tensió de càrrega ideal.

No obstant l'ús de reguladors **MPTT** en lloc de **PWM** dins del inversor minimitzen aquest problema.

Les bateries de 60 cel·les són una molt bona opció per totes les instal·lacions que no incorporen bateries, ja que es redueix l'espai, són més fàcils de transportar i ubicar, pesen menys i tenen un rendiment similar a les de 72 cel·les.

7.2.4. Bateries

Les bateries solars tenen l'objectiu d'acumular l'energia elèctrica generada per les plaques solars fotovoltaïques per poder-la utilitzar durant la nit o en dies ennuvolats.

Una bateria consta de petits acumuladors elèctrics de 2V integrats en el mateix element. Les bateries subministren corrent continu a 6, 12, 24 o 48V.

L'acumulador és la cel·la que emmagatzema energia a través d'un procés electroquímic.



Hi ha dos tipus de bateries segons el seu cicle:

- Bateries de cicle baix
- Bateries de cicle profund

Bateries de cicle baix

Les bateries de cicle baix estan dissenyades per suplir una quantitat de corrent per un curt període de temps i suportar petites sobrecàrregues sense perdre electròlits, com en el cas de les d'automòbils .

No obstant això, aquestes bateries no suporten descàrregues profundes. Si són descarregades repetidament per sota del 20%, s'escurça la seva vida útil considerablement. Per tant aquestes bateries no són una bona elecció per a sistemes solars fotovoltaics.

Bateries de cicle profund

Estan dissenyades per ser descarregades repetidament fins a un 80% de la seva capacitat. Aquesta característica les converteix en la millor opció per a sistemes d'energia solar.

Unitat de mesura de la capacitat de les bateries.

Es defineix la **capacitat** de una bateria com la quantitat d'electricitat que pot obtenir-se durant una descarrega completa quan la bateria esta completament plena (carregada)

Aquesta capacitat es mesura en ampers/hora (Ah) per un determinat temps de descarrega. *E.j. C10 i 50 Ah. - 10 hores proporcionant 50 A/hora*

Vida útil de la bateria

La vida útil d'una bateria es refereix al nombre de cicles de carrega i descarrega a que pot estar sotmesa.

La profunditat de descarrega és un factor important en la vida de la bateria. Una bateria monobloc de vida útil 180 cicles amb profunditat de descarrega del 80% però que només es descarrega habitualment fins al 30% durarà uns 1000 cicles.

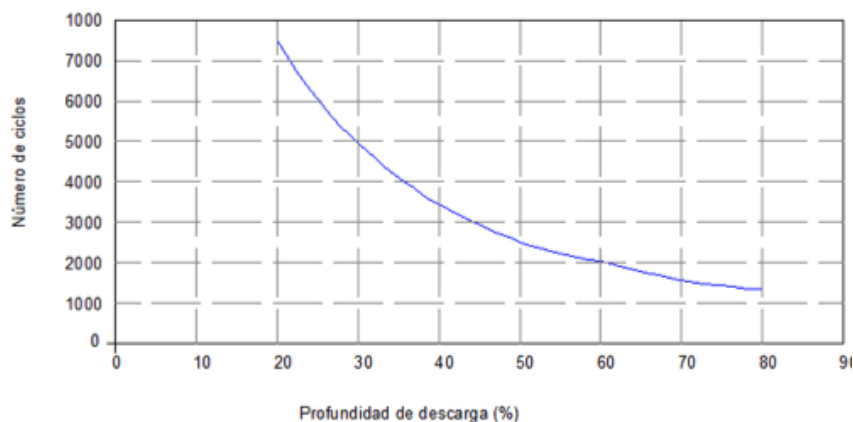


Figura 28: Vida útil de la bateria segons descarregues. Font Tencoslab

Tipus de bateries

a. Bateries Monobloc

Les bateries Monobloc estan destinades a petites instal·lacions solars on es busqui una relació qualitat-preu equilibrada.

Aquest tipus de bateries és **la més barata i més senzilla**.

En tenir evaporació de gasos, les bateries monobloc necessiten manteniment del nivell d'electròlit i no poden ser instal·lades en caravanes, ni en llocs tancats sense ventilació.



Figura 29: Diferents tipus de bateries. Font Ecosolar

b. Bateries AGM

Les bateries d'AGM tenen l'electròlit immobilitzat i unes vàlvules de regulació de gasos per evitar pèrdues, per això es diuen “**sense manteniment**”. Tenen una durada mitjana, mesurada en nombre de cicles de càrrega-descarrega a una mateixa profunditat de descàrrega, més elevada que les bateries monobloc.

A diferència de la resta de tipus de bateries, en les bateries AGM l'àcid és absorbit entre les plaques i immobilitzat per mitjà de unes estores de fibra de vidre molt fina.

La bateria AGM està pensada per a petites instal·lacions fotovoltaïques en les quals realitzar el manteniment seria molt difícil o costós.

Entre altres avantatges de les AGM destaquen:

- Llarga Vida útil, fins i tot sotmetent-les a cicles de descàrrega profunds
- Alta potència: En tenir major càrrega i una major capacitat de cicles de càrrega-descarrega.
- Rapidesa de càrrega: Temps de càrrega 5 vegades més ràpid que les bateries convencionals
- Carcassa segellada i a prova de vessaments
- Resistent a cops i vibracions
- No emeten hidrogen quan es carreguen , per la qual cosa no necessiten ventilació i pot utilitzar-se en ambients tancats
- Fàcil transport: segellades de manera que es poden transportar de forma segura i sense restriccions per perillositat
- Més lleugeres de pes que les bateries d'àcid -plom normals
- Funcionen a una capacitat òptima en un ampli rang de temperatures

c. Bateries estacionaries

Aquestes bateries tenen una llarga vida útil, són perfectes per a instal·lacions que requereixin un consum diari i durant llargs períodes de temps. Aquestes bateries estan compostes per 6 gots de 2v cadascun.

d. Bateries de Ió-Liti

Ocupen poc espai, pesen poc i no emeten gasos. També per tant es poden posar en qualsevol espai dins d'un habitatge. El temps de càrrega és el més ràpid. Es poden realitzar descàrregues totals sense veure's la seva vida intensament afectada

LES BATERIES D'IO DE LITI

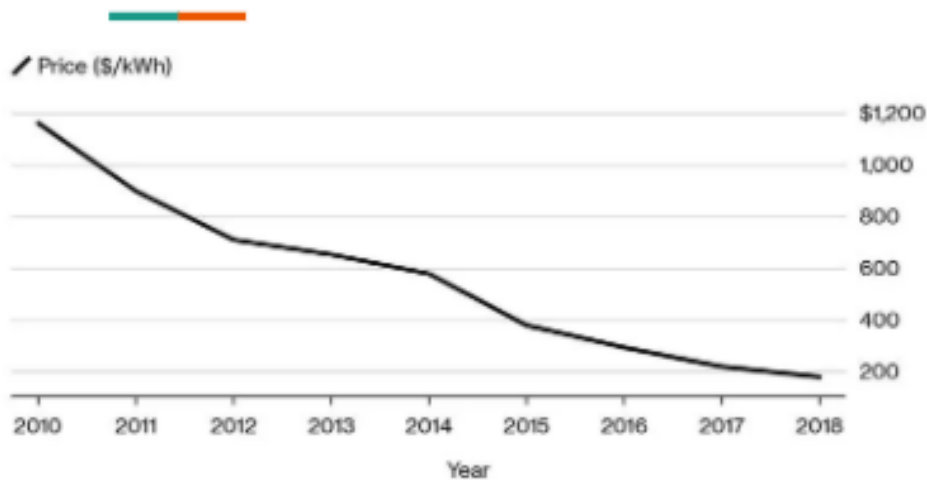


Figura 30: Preu USD/kWh de cost fabricació bateries lo-Liti. Font Bloomberg

El desavantatge que actualment té aquest tipus de bateries és el seu elevat cost, però segons previsions quan el preu de cost arribi a 100 USD kWh, seran econòmicament rendibles per incorporar-les a les instal·lacions fotovoltaïques.

Característiques més importants a l'hora d'escollir una bateria o un kit solar:

- Capacitat. La capacitat és la intensitat de corrent en amperes (A) que es pot obtenir d'una descàrrega completa de l'acumulador elèctric quan aquest té un estat de càrrega total.
- Eficiència de càrrega. L'eficiència de càrrega és la relació entre l'energia utilitzada per emplenar l'acumulador i la realment emmagatzemada. Important ser proper al 100%
- Auto descarrega. Es el procés d'un acumulador elèctric que sense estar en ús tendeix a descarregar-se.
- Profunditat de descàrrega. La profunditat de descàrrega és la quantitat d'energia que s'obté durant una descàrrega estant en càrrega total (%).

Nota sobre la col·locació plaques solars

La incorporació d'una instal·lació solar fotovoltaica en un habitatge individual tipus edifici no és fàcil, però existeixen solucions.

Habitualment per un autoconsum parcial, només es necessita 1 sol string sèrie amb un nombre de plaques reduït. Tensió màxima d'un string de 750V DC a 1.000V DC.

Si l'habitatge no disposa d'espai utilitzable (terrassa, balco, jardí, altres), existeixen dues 2 opcions:

1. Instal·lació compartida en la coberta de l'edifici per us en les zones comunitàries (vestíbul, escales, pàrquing) o be l'assignació d'un numero de plaques per usuari, per un ús individual de part de total energia generada.
2. Us general de tota l'energia produïda instal·lant comptadors en cada habitatge, per equilibrar el consum mitjançant quotes.
3. Possibilitat d'ubicar plaques solars en façanes, cobertes, finestres, porticons, protecció d'aigües dels habitatges. En aquest cas i a través de micró inversors es pot arribar a generar per agrupació, una energia similar a la de una font única. *Atenint-se a no incomplir les normes comunitàries ni urbanístiques.*

Nota sobre la col·locació de bateries solars

La incorporació de bateries en un habitatge individual en un edifici te alguns problemes:

- Espai suficient per ubicar el conjunt de bateries monobloc.
- Espais ventilats i protegits de l'acció exterior (salvat les compactes lo-liti).
- Necessitat de manteniment. (salvat les sense manteniment o lo-liti).
- Vida curta de les bateries 800-1500 cicles. (salvat les compactes lo-liti).
- El cas de les bateries compactes tipus lo-liti, el problema es el seu elevat.

Per aquest raó, aquest projecte dissenyat per en edifici urbà no ha contemplat la col·locació de bateries.

8. APLICACIÓ AL PROJECTE

EL projecte es focalitza en els habitatges urbans que constitueixen el 72% del conjunt a Catalunya. És a dir apartaments i pisos en blocs.

El repte en aquesta tipologia d'habitatges, és que podem aplicar moltes mesures d'eficiència energètica però difícilment podem actuar en altres aspectes com:

- Aïllament exterior de l'edifici.
- Instal·lació de fonts alternatives d'energia (eòlica, solar, tèrmica).
- Modificacions o ampliacions d'espais.
- Canvi d'orientació façanes o producció solar dividida Est-Oest.

- Amb aquests condicionants les solucions aplicades han de ser:
 - o Parcialment en molts casos.
 - o Valorades en funció del cost-benefici.
 - o No tenen que incomplir les normatives autonòmiques i locals.
 - o Han de ser enginyoses i efectives.
 - o Han de complir la premissa de: Inversió econòmica coherent amb un retorn en forma d'estalvi no demorat en el temps..

Pel projecte es proposem les següents premisses :

- **Mesures generals sobre eficiència**
 - o Canvi total de bombetes incandescentes/halògenes a llum LED,
 - o Trencament del pont tèrmic en finestres/portes (doble finestra)
 - o Trencament del pont tèrmic en el terra. Instal·lació de catifes.
 - o Canvi progressiu d'electrodomèstics a tipus A++/A+++
 - o Instal·lació/canvi de equip de climatització Bomba-AACC Inverter,

- **Mesures sobre fons generadores complementaries**
 - o Instal·lació solar fotovoltaica. Individual o comunitària.
 - Sense bateries per relació cost- benefici
 - Modalitat excedents amb compensació

- **Mesures que afecten a tema contractual**

- Canvi de tarifa normal 2.0A a horari discriminat 2.0DHA.
- Reduir potencia contractada

Consum en període PUNTA	Consum en període VALL	ESTALVI	Tarifa òptima (DH: discriminació horària)
0%	100%	43%	2.0DHA
10%	90%	37%	2.0DHA
20%	80%	32%	2.0DHA
30%	70%	26%	2.0DHA
40%	60%	20%	2.0DHA
50%	50%	15%	2.0DHA
60%	40%	9%	2.0DHA
70%	30%	3%	2.0DHA
76%	24%	0%	Indiferent
80%	20%	-2%	2.0A
90%	10%	-8%	2.0A
100%	0%	-14%	2.0A

Figura 31: Relació d'ús respecte horari discriminat. Font: Factor energia

- **Mesures que afecte a la conducta dels usuaris i als costums**

- Programar electrodomèstics a hores producció solar. 1^a opció.
- Programar electrodomèstics a hores vall. 2^a opció.
- Intentar aprofitar el màxim percentatge d'energia produïda.
- Mínima injecció a xarxa.

- **Disseny d'un algoritme per l'ús eficient dels electrodomèstics**

- Algoritme estival. Hores de llum estiu.
- Algoritme d'hivern. Menys hores de llum hivern.

9. ALGORITME DE MILLORA ENERGETICA

S'ha dissenyat 2 algoritmes diferents relacionats amb les hores de sol disponibles en cada canvi d'horari, hivern–estiu. L'algoritme té com objectiu definir de forma clara l'ordre de connexió - desconexió dels electrodomèstics, aprofitant la màxima energia generada i a més coincidint amb el major nombre d'hores de la tarifa vall per si la producció és insuficient..

9.1. Generalitats

Algoritme pensat per un habitatge tipus, present en la majoria de zones urbanes.

Molts usuaris podran gaudir d'un d'autoconsum, ja sigui a nivell particular o compartit amb la comunitat.

Es poc viable incorporar bateries en habitatges tipus pis-apartament.

Aclariment: Una pac de bateries d'àcid (amb manteniment o sense), té la necessitat de disposar d'un espai mitjanament gran, que sigui ventilat i que no estigui exposat al sol directe. Aquestes condicions no són presents en la majoria d'edificacions urbanes, pisos i apartaments.

D'altra banda unes bateries compactes de lo-Liti, sense manteniment, que es puguin ubicar dins d'una casa, que no generin gasos i que admetin descarregues profundes, són econòmicament inviables per la majoria de unitats familiars.

Un pac de bateries de lo-Liti de marques com LG o el PowerBank de Tesla tenen un preu elevat. Unes bateries d'una capacitat de 13.5 kWh suposen un desembors d'uns **8.300 eur**.

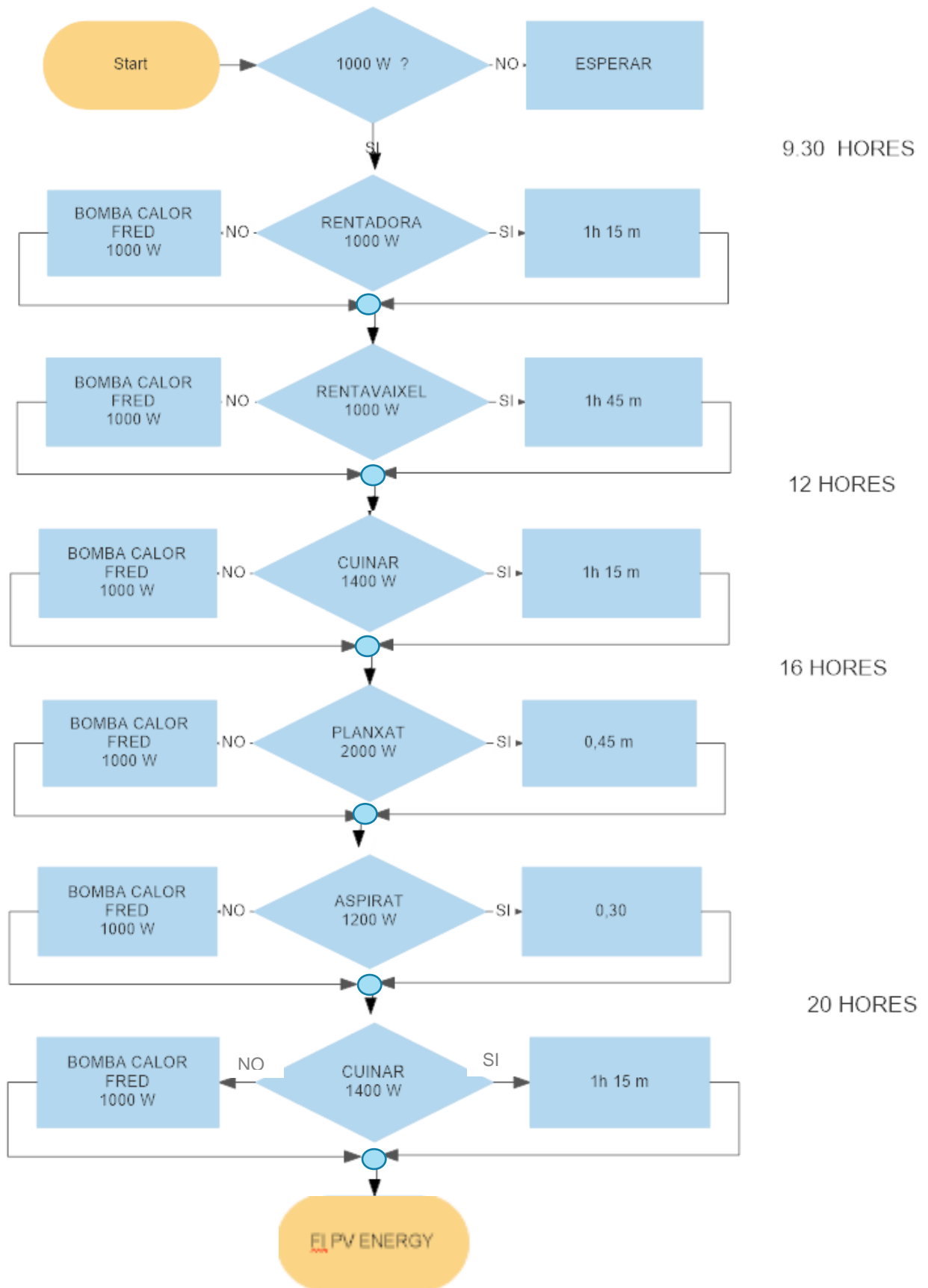
Dins de l'algoritme preveiem que la calefacció per gas sigui substituïda parcialment per la bomba de calor durant el període de producció solar, tenint sempre preferència les tasques de cuina (diari) i de la rentadora, rentavaixelles, planxat i aspirat (alterns – esporàdics durant la setmana).

La caldera es pot programar perquè es dispari per sota d'una temperatura de control (20^o) des de les 9 del matí fins a les 19 de la tarda. Posteriorment i sense producció solar té que funcionar donant el màxim confort.

Per aquesta raó els algoritmes estiu-hivern dissenyats estan pensats bàsicament per domicilis d'uns 80 m², amb 3-4 persones i potències contractades de 3 kW a 5.5 kW que creiem són la gran majoria al nostre país.

Estratègia: LOAD SHIFTING + FOTOVOLTAIC + TARIFA DISCRIMINADA

9.2. Algoritme període estival



Explicació:

L'estació d'autoconsum és de 1.5 kWh de pic. La producció mitjana és de **9 kWh a l'estiu i 4.5 kWh a l'hivern**. Producció mitjana 6.5 kWh.

Intentem aprofitar la producció **solar màxima de 1.40 kWh** (concentrada entre les 11 del matí les 15.30 hores de la tarda a l'estiu i entre els 12.00 hores del matí i les 14.30 hores de la tarda a l'hivern per encadenar el màxim nombre de tasques elèctriques sense que siguin coincidents.

Donem **preferència a totes les tasques sobre la climatització** que al llarg del dia tendiran a aconseguir una temperatura sense grans variacions. Es fa servir una bomba de calor-AACC Fujitsu Inverter de 4.5 kW. **(Input power 1.2 kW cooling- Input power 1.4 kW heating)**. COOP 3.83 i ERR 3.44, per tant treballarà en un marge proper a 1.200W i serà la base de climatització de l'habitatge, sense utilitzar caldera de gas, salvat moment crítics de no producció.

Les tasques prioritàries son:

Diari-intermitent:	Llum + Nevera.	500 W
Diàries x 2	Cuina inducció-Forn-Microones.	1.400 W
Cada 2-3 dies:	Rentadora o Rentavaixelles no coincidents.	1.000 W
1 dia setmana:	Planxa-Aspiradora no coincidents.	2.000 W
Per hores:	TV-Portàtil	300 W
Segons temp.:	AACC-Bomba:	1.200 W

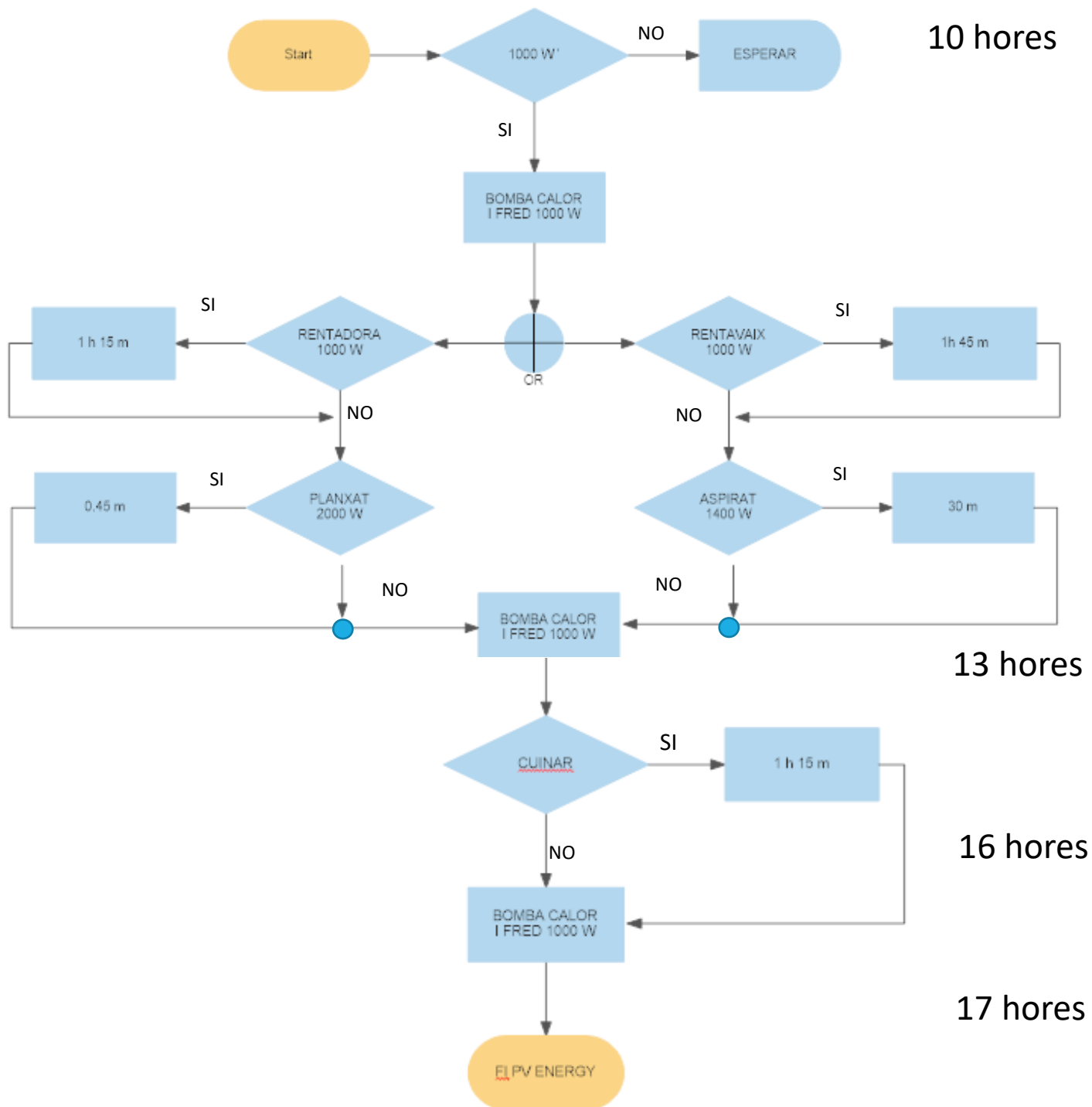
L'algoritme dona preferència a intentar consumir el **100% de la producció elèctrica generada** i recolzant-se en la xarxa per l'energia no coberta en el màxim possible en **horari vall** de la tarifa discriminada.

El període crític es des de les **18 hores fins les 23 hores** on no tenim ja producció solar i la tarifa de l'horari vall comença a les 22 hores a l'hivern i a les 23 hores a l'estiu.

Temps de funcionament dels electrodomèstics en base a experiència real. Es suposa solament 2 períodes anuals estiu-hivern. Els dies núvols o de poca producció desplaçarem les carregues no prioritàries a l'horari vall de la nostre tarifa, des de 22-23 hores fins 12-13 hores del dia següent. Marquem com **valor mínim** d'inici assolir els **1.000 W** en el nostre autoconsum. L'energia no aprofitada, serà injectada a xarxa (valor en seguiment pel comptador digital bidireccional de ENDESA. (Clau lectura 1-28-1) que ens donarà l'energia no aprofitada que serà compensada com a **excedents a preu mitja de 0.05 kWh**. **Es indispensable tenir legalitzada l'estació solar, per obtenir la compensació.**

9.3. Algoritme període d'hivern

ALGORITME HIVERN



Explicació:

La premissa que segueix l'algoritme d'hivern és el mateix que per l'estiu: preferència a tasques primordials sobre la climatització.

La diferencia radica que durant el dia es tindrà menys hores de producció solar (4,5 a 6 hores) i per tant obliga a concentrar les tasques en un horari de matí-migdia alternant les mateixes.

La producció solar total estarà reduïda per dies de menys irradiància.

El període crític on encara no entra l'horari vall es veurà incrementat respecte a l'algoritme d'estiu..

Una solució per mantenir valors similars a l'estiu seria incrementar el nombre de plaques.

Amb un espai disponible per la col·locació de 3 plaques (1.000W de pic) orientades a l'est, es podria aprofitar la incidència solar fins a les 2 de la tarda, ja que després es produeixen ombres per els murs de protecció laterals.

L'inversor té una segona entrada MPTT on podria connectar-se aquest segon string.

10. CÀLCUL EN LABORATORI

Degut a l'aïllament obligatori provocat pel Covid i per l'inici del període de vacances tot seguit, ha estat impossible realitzar les simulacions dels algoritmes proposats en el laboratori de l'EEBE.

Intentem suplir aquesta mancança amb els valors reals comparatius d'estalvi energètic que presentem sobre el cas real exposat, així com un full d'Excel on realitzem els càlculs provisionals de diversos escenaris.

Sobre aquest habitatge s'ha aplicat tota la seqüència de millores prèvies durant 3 anys fins arribar a la posta en funcionament de l'autoconsum, aplicant en tot moment l'algoritme

11. DISSENY, MUNTATGE I POSADA EN MARXA D'UNA INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA EN APARTAMENT URBA.

Com a projecte i dins de la seqüència progressiva de tots els elements d'eficiència energètica descrits en aquest TFG, s'inclou una instal·lació solar fotovoltaica d'autoconsum.

Dissenyada amb les **limitacions màximes d'espai**, aquesta instal·lació fotovoltaica 1.5 kW de pic que ha entrat en funcionament la darrera setmana de maig del 2020. La potencia calculada intenta assolir la demanda requerida en hores de producció solar mitjançant el seguiment de l'algorisme.

La instal·lació a data de 09 de setembre ha produït 1.000 kWh en 110 dies.

11.1. Ubicació

Piso de 65 m² ubicat al barri Mira sol, municipi de Sant Cugat, carrer Vall seca 124, 3^o 3^a - 08195. Referencia cadastral: 6603DF2911F00470X.

41° 28' 14" North - 2° 3' 43" East - 133 mts sobre nivell del mar.

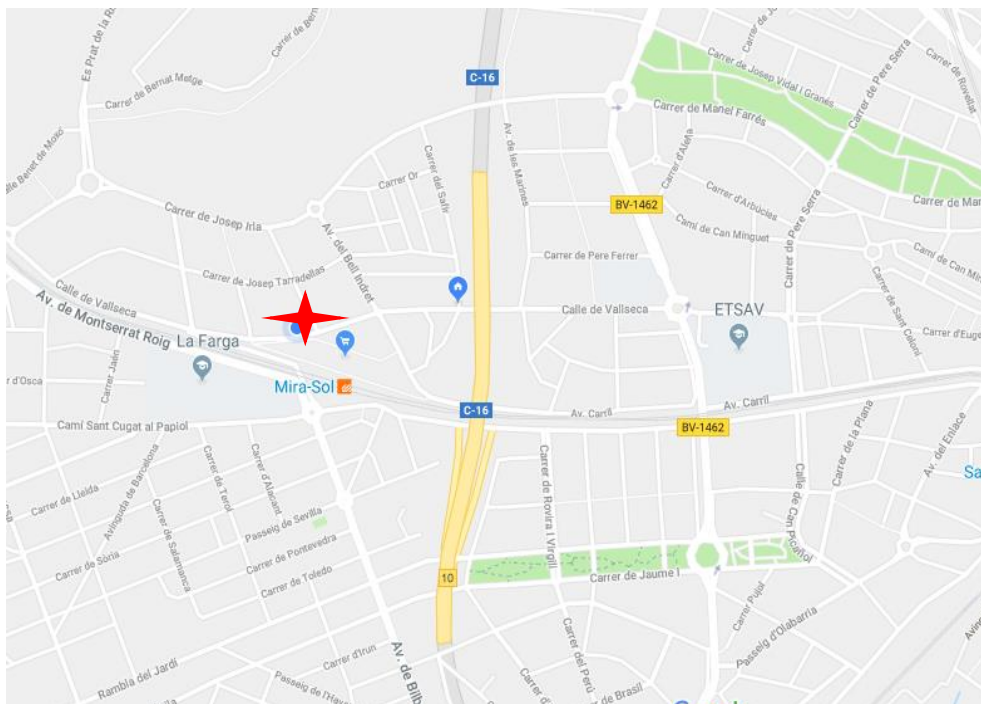


Figura 32: Mapa ubicació habitatge.

Edifici d'obra vista de l'any 2007 de 3 plantes i sostre pla comunitari.



Figura 33. Vista aèria de l'edifici



Figura 34: Vista aèria lateral de l'edifici

11.2. Descripció de la instal·lació prèvia

Instal·lació elèctrica per un edifici de 21 habitatges distribuïts en 3 pisos amb un grau d'electrificació mitja.

Data construcció: (2007) i te aplicat l'actual Codi Tècnic amb captadors solars per aigua calenta ACS per plaques tèrmiques i recuperació d'aigües grises.

- SUBMINISTRAMENT ELECTRIC

El subministrament d'energia elèctrica a l'habitatge es fa per un únic punt de xarxa de BT de l'empresa distribuïdora ENDESA. Classificada per el REBT como "subministra normal".

La tensió de subministrament es corrent monofàsica 220 V a 50 Hz.

El número o de CUPS és: ES0031408320602012WM0F

- POTENCIA CONTRATADA

Després d'una reducció prèvia, la potencia actual contractada es de **4.6 kW**

- INSTAL·LACIÓ D'ENLLAÇ

Escomesa, CGP, LGA i a distancia inferior a 5 mts tenim la centralització de comptadors digitals, les proteccions reglamentaries i les corresponents derivacions individuals.

11.3. Dades tècniques del projecte

11.3.1 Normativa tècnica d'aplicació

a) Nota informativa de la Generalitat relativa al règim d'autorització i registre aplicable a les instal·lacions generadores energia elèctrica connectades en xarxa interior. Classificada segons RDL 15/2018 y RD 244/2019 com instal·lació d'autoconsum amb excedents de fins a 15 kW en sol urbanitzat.

b) Guia tècnica BT-40, aplicació de la ITC-40 del REBT.

c) Real Decreto 842/2002, aprovació del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (actual en vigor).

- d) Real Decreto 314/2006, aprovació del Codi Tècnic de l'Edificació.
- e) Real Decreto 1699/2011, connexió a xarxa d'instal·lacions fotovoltaïques de petita potència.
- f) Real Decreto 900/2015, de 9 d'octubre, per el que es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de les modalitats de subministrament d'energia elèctrica amb autoconsum i de producció amb autoconsum.
- g) Real Decreto-Llei 15/2018, de 5 de octubre, de mesures urgents per la transició energètica i protecció dels consumidors.

11.3.2. Descripció tècnica

- INSTAL·LACIÓ INTERIOR

El generador FV passa a ser una línia monofàsica de d'instal·lació interior exclusivament dedicada a la generació. No s'han fet canvis a la instal·lació elèctrica.

- INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA

Te per objectiu transformar la radiació solar en corrent elèctrica alterna de les mateixes característiques i paràmetres de qualitat dels que te la instal·lació elèctrica convencional de BT de l'habitatge. La connexió es fa per l'IGA del quadre de control i proteccions.

Treballarà en paral·lel a la xarxa pública de B.T.

El generador Fotovoltaic:

- no produeix sorolls ni vibracions apreciables
- no genera camps magnètics apreciables.
- no genera radiacions electromagnètiques no ionitzants negatives
- no genera radiacions electromagnètiques ionitzants
- pels seu posicionament y orientació no reflexa de forma de forma apreciable.
- no genera pols, gasos ni olors.
- no necessita aigua per funcionar
- no consumeix ni transforma matèries primes
- no genera productes ni residus.
- no consumeix combustible per tant no genera productes de combustió.
- no necessita molta energia per funcionar.
- no necessita ma d'obra per funcionar

- **GENERADOR FV**

Es el conjunt de 5 mòduls fotovoltaics, amb la seva estructura, suports, i connexions elèctriques. Els mòduls generen una corrent elèctrica continua proporcional a la intensitat de la irradiació solar.

- **GRAU D'INTEGRACIÓ / ORIENTACIÓ**

Fixat a una estructura independent en la teulada-coberta privativa alineada sobre el pla horitzontal a 30°, pràcticament imperceptible des de el exterior.

Orientació SUD-EST sense cap obstacle davant. (134°)

Acompleix amb la normativa municipal no sobresurtin 60% de metres quadrats de la superfície de la cobertura ni d'espais d'altres veïns.

Azimut es 15 graus SUD-EST

- **MUNTATGE DELS MODULS /OMBRES**

Especial per instal·lacions FV amb perfils d'alumini i cargols d'acer, fixada amb tac químic al terra de ciment. Fabricant C-Solar.

Mòduls alineats per no produir ombres entre els panels

- **MÓDULOS FV**

Mòduls de silici monocristal·lí de 60 celles, amb marc d'alumini de potencia 330 Wp de pic cadascú i de dimensions 1640 mm x 992 mm x 0,35 mm.

Els 5 mòduls conformen una superfície de captació de 8,43 metres quadrats.

CARACTERISTIQUES DELS MODULS

Marca JA SOLAR (JAM60S09 310-330/PR) de 60 celles:

P.max 330 W

- Voc = 41,12 V (en STC)
- Isc = 10,38 A (en STC)
- Vmpp = 33,36 V (en STC)
- Impp = 9,75 A (en STC)
- dimensions = 1640 x 992 x 40 mm
- superfície = 1,627m²
- pes = 18,5 kg

Tenen marca CE i compleixen amb totes les normes d'aplicació.

- CONFIGURACIÓN ELECTRICA

La configuració elèctrica del generador fotovoltaic es:

1 string de 5 mòduls en línia

- Pn total = 1.567 kWh de pic (en STC)
 - Voc = 205 V (en STC)
 - Isnc= 10.4 A (en STC)
 - Vmpp =192 V (en STC)
 - Impp = 9,18 A (en STC)
- STC: estàndard test condiciones

- POTÈNCIA MAXIMA GENERADA

La potencia pic total del generador FV serà de 1.550 kW de pic

- CAIXA DE CONEXIÓ I PROTECCIÓ

Es connectarà mitjançant cable monofàsic de 6mm² de qualitat solar PV1-K(AS) a una caixa estanca con 2 fusibles seccionadors de 10 A/gPV en cada polo.

- INVERSOR FOTOVOLTAIC

Es l'element de potencia i control que transforma la corrent continua generada pels mòduls FV en corrent alterna monofàsica de 230v y 50hz de onda sinusoidal de las mateixes característiques que la xarxa on estem connectats.

Una sola unitat GROWATT 3000MTL-S.

Característiques:

- 2 entrades MPTT
- potència nominal = 3.0 kW
- factor potència = 0,97
- tensió CC màx = 420V
- intensitat CC màx = 13,3 A
- potència nominal = 3.0 kW
- rang tensions MPP = 120 – 335V
- tensió CA = 230V a 50 Hz
- intensitat CA màx = 6,5A
- euro-rendiment = 97,5%
- dimensiones = 645 x 431 x 204 mm
- peso = 11,4kg protecció IP65

Adjunten data sheet en annexos



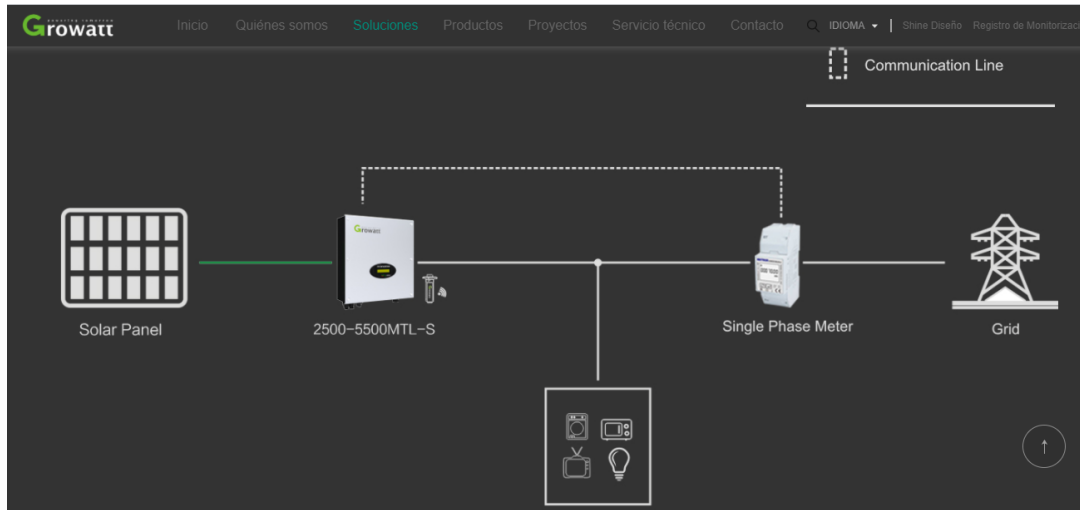


Figura 35:. Esquema d'ubicació de l'inversor. Growatt MTL 3000-S monofàsic 3.0 Kw. Font Growatt

- QUADRE DE PROTECCIONS CORRENT

Les proteccions de la línia de corrent alterna a la sortida de l'inversor son:

PIA magneto tèrmic de 16 A y un PIA, Diferencial de 40 A /30mA i mòdul de protecció contra sobretensions permanents i transitòries

- PROTECCIÓ CONTRA CONTACTES DIRECTOS I INDIRECTES

Tan a la part de CC i CA s'ha dissenyat amb cable amb doble grau d'aïllament sense elements conductors o parts actives accessibles.

Cablejat de potencia es de qualitat solar PV1-K(AS) per al String, continuo i sense entroncaments. Cablejat lliure d'halògens. 6 mm²

La nova línia te un PIA magneto tèrmic i diferencial de sensibilitat adequada a la capçalera.

Les connexions d'alterna de l'inversor fins al quadre de comandament es fa per una línia de 10 mts de de 2,5 mm². La potencia màxima que generarà el ondulador son 1.600 W de pic. En cas d'utilitzar el segon MPTT tindriem una producció extra de 1.000 W de pic, per tant un global de 2.600 W de pic.

La intensitat total serà de 11 A.

Tota la instal·lació te una connexió amb massa a terra de plaques, estructura i del propi inversor. La toma de terra te una resistència menor de 37 ohm.

- PROTECCIÓ DE LA XARXA

El inversor incorpora internament proteccions que actuen sobre un contacte intern segons els paràmetres establerts.

Control de tensió monofàsic (regulada del 85% al 110% de la tensió nominal).

Control de freqüència (regulada entre ± 1 Hz de la freqüència nominal).

Sistema que evita el treball en "illa".

- PROTECCION PARTE EXTERIOR

Les connexions estan dins d'una caixa estanca. Grau de protecció IP 65, tancada i protegida d'elements exteriors ubicada al costat de l'inversor.

11.3.3. Disseny

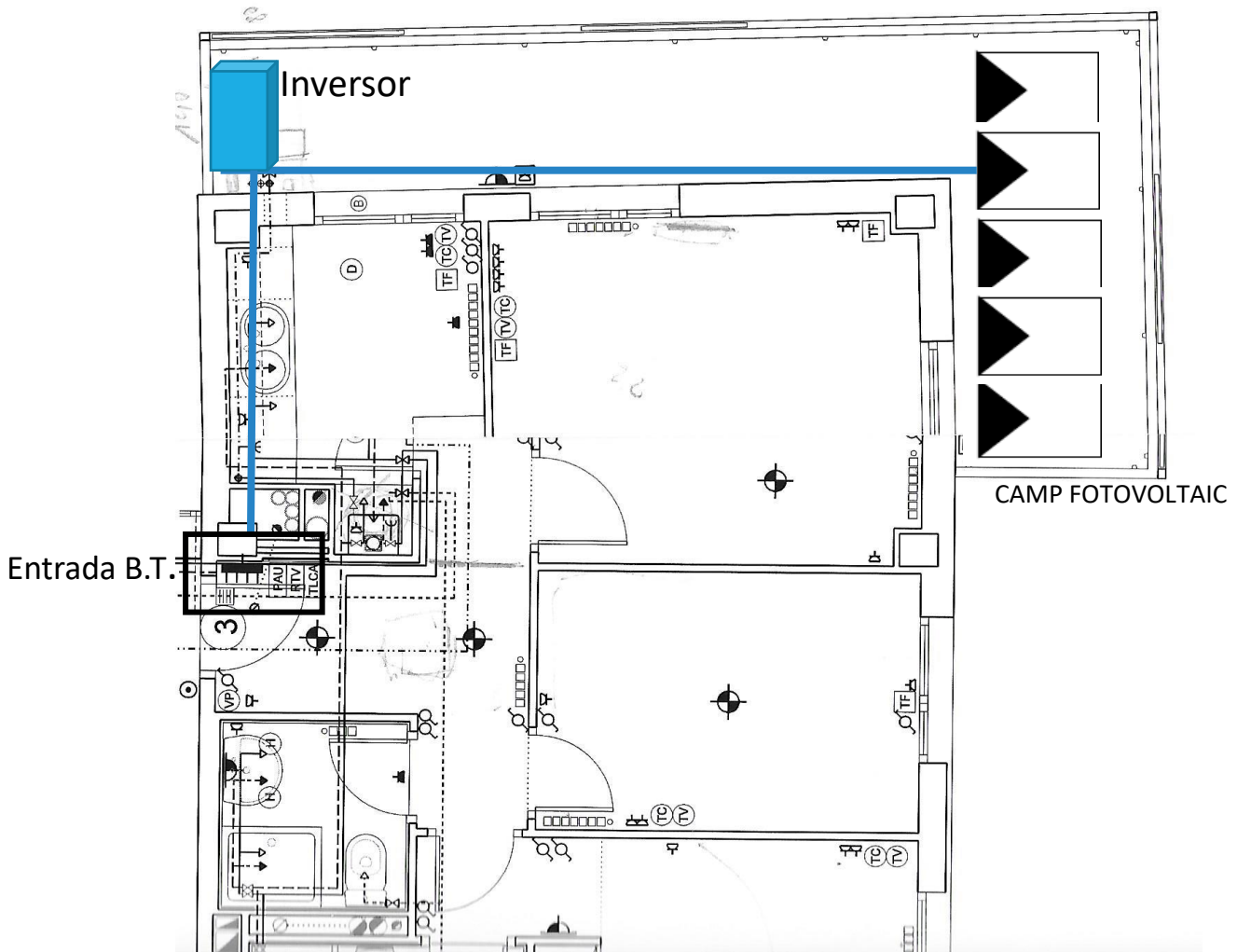


Figura 36: Plànol de l'habitatge amb la sobre coberta. Plànols de l'edifici. Modificació pròpia.

ESQUEMA UNIFILAR

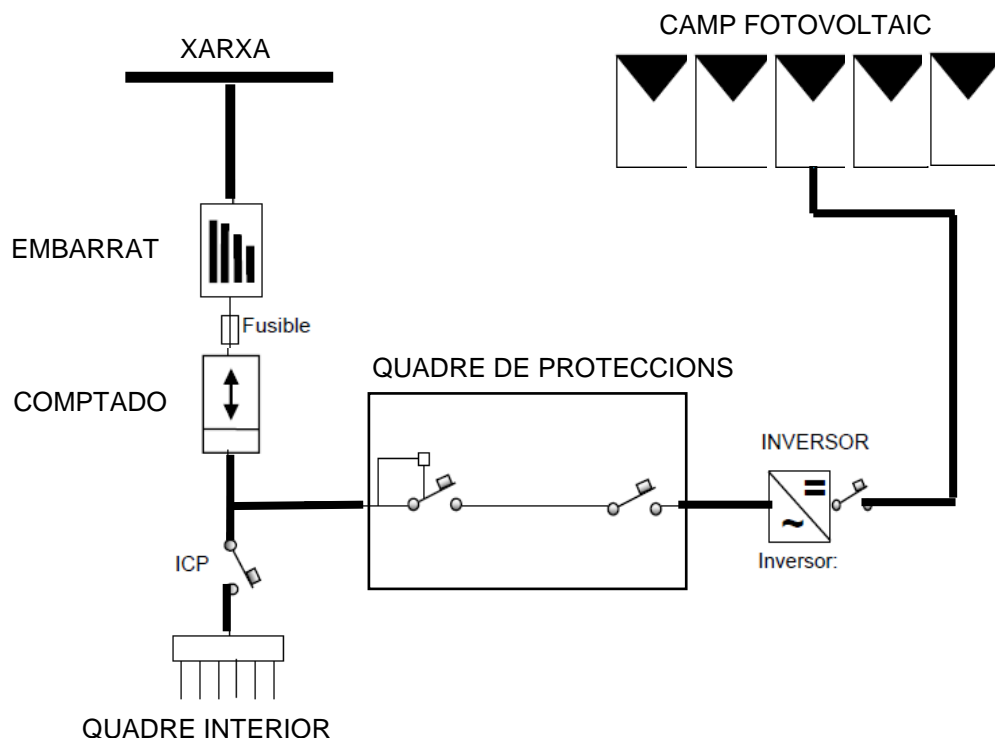


Figura 37: Esquema unifilar de la instal·lació. Font: pròpia

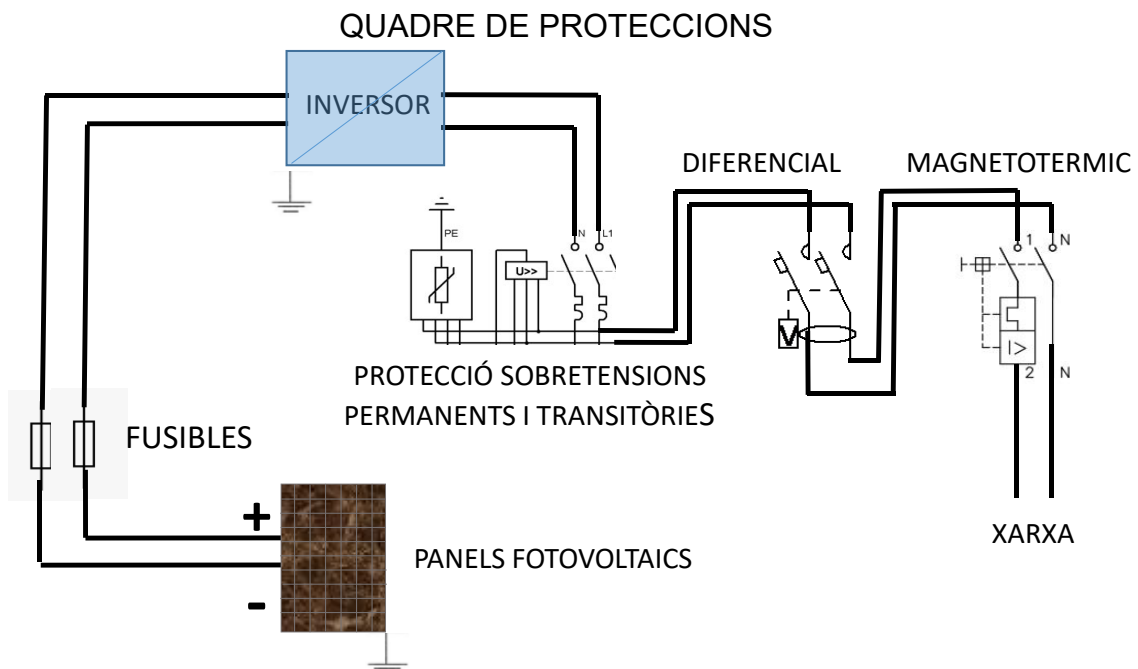


Figura 38: Esquema interior de la caixa de proteccions AC - DC. Elaboració pròpia.

ESQUEMA BIIFILAR

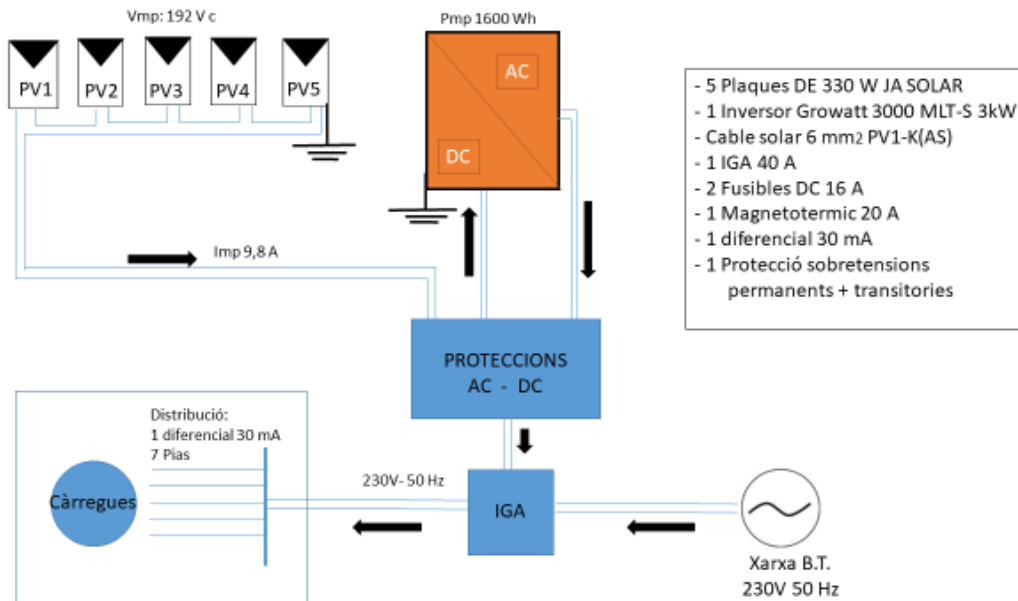


Figura 39: Esquema bifilar de la instal·lació. Font: pròpia

Connexió a la xarxa de BT al interruptor general de potència amb cable unifilar de 6 mm², degudament encastats amb tub corrugat. Caixa de proteccions

Camp fotovoltaic (plaques +estructura) amb toma de terra. Inversor amb presa de terra independent.

Cable Unifilar 6 mm² SOLAR PV ZZ-F negre + Connectors MC4

Disseny de l'estructura de fixació ubicada a la coberta de l'habitatge:

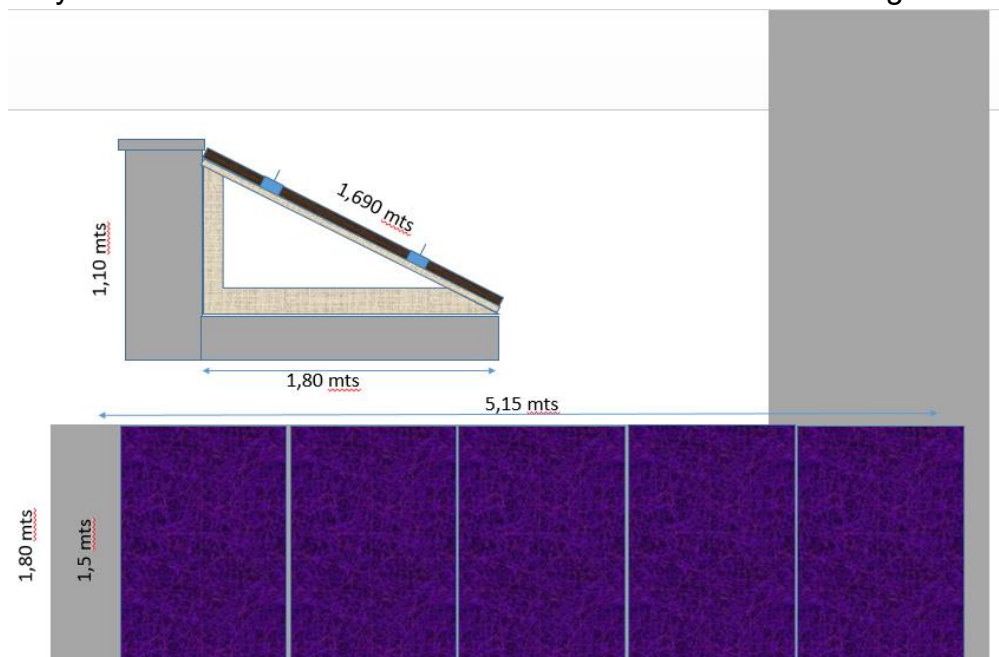


Figura 40: Disseny de la fixació de les plaques a la coberta. Font pròpia.

11.4.2 . PVGIS

Diagrama solar:

Les pèrdues màximes assumibles de d'instal·lació no poden passar dels valors expressats en la següent taula.

Taula 8: Pèrdues màximes acceptades en una instal·lació fotovoltaica. Elaboració pròpia.

Cas	Orientació i inclinació	Ombres	TOTAL
General	10%	10%	15%
Superposició	20%	15%	30%
Integració arquitectònica	40%	20%	50%

El resultat del càlcul d'ombres és el següent:

Pèrdues a $\beta=30^\circ$ i Azimut 23° : 0,03%

La instal·lació no presenta pèrdues per ombres, ni per orientació-inclinació

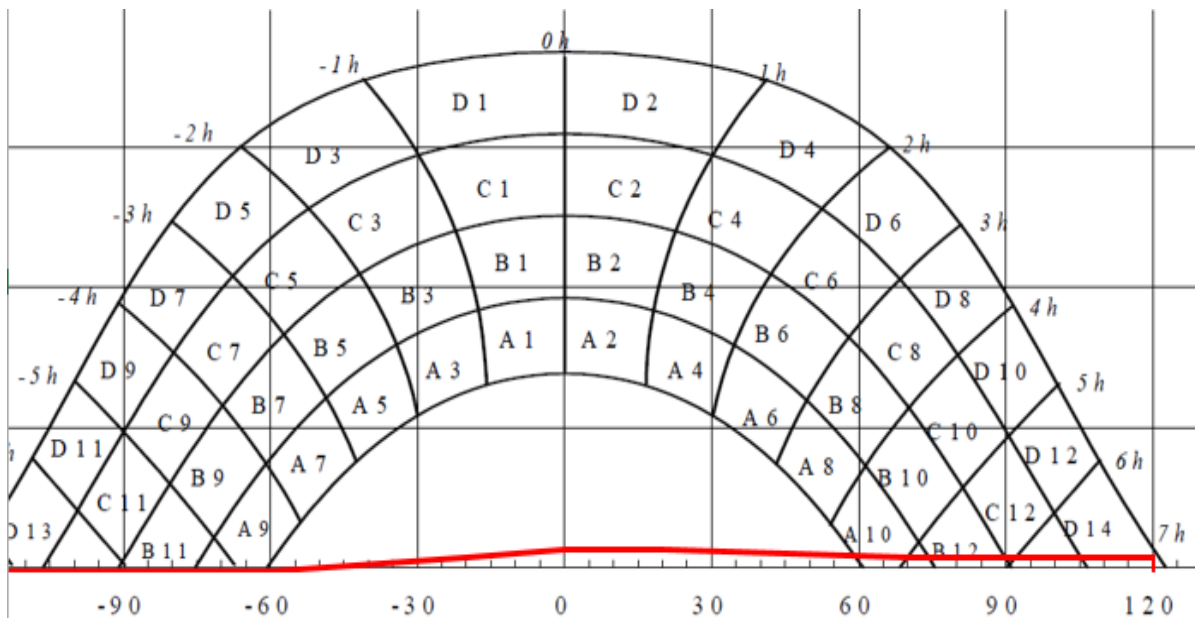


Figura 41: . Dades i diagrama de trajectòria solar i dades de la ubicació. Font pròpia amb PVGIS

Càlcul PVGIS

Obtingut mitjançant el software PVGIS del Institut Europeo JRC, amb les dades climàtiques de Sant Cugat.

Mitjançant simulació s'estima una producció específica màxima anual de 2280 kWh /any, que intentarà ser utilitzada al 100% per l'usuari més el recolzament necessari de la xarxa.

Taula 9: Resultat estudi hores solars de la ubicació de l'habitatge. Font PVGIS

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 41°28'14" North, 2°3'43" East, Elevation: 133 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 1.5 kW (crystalline silicon)

Estimated losses due to temperature and low irradiance: 10.0% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.6%

Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%

Combined PV system losses: 24.7%

Fixed system: inclination=30°, orientation=0°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	4.55	141	3.78	117
Feb	5.63	158	4.72	132
Mar	6.96	216	6.02	186
Apr	6.89	207	6.09	183
May	7.42	230	6.68	207
Jun	7.70	231	7.08	213
Jul	7.76	240	7.21	224
Aug	7.25	225	6.73	209
Sep	6.50	195	5.90	177
Oct	5.61	174	4.96	154
Nov	4.57	137	3.90	117
Dec	4.19	130	3.49	108
Yearly average	6.26	190	5.55	169
Total for year		2280		2030

E_d : Average daily electricity production from the given System (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

11.4.3. Estudio del consum intern

S'efectua estudi dels consums actuals per cada electrodomèstic. També s'incorpora la bomba de calor existent i que tindrà que substituir parcialment la caldera de gas a l'hivern per intentar reduir la factura de gas.

Consums actuals:

Taula 10 consums reals i previstos. Elaboració pròpia.

ELECTRODOMESTIC	POTENCIA (W)	HORES US DIA (en hores)	ENERGIA (Wh) DIAS
IL.LUMINACIÓ	150	3	450
FRIGORIFIC	200	12	2400
VITRO-INDUCCIÓ	2000	1	2000
MICROONES	900	0,16	144
TV + So	300	4	1200
ROUTER-Wifi	50	24	1200
EQUIP SO-Tv	50	4,5	250
CAFETERA/TETERA	800	0,16	1448
Total diari actual	4.400		7.788
RENTAVAIXELLES	1200	1.5	1800
RENTADORA	1000	1	1000
TOTAL diari actual mes Rent + Rtvx dies alterns	6.800		10.588
Incorporació BOMBA CALOR en lloc gas	1200	5	6.000
TOTAL diari previst	8.000		16.588
PLANXA 1 dia/set	2500	0,5	1250
ASPIRAT 1 dia set	1500	0.25	375
TOTAL + extra setmanal	12.000		18.213

Aclariments:

Es calculen 20 punts de llum de baix consum LED, de 15 w de mitja.

La rentadora i el rentavaixelles esta calculat per un en dies alterns o ambdós cada 2 dies.

La planxa i l'aspiració de casa es suposa un us setmanal.

Dels 16.832 Wh diaris (cas de que tots els electrodomèstics detallats funcionessin el mateix dia) es poden produir uns 9 kWh a l'estiu i uns 4,5 kWh a l'hivern.

Els mesos dels equinoccis abril-maig i setembre-octubre la temperatura dels habitatges es manté estable sense ajuts de AACC-bomba calor o caldera de gas, per tan seran uns 4 mesos aproximadament que reduirem la despesa de climatització.

La bomba de calor-AACC és un equip Inverter d'alta eficiència en el que el consum es manté sobre els 1000 W amb micro-cicles de funcionament i aturades.

Per l'aigua calenta l'edifici disposa de energia solar tèrmica per producció de ACS de maig a octubre. La resta es necessita recolzament de la caldera de gas tant per l'aigua calenta sanitària com a complement de la bomba de calor, de l'octubre al mes de maig.

Els següents electrodomèstics/funcions no es poden diferir i es consideren d'us diari a hores similars:

Il·luminació, frigorífic, cuina, microones, cafetera-tetera elèctrica, Tv-So, Router-Wifi-PCs.

Segons l'algoritme dissenyat amb una producció màxima de 1.550Wh de pic, i segons el PVGIS la instal·lació fotovoltaica produirà de mitjana diària de 6.8 kWh.

Es poden connectar consecutivament els electrodomèstics definits sempre que es produeixin uns 1.000 Wh mínim sense fer us pràcticament de l'energia elèctrica des de les 10.30 del matí fins a les 17 hores (estiu) i 11 hores del matí fins a les 15 hores (hivern).

11.4.4. Càlculs justificatius PVGIS

Dades geogràfiques i climatològiques de la ubicació

Taula 11: Dades climatològiques ubicació de l'habitatge. PVGIS

Provincia: la Ubicacion es cerca de San Vicente de Toranzo					barcelona				Nota: Introducir datos exclusivamente en las casillas correspondientes en color verde				
Latitud de cálculo:					41,40								
Latitud [°/min.]:					41,24								
Altitud [m]:					95,00								
Humedad relativa media [%]:					68,00								
Velocidad media del viento [Km/h]:					8,00								
Temperatura máxima en verano [°C]:					31,00								
Temperatura mínima en invierno [°C]:					2,00								
Variación diurna:					8,00								
Grados-día. Temperatura base 15/15 (UNE 24046):					623	(Periodo Noviembre/Marzo)							
Grados-día. Temperatura base 15/15 (UNE 24046):					656	(Todo el año)							

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Tª. media ambiente [°C]:	9,40	9,90	12,30	14,60	17,70	21,60	24,40	24,20	21,70	17,50	13,50	10,20	16,4
Rad. horiz. [kJ/m²/día]:	8.424	11.340	16.344	16.812	17.280	17.964	18.900	18.288	18.036	14.004	8.820	8.496	14.580
Rad. horiz. [kWh/m²/día]:	2,34	3,15	4,54	4,67	4,80	4,99	5,25	5,08	5,01	3,89	2,45	2,36	4,05

ORIGEN DE LOS DATOS: Pvgis (Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps)
 ORGANISMO: Centro de Estudios de la Energía (Ministerio de Industria y Energía)

Taula 12:: Càlcul de carregues. PVGIS. Elaborat anteriorment en taula 9.

CÀLCULO DE CARGAS

Receptor	Potencia (W)	Tensión (V)	Horas/día	Uds.	Consumo (Wh)	Cons. C.C. (Wh)	Cons. C.A. (Wh)	% Simult.	C.C. con simultaneidad		C.A. con simultaneidad	
									Pot. (W)	I (A)	Pot. (W)	I (A)
AACC	1.200	230	5	1	6.000,0	0,0	6.000,0	50	0,00	0,00	600	2,61
LAVADORA	800	230	1	1	800,0	0,0	800,0	100	0,00	0,00	800	3,48
LAVAVAJILLAS	1.000	230	1	1	1.000,0	0,0	1.000,0	100	0,00	0,00	1.000	4,35
					0,0	0,0	0,0		0,00	0,00	0	0,00
TOTALES				7.800,0		0,0	7.800,0		0	0,00	2.400	10,43
				Wh/día		Wh/día	Wh/día		W	A	W	A
											100	15,528

Taula 13 : Factors de irradiància PVGIS

Parámetro						Símbolo	Unidad	Valor
Consumo diario medio						E_D	Wh/día	7800,00
Periodo de diseño (Mes más desfavorable)						-		
Radiación media del lugar donde se ubica la instalación						$G_{dm}(0)$	kWh/día	4,05
Variable de diseño en función del periodo de diseño						K	2	1,15
Angulo de compensación de inclinación en función del periodo diseño						ϕ	Grados	-10
Inclinación óptima en función del periodo de diseño						β_{opt}	Grados	31,40
Angulo de desvío del módulo solar respecto al sur (Azumut)						α_r	Grados	0
Angulo de inclinación respecto a horizontal del módulo solar (0 a 90°)						β_r	Grados	0
Factor de Irradiación						FI	-	0,988
Porcentaje de radiación incidente sobre el plano orientado e inclinado						-	%	98,82
Porcentaje de pérdidas de radiación por orientación e inclinación						-	%	1,18
Porcentaje de sombras según metodología de cálculo						-	%	0,00
Factor de sombras						FS	-	1,000
Valor medio mensual de radiación diaria sobre plano orientado α_r, β_r						$G_{dm}(\alpha_r, \beta_r)$	Wh/m ² -día	4.602,39

Taula 14: Càlcul de la potencia min-max segons PVGIS i sense algoritme ni millores.

CÁLCULO DE LA POTENCIA NECESARIA

Parámetro						Símbolo	Unidad	Valor
Eficiencia instalación en condiciones de trabajo para periodo diseño						PR		0,7
Potencia mínima a instalar						$P_{(mp) min}$	Wp	2.421
Potencia máxima a instalar ($P_{(mp) min} + 20\%$)						$P_{(mp) max}$	Wp	2.905

Taula 15. Potència triada a instal·lar. PVGIS

Paràmetre						Símbolo	Unidad	Valor	
Número de módulos totales necesarios						-	5	Uds	1.675
Potencia total a instalar						-	1	Wp	1675
Número de ramas en paralelo						-		Uds	
Potencia por rama	Número de módulos necesarios por rama					-		Uds	
Tensión por rama						-	1	Vp	171.8
						-		V	
	Intensidad de cortocircuito del generador $I_{CC(gen,CEM)}$					$I_{CC(gen,CEM)}$			
	Capacidad nominal del acumulador en C_{20} , C_{40} y C_{100} ($C_{100} / C_{20} = 1,25$, $C_{40} / C_{20} = 1,14$)					$C_{20} // C_{40} // C_{100}$		Ah	
Tensión nominal del acumulador	$C_{20} / I_{CC(gen,CEM)}$ (Esta relación es orientativa. Se puede prescindir en casos donde el tipo de instalación necesite grandes autonomías)					-		Uds	
Número de baterías en serie						V_{NOM}		V	
						n_{bs}		Uds	
	Intensidad máxima a soportar por regulador en la línea de generador					I_{REG} Generador		A	
	Intensidad máxima a soportar por regulador en la línea de consumo $1,25 \times (I_{C.C.} + I_{C.A.} / \eta_{inv})$ (considerando simultaneidad)					I_{REG} Consumo		A	
						P_{Inv} Nominal		W	

12. RESULTATS

Els resultats han estat recopilats de forma retrospectiva des de maig 2017, moment en que es comencen a aplicar les mesures d'eficiència energètica descrites en aquest treball, fins a la data (set 2020).

Detallem la seqüència de millores i la seva data d'aplicació:

1. **Mitjans 2017.** Canvi de bombetes incandescent i llampares halògenes de 12 V per llums Compactes de baix consum i LED's.
2. **Setembre 2017.** Canvi a rentadora A++
3. **Març 2018.** Canvi a frigorífic A+++
4. **Setembre 2018.** Col·locació de dobles finestres al menjador
5. **Novembre 2018.** Canvi a tarifa discriminada i reducció de potencia (5.6 kW a 4.5kW)
6. **Agost 2019.** Canvi a Bomba de calor-AACC Inverter.
7. **Gener 2020.** Col·locació de dobles finestres a les habitacions
8. **Maig 2020.** Instal·lació i posta en marxa de autoconsum solar

(1) Anàlisi de consum global 2017-2020

Es recullen les dades d'energia consumida 2017-2020

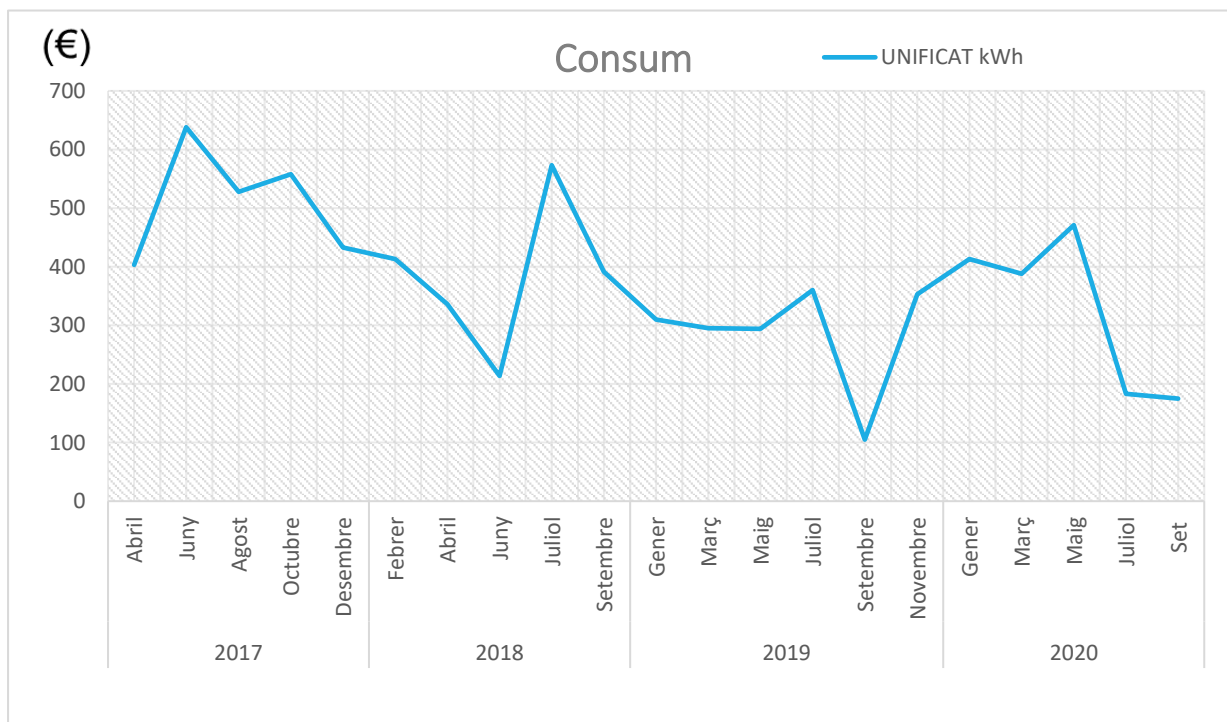


Figura 42: Consum energètic 2017-2020. Elaboració pròpia. Dades d'ENDESA

A continuació s'analitza el cost diari energètic. Donat que les factures son bimensuals i no a dates de tancament idèntiques, es mes il·lustratiu comprovar el cost diari.

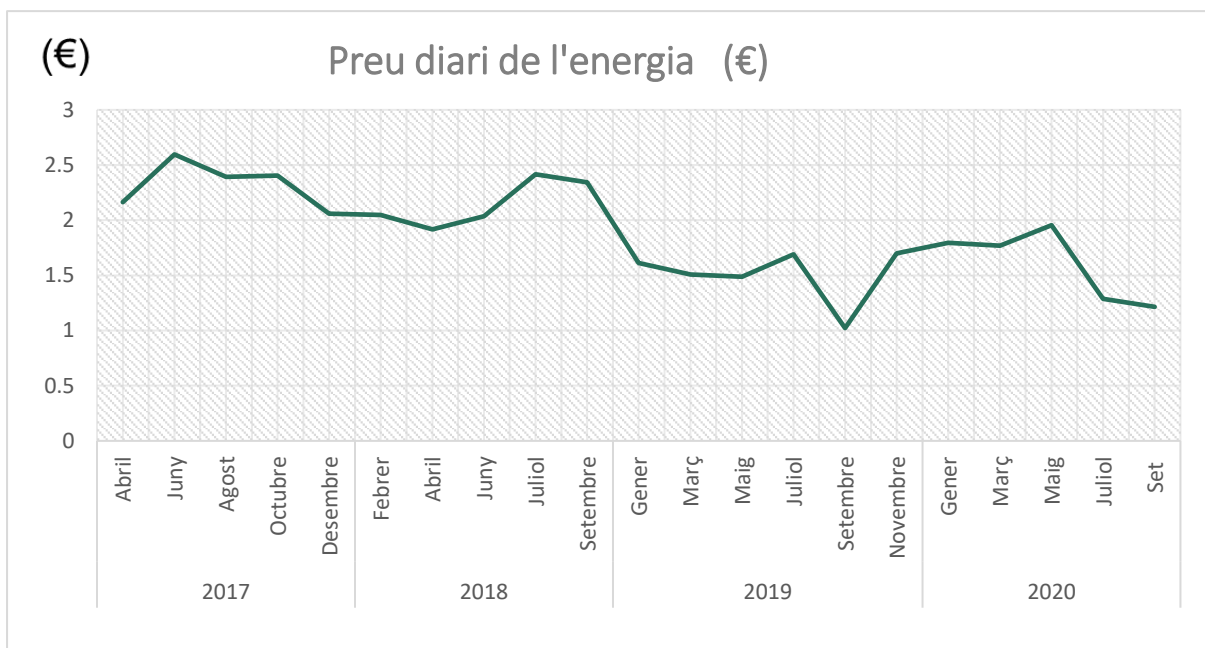


Figura 43: Evolució del cost energètic diari.2017-2020. Elaboració pròpia. Dades d'ENDESA

Per últim s,analitza el cost real de les factures.

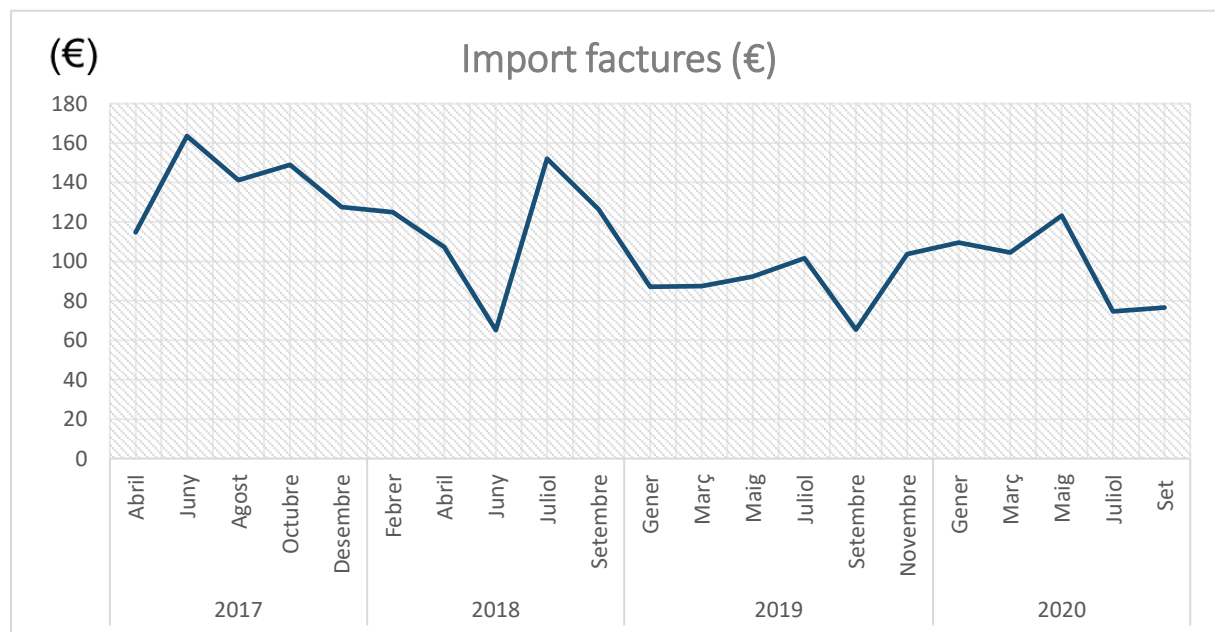


Figura 44: Evolució de les factures bimensuals. ENDESA 2017-2020. Elaboració pròpia.

En aquest gràfic, es pot apreciar com la corba s'aplana degut a una sèrie de factors:

- Increment anual del kWh, aplicat normalment al mes d'agost per ENDESA per dificultar més aquesta apreciació.
- Peatges elèctrics sobre la factura que de forma fixe incrementen l'import total.

En general, es comprova una baixada constant tant en la quantitat d'energia consumida com en el cost de la mateixa, tot que aquesta darrera comparativa presenta menys pendent.

Es comprova l'efecte de l'aire condicionat als mesos de juliol i agost (increment en la factura). Aquest increment pertany bàsicament al consumit al mes de juliol, ja que tradicionalment el període vacacional es al mes d'agost. També s'aprecia que aquest efecte ha estat menys intens al 2020 que al 2019, degut a que es van substituir un aparell tradicional per un aparell Inverter, amb un 40% menys de consum.

Per últim es comprova l'efecte *Covid 19*. Degut al confinament obligatori, s'observa un augment de demanda -i del cost- des de gener a maig on comença a baixar de nou de forma sensible.

(2) Anàlisi de producció maig-setembre 2020

S'analitza la producció solar des de el dia 20 de maig 2020 fins a la data

Taula 16: Dades producció maig-setembre. Elaboració pròpia

en kWh	MAIG 10 dies	JUNY	JULIOL	AGOST	SETEMBRE 21 dies
producció total	95.40	248.2	280.2	264.5	154.6
producció mitjana dia	9.54	8.273	9.039	8.532	7.362

Gràfiques: 1- Anual. 2- Maig 3- Juny 4- Juliol 5- Agost 6- Setembre

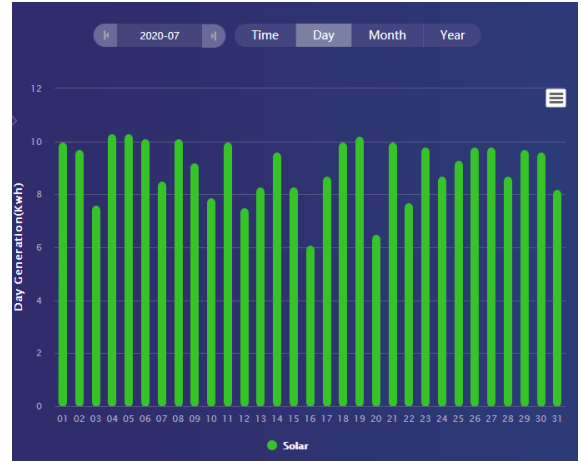


Figura 45:: Diagrames de producció: 1-Total anual, 2-Maig, 3-Juny, 4-Juliol, 5-Agost, 6-Setembre

S'inclou gràfic de producció diària obtinguda:

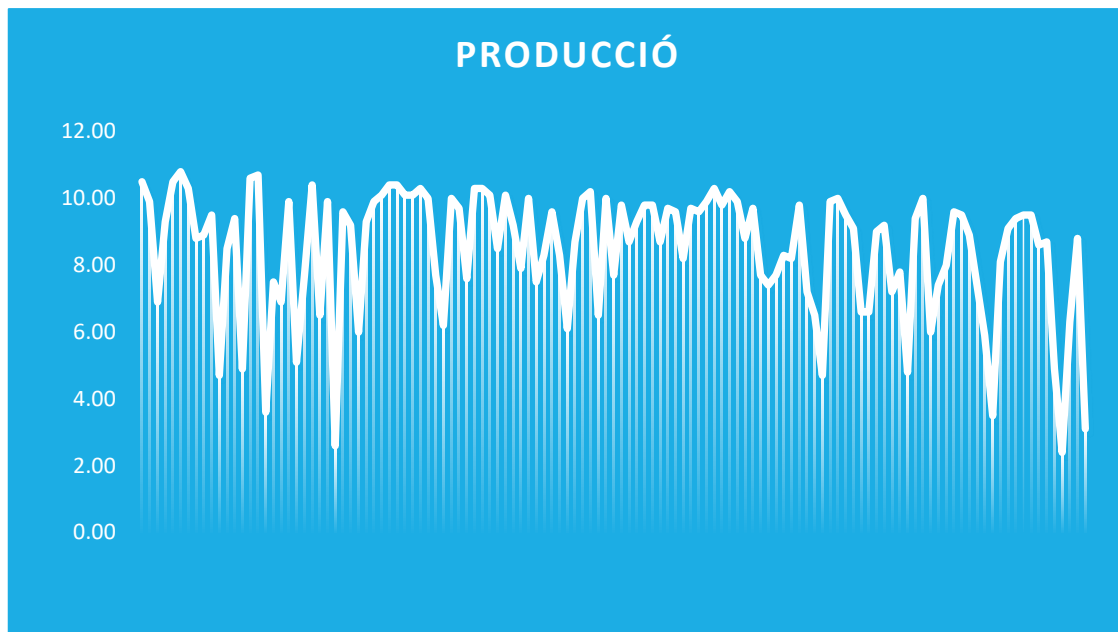


Figura 46: Producció diària de maig a setembre en kWh. Elaboració pròpia

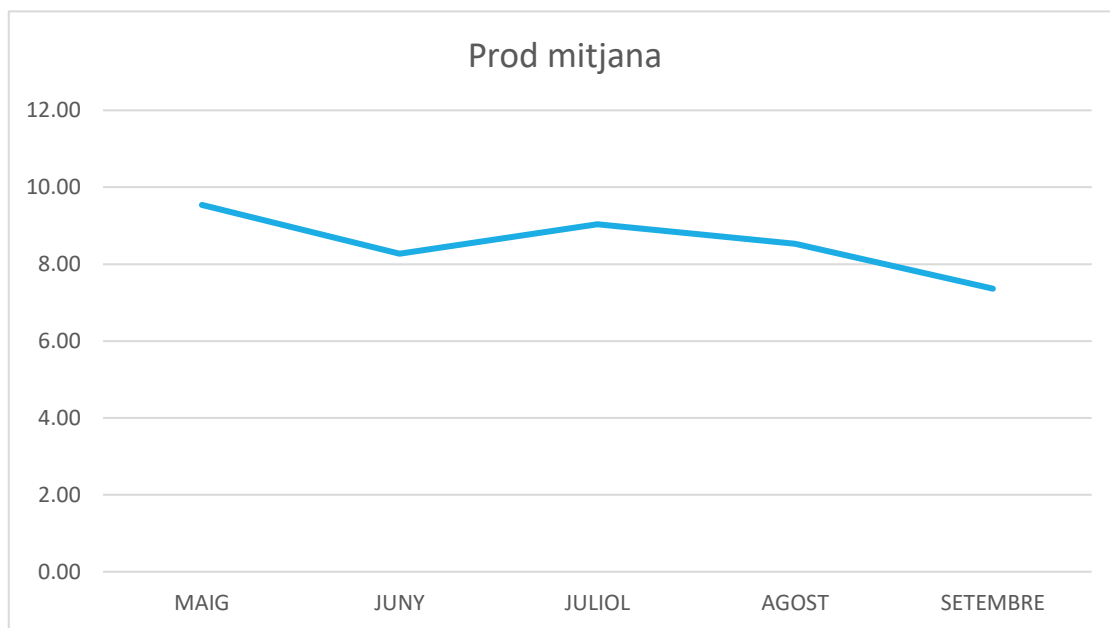


Figura 47: Producció mitjana de maig a setembre en kWh. Elaboració pròpia.

Conclusions:

- S'observa un rendiment que confirma i supera les dades calculades en el PVGIS. El mes de maig les dades resulten superior al previst amb una mitjana de 9 kWh diaris, degut a climatologia favorable.

(3) Anàlisi de producció en dies màxims-mínims i segons mitjana.

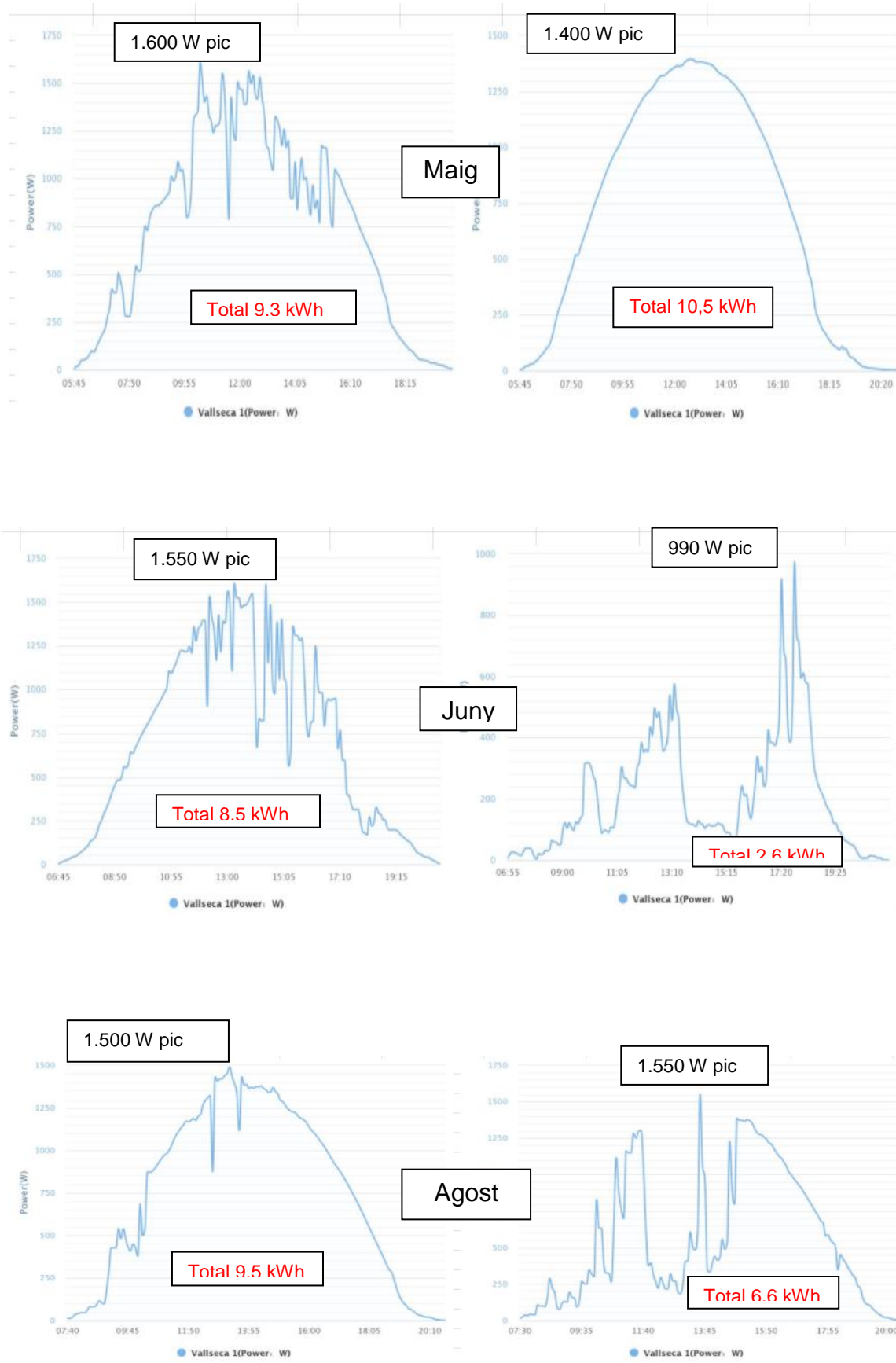


Figura 48: Producció max-min-mitja de maig a setembre en kWh. Elaboració pròpia. Programa Growatt

Aclariments:

S'han seleccionat alguns gràfics de producció diària dels mesos de maig, juny i agost que, be perquè representen produccions mínimes i màximes o be perquè representen la mitjana de producció mensual.

Durant les series del mes de juliol no s'ha trobat una dada atípica diferent a altres ja mostrades.

La producció fotovoltaica màxima prevista és:

$330 \text{ W de pic} \times 5 \text{ plaques} = 1.650 \text{ W de pic}$.

L'inversor te un rendiment del 97% amb el la potencia resultat és:

$1.650 \times 97\% = 1.600 \text{ W de pic}$

Aquest potencia de pic s'ha aconseguit només en hores de dies puntuals, incloent dies de plena irradiància i sense cap núvol.

L'explicació podria ser deguda a les pèrdues inherents del sistema i al coeficient invers de la temperatura sobre el voltatge i la potencia que limiten aquest resultat.

En dies de ple sol el sistema assoleix de forma regular i uniforme **1.400 Wh** de pic segons gràfics.

En canvi dies amb certa nuvolositat, en que la producció pràcticament s'atura per moments, s'observa que la potencia màxima és propera als **1.600W** tant aviat com surt el sol plenament. Aquest efecte es transitori i podria explicar-se perquè en el moments de nuvolositat, la temperatura de la placa baixa de forma sensible i permet assolir la potencia de pic, al no afectar el coeficient invers de temperatura.

(4) Anàlisi comparatiu de (1) consum a l'inici sense millores, (2) al final amb les millores aplicades (salvat recolzament fotovoltaic), (3) amb el recolzament fotovoltaic incorporat.

S'analitzaran els gràfics del consum real per dies abans i després de les millores. Gràfics descarregats d'Endesa per dies similars.

Gràfics 1-2:

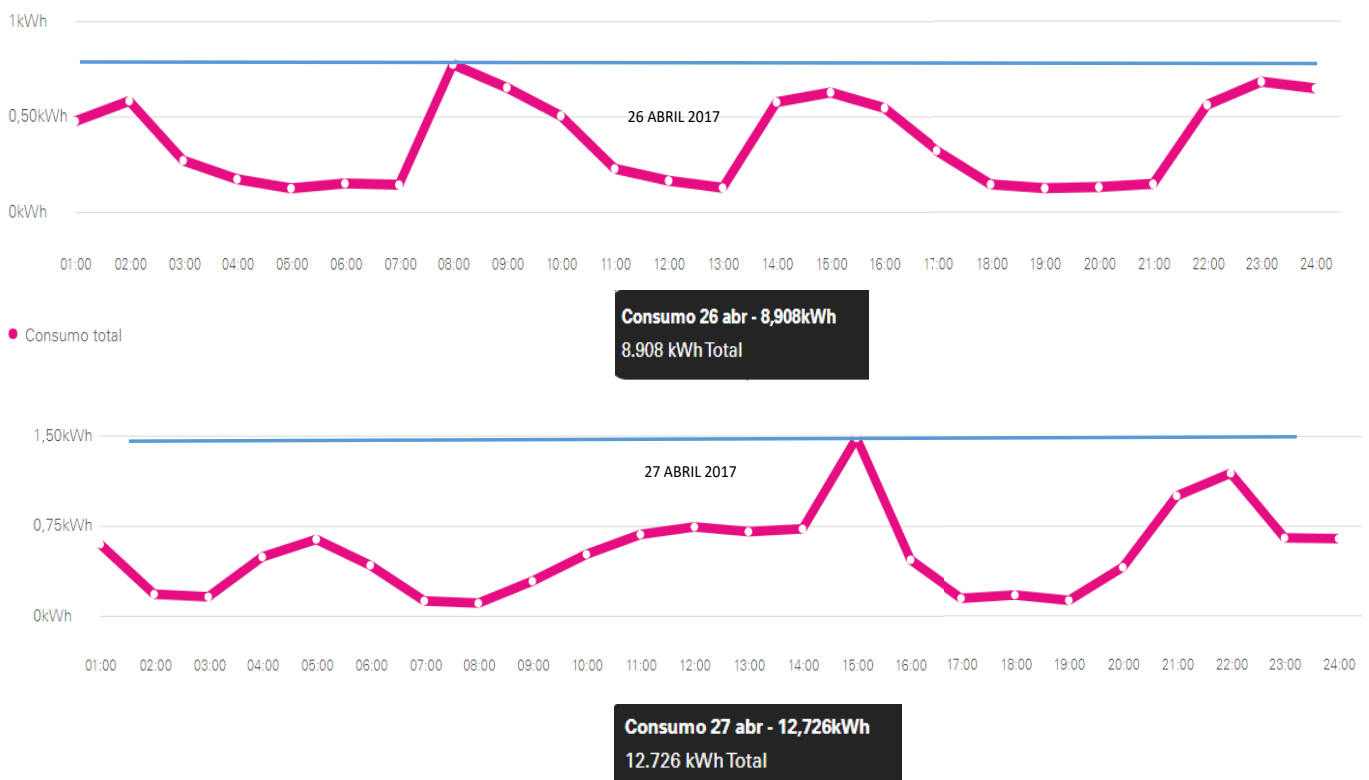


Figura 49: Gràfiques reals de 2 dies consecutius.2017. Inici sense cap millora.. Gràfic ENDESA

Es seleccionen 2 dies del 2017 (26 / 27 abril) amb un consum normal i amb un consum més elevat respectivament per fer la comparació del resultat global abans d'aplicar cap mesura d'eficiència energètica. 8,90 kWh / 12,72 kWh. Inici del procés de millora energètica: abril-mig 2017.

Gràfic 3:

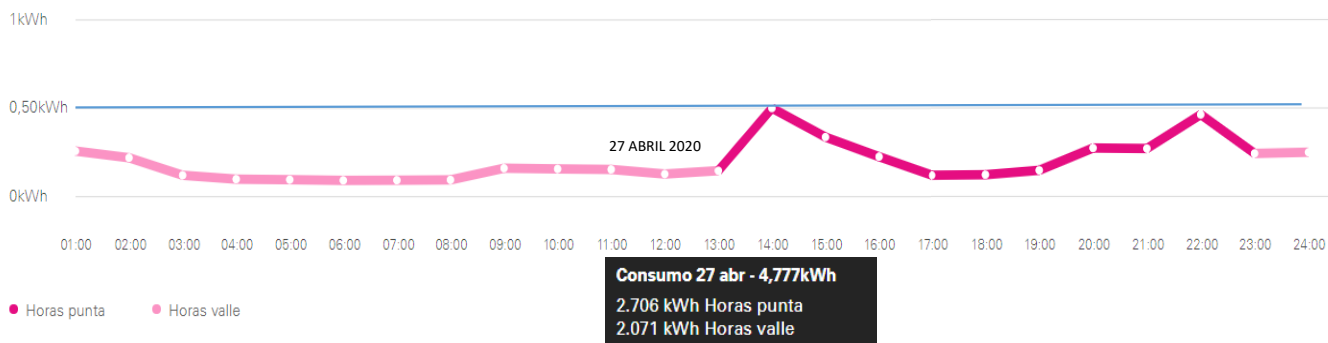


Figura 50: Gràfiques real del 27, abril 2020. Millores implementades. Gràfic ENDESA

En aquesta gràfica del 27.04.2020, s'aprecia el resultat després d'implementar totes les mesures d'eficiència proposades, salvat el recolzament solar fotovoltaic.

Es comprova un aplanament de la corba, sense pics apreciables ja que el consum per hora màxim no supera els 0.5 kWh. La energia consumida s'ha reduït entre el 50% i el 60%

En la següent gràfica ja s'incorpora el recolzament de la instal·lació fotovoltaica composta per 5 plaques de 1.5 kWh de pic.

El consum torna a reduir-se un altre 41% respecte a l'anterior.

Gràfic 4

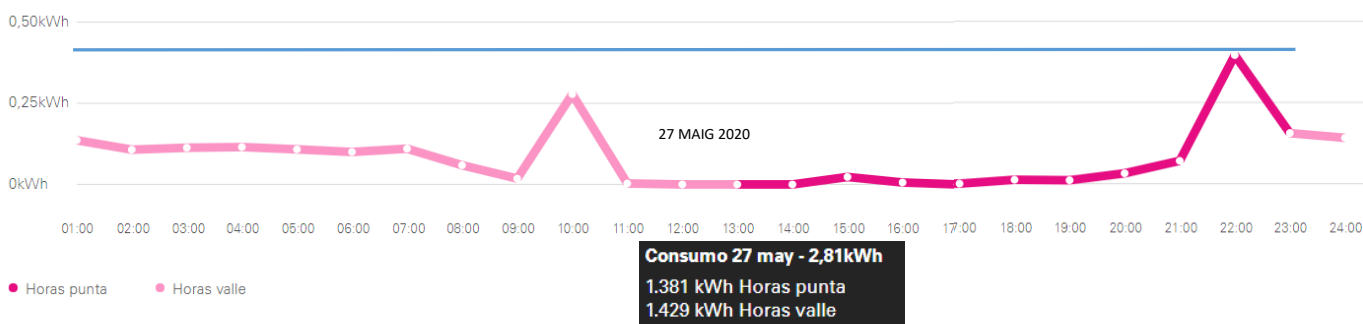


Figura 51: Gràfica real de 27 maig 2020 amb el recolzament solar en funcionament.. Gràfic ENDESA

Nota: Finalment s'afegeix una gràfica extra, que incorpora el funcionament del AACC-bomba de calor inverter durant moltes hores del dia i pràcticament tota la nit en un dia de juliol especialment calorós per comprovar el que suposa aquesta carrega extra a ple rendiment.

Gràfic 5

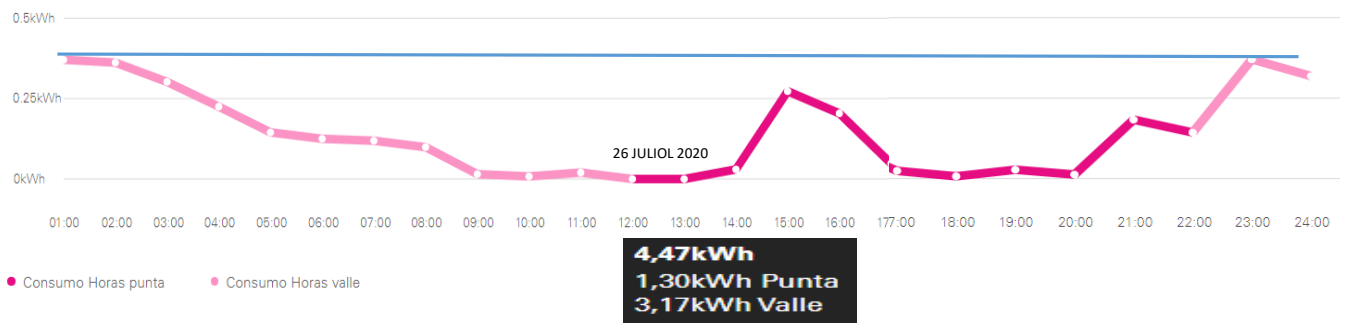


Figura 52: Gràfiques real de 27 juliol 2020 amb el recolzament solar en funcionament i AACC tot el dia. Gràfic ENDESA

Podem comprovar que tot i el consum extra que va aportar l'equip d'aire acondicionat, el consum global del dia va ser similar a l'obtingut al mes de maig de referència, abans de la posada en funcionament de la instal·lació fotovoltaica.

Amb això es pot concloure que les mesures d'eficiència aplicades segons l'algorítme, més el recolzament de la instal·lació solar fotovoltaica, van limitar l'energia consumida en condicions extremes d'ús.

13. EL COTXE ELECTRIC A L'HABITATGE.

13.1. Generalitats

El cotxe elèctric es una alternativa cada vegada més propera que ens afectarà de forma directa en el consum energètic en els habitatges.

Si bé es s'estalviarà en carburants, les carregues setmanals de la bateria durant tota la nit es tenen que calcular de cara a la potencia contractada i tarifes.

Els factors que incideixen de la demanda de vehicles elèctrics son:

- Preus mes ajustats en models basics
- Més autonomia i bateries de mes duració
- Temps de recarrega mes curt.
- Ajudes a la compra amb el Pla Moves 2 (4.000 eur+1.500 eur opcionals)
- Estalvi en impostos, pàrquing i autopistes
- Estalvi energètic equivalent baix (1.3 eur/100 kms)
- Millora efecte hivernacle per no emissió de gasos

La gran desavantatge es que el vehicle elèctric encara no és pràctic per realitzar grans viatges, on l'autonomia i els punts de recarrega son vitals. A Catalunya la xarxa comença a ser prou extensa

Exemple de alguns vehicles actuals:

Taula 17: Opcions actuals de alguns cotxes elèctrics del mercat. Elaboració pròpia.

Marca-Model	Potencia	Bateria	Autònom.	Vel.	T.carreg	Preu	Ajut
SEAT Mi elèctric	61 kW	36 kWh	250 Kms	130 km/h	1h / 7h	18.500 eur	4.000 eur
RENAULT Zoe	83 kW	41 kWh	380 Kms	140 km/h	1h / 6h	33.365 eur	4.000 eur
NISSAN Leaf	63 kW	40 kWh	270 Kms	140 km/h	1h / 7h	18.500 eur	4.000 eur
BMW i3	126 kW	52 kWh	285 Kms	155 km/h	1h / 3h	44.640 eur	4.000 eur
HYUNDAI Kona	136-204 kW	40 kWh	350 Kms	160 km/h	1h / 5h	36.840 eur	4.000 eur
TESLA Model 3	236 kW	60 kWh	490 Kms	180 km/h	1h / 5h	47.990 eur	NO
AUDI Tron	322 kW	72 kWh	515 Kms	190 km/h	1h / 5h	72.995 eur	NO

La venda de cotxes elèctrics a **Europa** al 2020 ha arribat a 93.000 matriculacions, el que suposa un **8.3% del parc total**.

Sobre aquestes 93.000 unitats, els vehicles elèctrics purs arriben al 50% del 8.3%, la resta són híbrids o endollables.

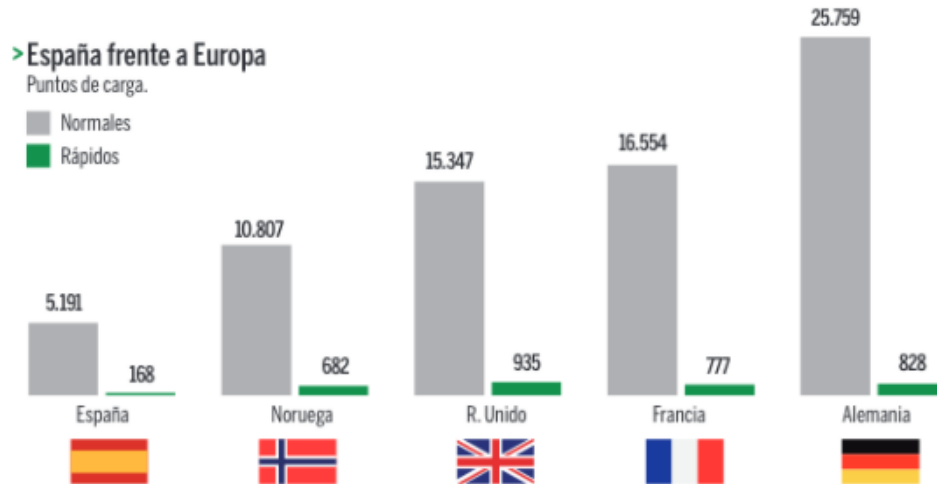


Figura 53: . Gràfic de la venda de cotxes elèctrics a Europa. Font desconeguda

A nivell d'**Espanya** les vendes fins al juny han estat de 7.501 unitats amb una **quota de mercat del 1.2%**, molt inferior a la ratí d'Europa. Però la dada interessant és que de les 7,501 unitats venudes, 6.674 unitats corresponen a elèctrics pur.

Possibles causes d'aquest gap respecte a Europa ?

Diversos factors poden ser la causa:

- Major conscienciació ecològica a Europa
- Millor xarxa de punts de recarrega
- Energia elèctrica més barata
- Habitatges i unifamiliars amb més facilitat per punts de recarrega.
- Rendes personals més elevades per la compra.

A destacar el cas de Noruega (No C.E.) que tot i tenir petroli Off-shore davant de les costes de Stavanger i per tant a preu baix de carburants, el parc elèctric arriba a prop del 30%.

Hem comentat en les premisses d'aquest TFG, que no es trien bateries en el model degut al preu de les mateixes i al llarg termini d'amortització. Però aquest tema podria donar un canvi en el futur si les pròpies bateries del cotxe elèctric tinguessin un complementari com a emmagatzemament de l'energia produïda.

Es recull una notícia d'Autobild al respecte.

“Els futurs Audi elèctrics seran capaços de servir per a l'emmagatzematge i transport d'energia solar, segons ha anunciat el fabricant alemany, gràcies a la implementació de la càrrega bidireccional”

Tesla i Nissan també esta apostant per aquesta tecnologia.

L'interessant del plantejament d'Audi és que vol que aquesta tecnologia pugui ser usada per reduir el consum elèctric, fent servir l'energia solar.

En el futur es farà servir el vehicle elèctric com una bateria geganta, en la qual emmagatzemar energia que puguem utilitzar a casa

Aquesta iniciativa es coneix com V2G (Vehicle to Grid)

Per exemple, es podria triar usar l'energia del cotxe en els trams en els quals l'energia estigui mes cara depenent del contracte; això afectaria no solament en un menor consum elèctric, sinó també a la nostra economia.



Audi, ja ha realitzat proves amb un dels seus models (l'i-Tron.) A més de l'energia per moure el vehicle, reserven 9 kWh per emmagatzemar energia a casa.

Figura 54: Connexió múltiple de carregador de bateria-casa Audi E-tron. Font Audi

13.2. Càlcul amb el cotxe elèctric

En aquest apartat es calcula el supòsit del que comporta tenir un cotxe elèctric sobre el consum global.

S'adopten les següents premisses:

- Cotxe elèctric: SEAT Mii de 36 kWh de bateria i potencia 61 kW.
- El cotxe te una autonomia mitja de 240 kms.
- Us previst de 50 kms diaris.
- Carrega prevista 2 dies x setmana
- Carrega mitjançant Wall-box a 3 kWh. Temps estimat de carrega 10 h.
- Carrega en tarifa nocturna de 0.045 eur kWh

Càlculs:

Sobre la gràfica real del dia 27.04.2020, on s'aprecia el consum amb les millores energètiques implementades, s'afegeix la carrega completa prevista per el cotxe elèctric.

Nota: no adoptem la gràfica que inclou la instal·lació fotovoltaica, perquè aquesta no ajuda pràcticament a la llarga carrega del vehicle.

Carrega de 2 dies setmanals, durant 10 hores a 3kWh, per assolir un 80% de la carrega-

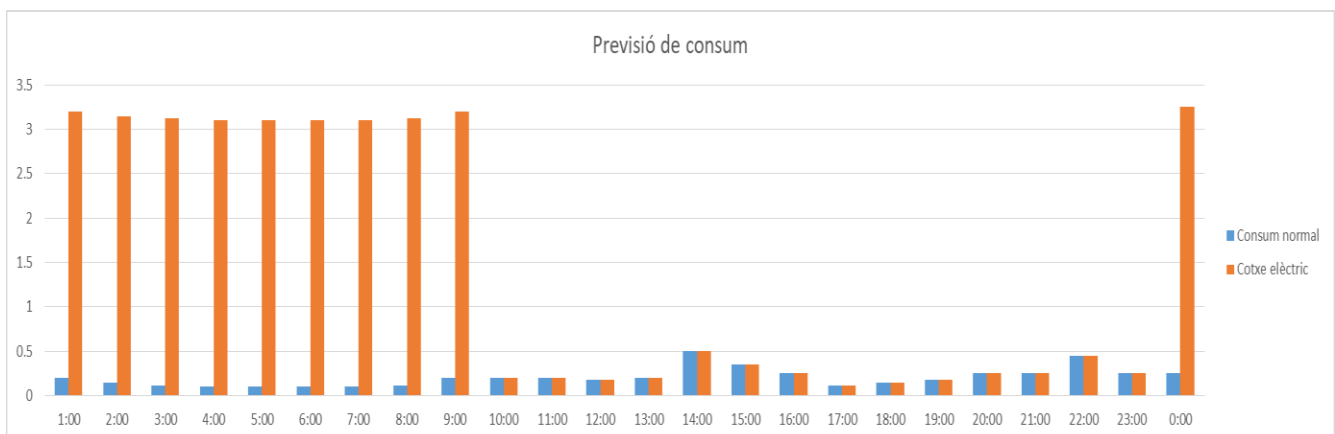


Figura 55: Previsió de consum elèctric a l'habitatge amb carrega de cotxe elèctric.

Càlculs econòmics:

Kms previstos setmana/mes

50 kms diaris X 7 dies = 350 Kms setmanals

350 kms setmanals x 4 setmanes = 1.400 Kms mensuals.

Cost per aconseguir 80% carrega 2 dies x setmana

3 kWh x 0.075 eur/kWh x 10 hores = 2,25 eur/carrega de 240 kms d'autonomia

2,25 eur x 2 dies setmana = 4,50 eur setmana

4,50 eur setmana x 4 setmanes /mes = 18,00 eur/ mes.

El cost per fer 1.400 kms mensuals amb un cotxe elèctric és de **18,00 eur**

El cost per cada 100 kms és de **1,285 eur.** (carrega amb tarifa 0,075 eur/kWh).

El cost per fer 1.400 kms mensuals amb un cotxe de benzina és de **100,10 eur**

El cost per cada 100 kms és de **7,15 eur.** (consum 6,5 lit /100 kms a 1.10 eur/litre)

La carrega nocturna és la solució més efectiva per assolir íntegrament els 3 kWh de carrega durant 10 hores.

Si és volgué aconseguir amb recolzament solar fotovoltaic es tindria que dissenyar una ampliació inviable del nombre de plaques i de superfície.

L'altre possibilitat de carrega nocturna amb bateries també es considera poc viable ja que necessitaríem un pack important de bateries de lo-Liti de gran capacitat.

14. COMPARATIVA TARIFES ELECTRIQUES

14.1. Comparativa

Es detalla l'oferta existent entre les comercialitzadores per poder triar l'opció més beneficiosa per cada habitatge,

Taula 18: Comparativa entre companyies comercialitzadores. Eur per kWh. Font pròpia

	ENDESA	F. ENERGIA	HOLA LUZ	LUCERA Cost	LUCERA Fix
TARIFA PLANA	0.1199	0.1394	0.149	0.148	0.127
DISC. HORARI PIC	0.17309	0.16461	0.17	0.073	0.116
DISC. HORARI VALL	0.939	0.809	0.099	0.047	0.047
TARIFA SUPERVALL			0.093		
COMP. EXCEDENTS	0.05	0.05	0.07	0.05	0.05
POTENCIA CONTRAC.	3.372/mes	3.1702/mes	3.117/mes	3.126/mes	3.126/mes
TAXA COMPANYIA	0	0	0	+4.90 eur	+4.90 eur

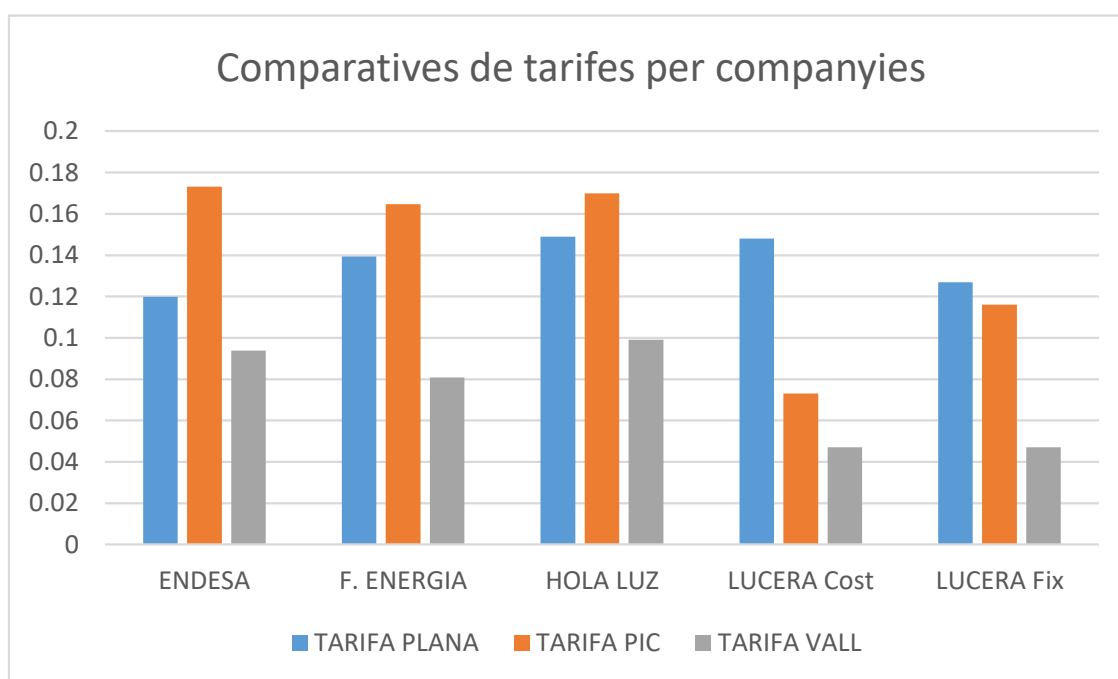


Figura 56: Gràfica comparativa entre companyies comercialitzadores. Font pròpia

Per últim es mostra gràficament la diferencia de l'oferta mes interessant entre una tarifa discriminada per hores i la tarifa normal. Correspon a Lucera.

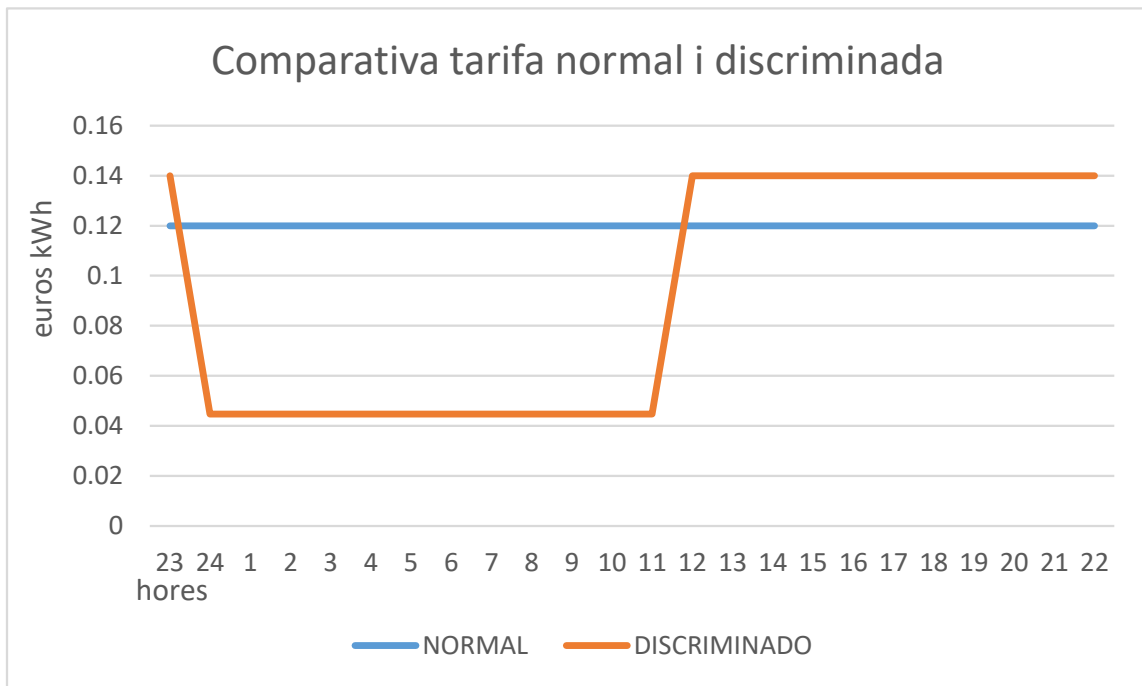


Figura 57: comparativa entre tarifa normal i discriminada de Lucera. Font pròpia.

14.2 Excel càlcul

Excel en elaboració per calcular la millor opció segons consum, tarifa de comercialitzadora i rati de potencia utilitzada/injectada.

15. IMPACTE AMBIENTAL

El càlcul que es fa intenta donar la xifra de Kg de CO² que s'evitaren al produir l'energia elèctrica de una forma neta i renovable.

No s'ha tingut em compte en aquest estudi el cost ambiental de produir les plaques fotovoltaïques, el sistema de fixació de les plaques, els cables i les proteccions i el propi inversor.

La vida útil d'aquest tipus d'instal·lacions es de 30 anys, el que fa que es pugui depreciar les quantitats de CO² emprades en la manufactura dels elements.

Segons l'IDAE: "Cada kWh generat amb energia solar fotovoltaica evita la emissió a l'atmosfera d'aproximadament un quilo de CO₂ en el cas de comparar amb generació elèctrica amb carbó, o aproximadament 400 grams de CO₂ en el cas de comparar amb generació elèctrica amb gas natural."

Per calcular les tones de CO² no emeses a l'atmosfera, s'utilitza finalment el següent factor d'emissions publicat per l'IDAE - Gobierno de España.

ELECTRICITAT CONVENCIONAL NACIONAL 0,357 Kg CO²/ kWh

La instal·lació dissenyada te una producció anual mitjana de 6,25 kWh per dia.

$$6,25 \text{ kWh} \times 365 \text{ dies} = 2.190 \text{ kWh anuals}$$

$$2.190 \text{ kWh} \times 0,357 \text{ kg CO}_2 = 814 \text{ kg de CO}_2 \text{ no emesos.}$$

Total de kg de CO² no emesos: 814 kg.

Equivalent a 814 kg de carbó no cremat

16. COST ECONÒMIC

DETALL DE L'INVERSSIÓ

Mòduls plaques solars JA SOLAR 330 W.....	723,00
Suports mòduls solars Cs Solar.....	345,00
Inversor Growatt 3000 MLT-S.....	615,00
Regulador.....	0,00
Bateries.....	0,00
Fusibles i interruptors automàtics.....	185,00
Caixa de protecció.....	35,00
Cable solar 6 mm ² DC 1500V H1Z272 (30mts).....	45,00
Connectors solars MC4 (20 u.).....	15,00
Canalitzacions cable solar.....	23,00
Ma d'obra (10 hores x 30 eur x 2 operaris).....	600,00
Taxes Ajuntament.....	274,00
Legalitzacions.....	185,00
Total.....	3.045,00 (IVA incl.)

PERIODO DE RETORN

Nota: Es calcularà amb d'obra i sense ja que la instal·lació ha estat dissenyada, calculada i muntada íntegrament pel ponent del TFG.

També es farà el càlcul per bateries de lo-liti i finament amb la instal·lació d'un Wall-box per la carrega d'un cotxe elèctric.

Formula:

$$T = \frac{I}{E-M} \quad (1)$$

T: Període en anys

I: Inversió en euros

E: valor de l'energia previst a estalviar anualment (35% sense bateries i 75% amb bateries)

M: Despeses previstes de manteniment (contracte de manteniment 50 eur/any IVA inclòs)

Cost mitja anual d'energia elèctrica abans d'aplicar eficiència i algoritmes: 840 eur.

Càlcul amb ma d'obra

Amb Estalvi del 35% de l'energia

$$T = \frac{3.045}{510 - 75} = 7,00 \text{ anys}$$

Càlcul sense ma d'obra

Estalvi del 35% de l'energia

$$T = \frac{2.445}{510 - 75} = 5,62 \text{ anys}$$

Càlcul hipotètic amb sistemes de bateria lo-Liti

Bateries Tesla o LG de 10 kWh i preu de 8.400 eur. Estalvi previst del 75% de l'energia

$$T = \frac{11.805}{680 - 150} = 22,27 \text{ anys}$$

Càlcul sense ma d'obra, sense bateries i amb cotxe elèctric

Estalvi del 35% de l'energia

Cotxe bateries de: 36 kWh. Carrega per Wall-box a 3 kWh.

Carrega en 13 hores, 3 dies per setmana. Tarifa horari vall 0.070 eur kW

$$T = \frac{3.595}{510 - 50} = 7,81 \text{ anys}$$

Es calcula el cost d'instal·lació de una Wall box en 550 eur

17. CONCLUSIONS

- La reducció del consum energètic és fa evident des de la implementació de petites millores d'eficiència.
- La mesura més fàcil d'aplicar ha estat el canvi de tarifa elèctrica, per altre banda la substitució de bombetes per LEDs ha estat la que ha produït una reducció més ràpida i evident.
- El canvi més costos però més efectiu ha estat la instal·lació solar fotovoltaica de recolzament. Però no tothom estar disposat a fer una inversió en aquest tipus d'energia complementaria.
- La reducció de la potencia contractada es farà evident amb tala la implementació i suposa un cost fix important mensual al voltant del 30%
- L'experiència de dissenyar, calcular i fer el muntatge de l'instal·lació solar ha estat una de les parts mes satisfactòries del projecte.
- El seguiment de l'algoritme definit intenta consumir el 100% de l'energia produïda i reforça l'eficàcia de la tarifa d'horari discriminat.
- La comprovació amb dades reals dels càlculs previstos valida l'estratègia.
- Fins que l'industria no proporioni captadors fotovoltaics més eficients i bateries solars més econòmiques, es necessitarà l'energia elèctrica de la xarxa com a primera font energètica.
- Reduccions de cost elèctric en percentatges:
 - S'han triat els mesos de juliol de 2017 a 2020 per fer les comparatives, donat que els mesos de març a juny del 2020 han estat influenciats pel confinament provocat pel Covid 19 (consum ha estat distorsionat al 2020).
 - A destacar que tal com es comprova en els gràfics, els mesos de juliol recullen el consum mig anual de cada període, on no afecten els pics que poden provocar altres períodes (desembre o juliol-agost). Aquest fet facilita la comparació.

Taula 19: Reducció del consum per anys. Conclusions. Font pròpia

Mes de control	Consum kWh	% reducció respecte a període anterior
Juliol 2017	575	0 %
Juliol 2018	450	21,73 %
Juliol 2019	350	22,22 %
Juliol 2020	225	35,71 %

Reducció del consum global:

No és pot fer la comparativa anual de tots els períodes donat que les factures no coincideixen amb anys naturals i perquè l'any 2020 encara esta en curs.

S'adopta igualment el consum a juliol de cada any.

Taula 20: Reducció global del consum. Conclusions. Font pròpia

Anys de control	Consum kWh	% reducció global
Juliol 2017	575	0 %
Juliol 2020	225	60,86 %

La darrera conclusió, enllaça amb un nou capítol del TFG: la possibilitat d'ampliar la instal·lació fent us del segon MPTT.

L'espai sobre coberta disponible està orientat a l'EST i tindria cabuda per 3 plaques fotovoltaïques mes. Això donaria una potencia de pic extra de quasi 1.000 W des de les 9 del mati fins les 2 de tarda.

17. Ampliació de la superfície de captació

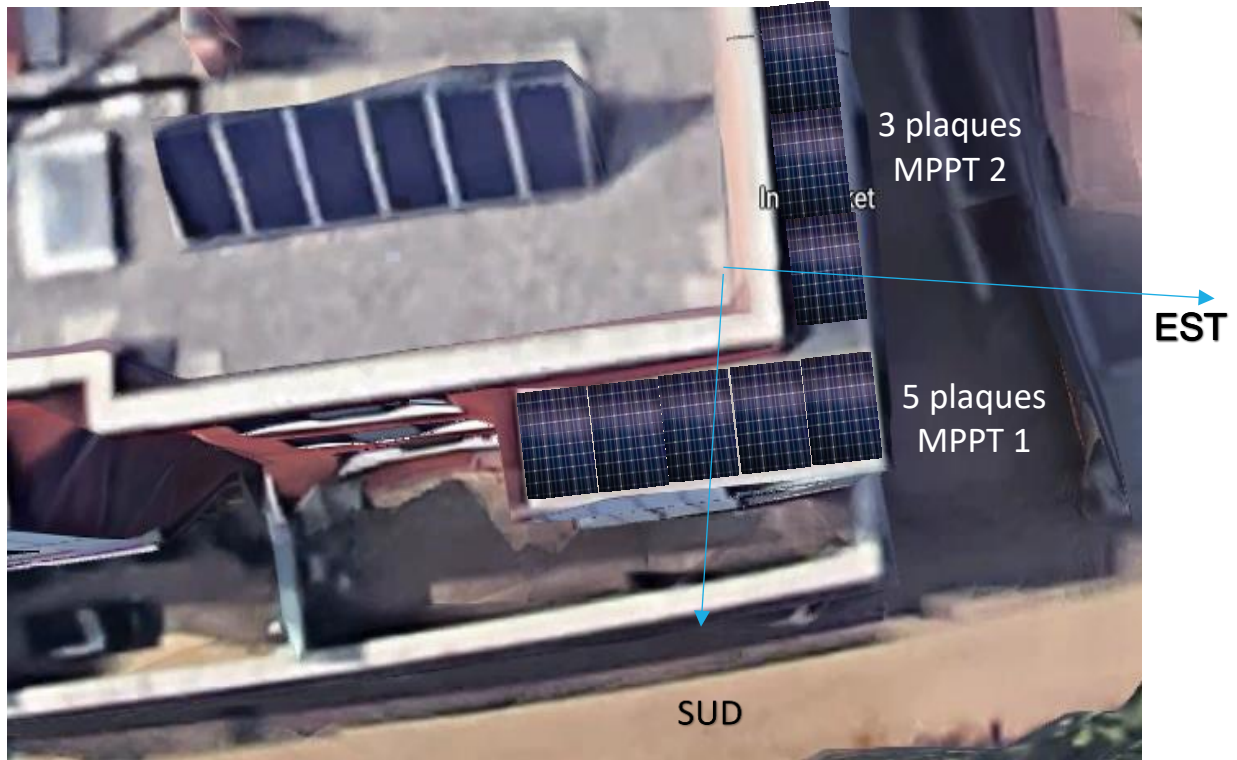


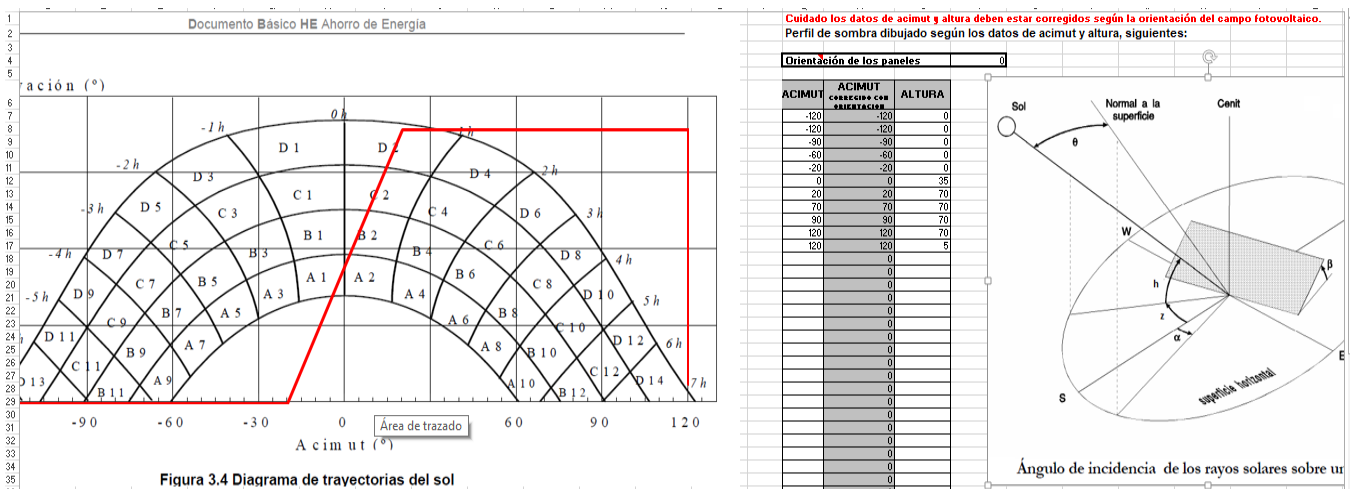
Figura 58: Ubicació de les 5 plaques ja instal·lades i de les 3 possibles per ampliar.

Orientació Est. Inclinació 20° . Captació plena fins les 14.00

Cap ombra. Cap pèrdua per orientació fins a les 14.00.

Cap pèrdua per inclinació fins a les 14.00.

Pèrdues posteriors **35%**



L'increment de producció prevista seria de similar al del gràfic (Font Growatt)



Figura 60: Producció fotovoltaica prevista amb l'ampliació de 3 plaques orientades a l'Est.

Les 3 plaques fotovoltaïques estarien orientades a l'Est amb una inclinació de 20% sobre l'horitzontal, d'aquesta forma s'aprofitaria l'energia rebuda des de el primer moment de la trajectòria ascendent, tant a l'estiu com a l'hivern.

A partir de les 14 hores, la cornisa superior del terrat produirà ombres sobre els panells de forma immediata.

La producció estimada per un dia de plena irradiància seria:

Taula 21: Producció per hores estimada amb l'ampliació de 3 plaques orientades a l'Est.

HORA	Wh ESTIU		HORA	Wh HIVERN
9.00	400		9.00	100
10.00	800		10.00	400
11.00	1.300		11.00	900
12.00	1.700		12.00	1.100
13.00	2.000		13.00	1.500
14.00	2.400		14.00	2.200
15.00	1.200		15.00	800
16.00	900		16.00	400
17.00	700		17.00	100
18.00	500		18.00	0
19.00	300		19.00	0
20.00	100		20.00	0

Com a conclusió l'algoritme permetria utilitzar més d'un electrodomèstic alhora fins a les 14.00 i en cas de no utilitzar-se per autoconsum, la venda a la xarxa d'excedents amb compensació milloraria el resultat.

ANNEXOS

Índex

Bibliografia.....	1
Plànols.....	2
Data sheet.....	3
Excel variis	4
Pvgis - Càlcul ombres.....	5
Riscos laborals.....	6
Memòria instal·lació completa.....	Annex

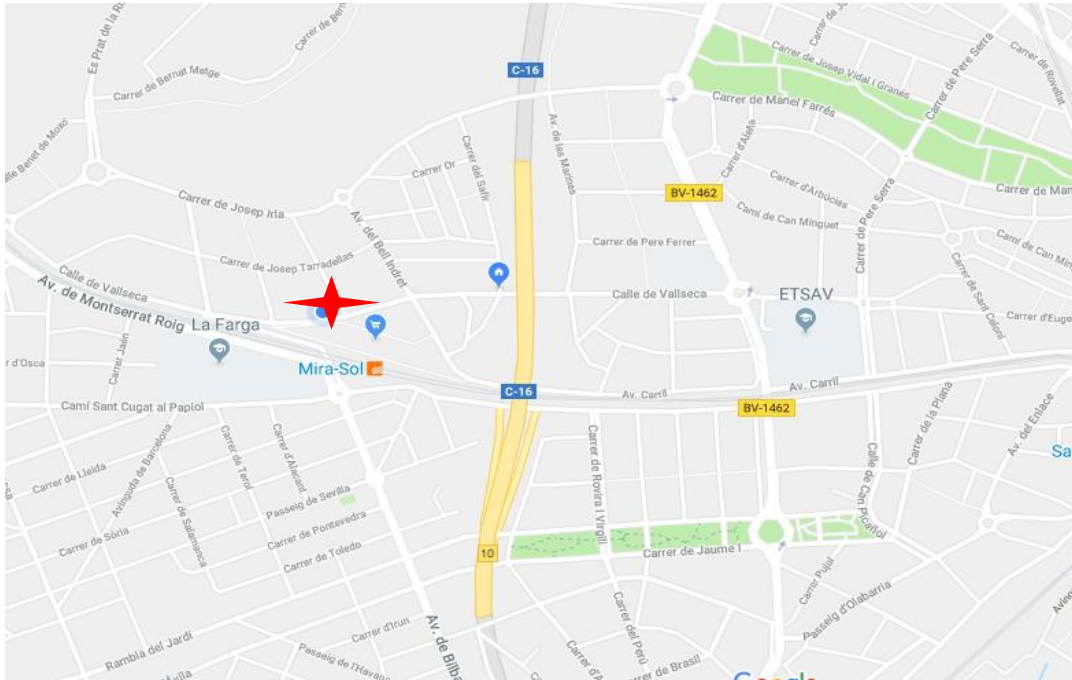
1.- Bibliografia

- (1) IEA. Reports. Stated-policies. Nov 2019 <https://www.iea.org/reports/world-energy-model/stated-policies-scenario>
- (2) Normas ISO <https://www.normas-iso.com/iso-50001/>
- (3) Adsl.zones. Jul 2020 <https://www.adslzone.net/noticias/tecnologia/ndb-baterias-nanodiamante-carbono-nuclear/>
- (4) Espacio abierto. Mar 2014. Edificación. http://www.espaciomasabierto.com/wp-content/uploads/2014/03/consumo_energia.jp
- (5) Instalfrica. SEER y COOP. <https://instalfrica.es/que-es-seer-y-scop/>
- (6) Gencat. Set 2020. <http://icaen.gencat.cat/es/energia/ajuts/mobilitat/pla-moves-ii/>
- (7) Idescat. Set 2020. <https://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=505&lang=es>
- (8) Treball instal·lació solar fotovoltaica en edifici. UPC- 2018. Prof. Jordi de la Hoz. Treball propi.
- (9) Treball. Incendi en façanes. UPC. 2020. Prof. Elsa Pastor. Treball propi.
- (10) Gobierno de España. Libro energía 2017. <https://energia.gob.es/balances/Balances/LibrosEnergia/Libro-Energia-2017.pdf>
- (11) REE. Previsiones de cierre. 2019. https://www.ree.es/sites/default/files/Infografia_PrevisionCierre2019_Preavance.pdf
- (12) Tienda solar. Peak shaving. <https://www.tienda-solar.es/blog/peak-shaving-bajada-termino-fijo-factura/>
- (13) Next. Peak Shaving. Load Shifting <https://www.next-kraftwerke.com/knowledge/what-is-peak-shaving>
- (14) ccma.cat. 2020. <https://www.ccma.cat/el-temps/quanta-energia-consumeixes-de-llum-i-gas/noticia/2997655/>
- (15) Autobild. 2019. <https://www.autobild.es/noticias/coches-electricos-pueden-almacenar-energia-iluminar-europa-dia-entero-460159>
- (16) Ministerio de Fomento. Código Técnico de la Edificación. Madrid.
- (17) Cener. Centro Nacional de Energías Renovables, 2019. <http://www.cener.com/introduccion-a-las-microrredes/>

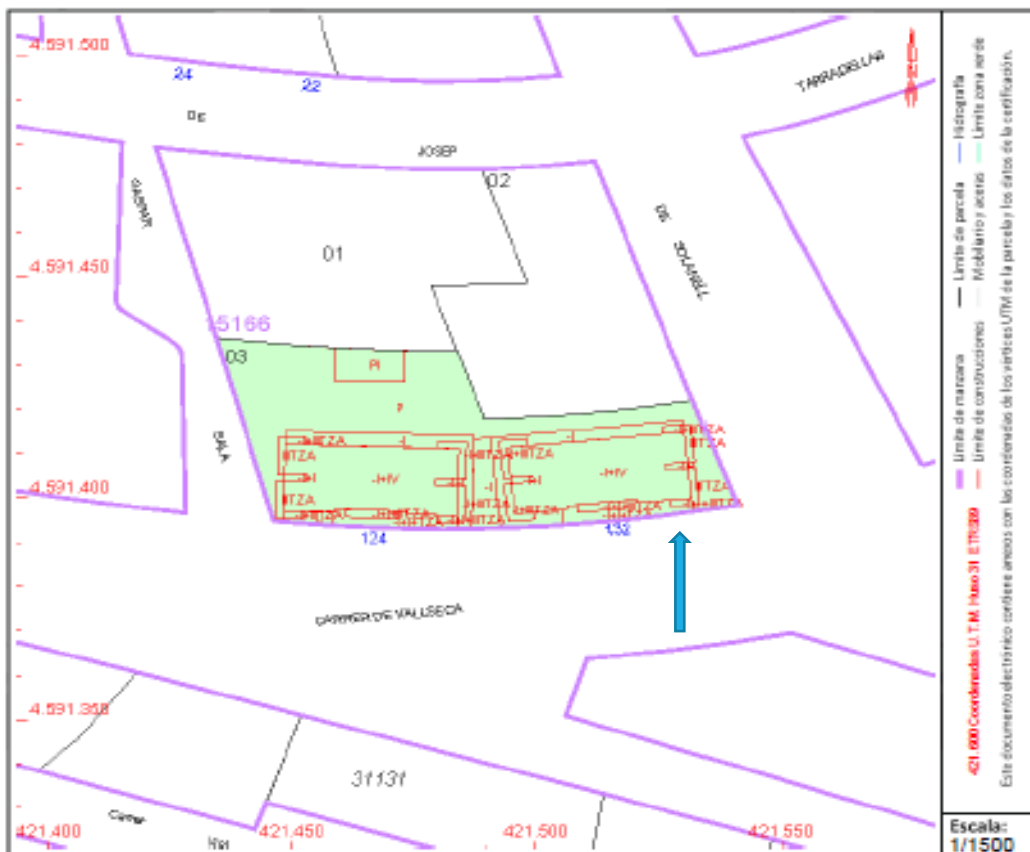
- (18) La importancia de las energías renovables. Acciona. 2016.
<https://www.acciona.com/es/energias-renovables/>
- (19) Xakata.Ciencia. Divulgación Científica. <http://www.xatakaciencia.com>
- (20) PVGIS <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>). Cálculos.
- (21) Merkasol. Productes. <https://www.merkasol.com/>
- (22) JA SOLAR. Paneles Solares. <https://www.jasolar.com.cn/html/en/>
- (23) Fujitsu. Products. Bomba calor. <https://www.fujitsu.com/es/>
- (24) Growatt Energy.es. Inversores. <http://www.growatt.es/>
- (25) Smartdraw. Disseny algorítmic gràfic.
- (26) Lucera. Tarifa discriminada
- (27) Endesa. Tarifa discriminada.
- (28) REBT. ITC's 15, 16, 17, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 27.
- (29) Riesgos Laborales. Trabajos verticales. Normas de seguridad.

2.- Plànols

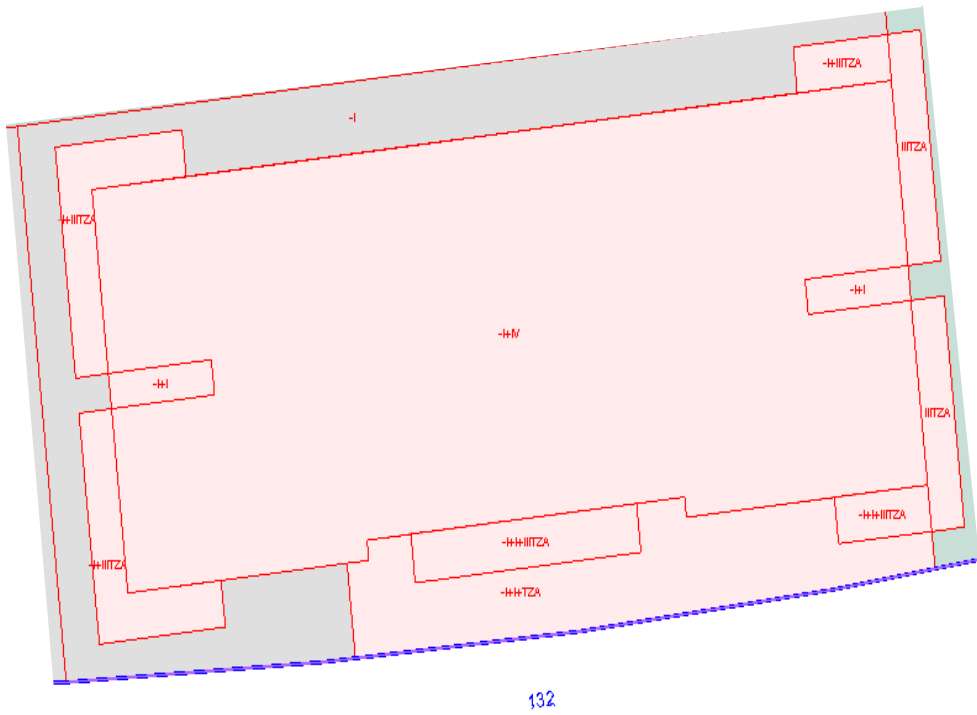
1-PLANOL D'UBICACIO GENERAL. Barri Mirasol. Sant Cugat del Vallès.



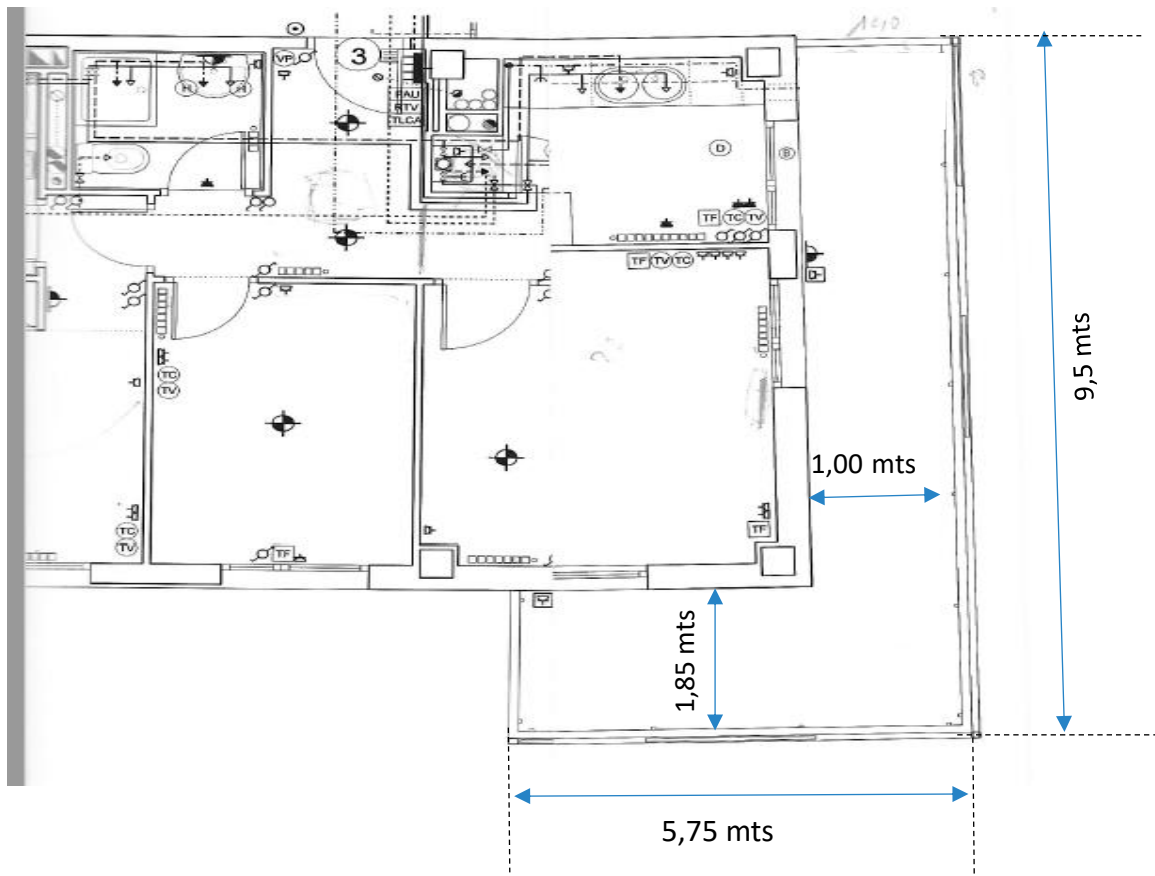
2- PLANOL D'UBICACIÓ LOCAL . Carrer Vallseca 124.



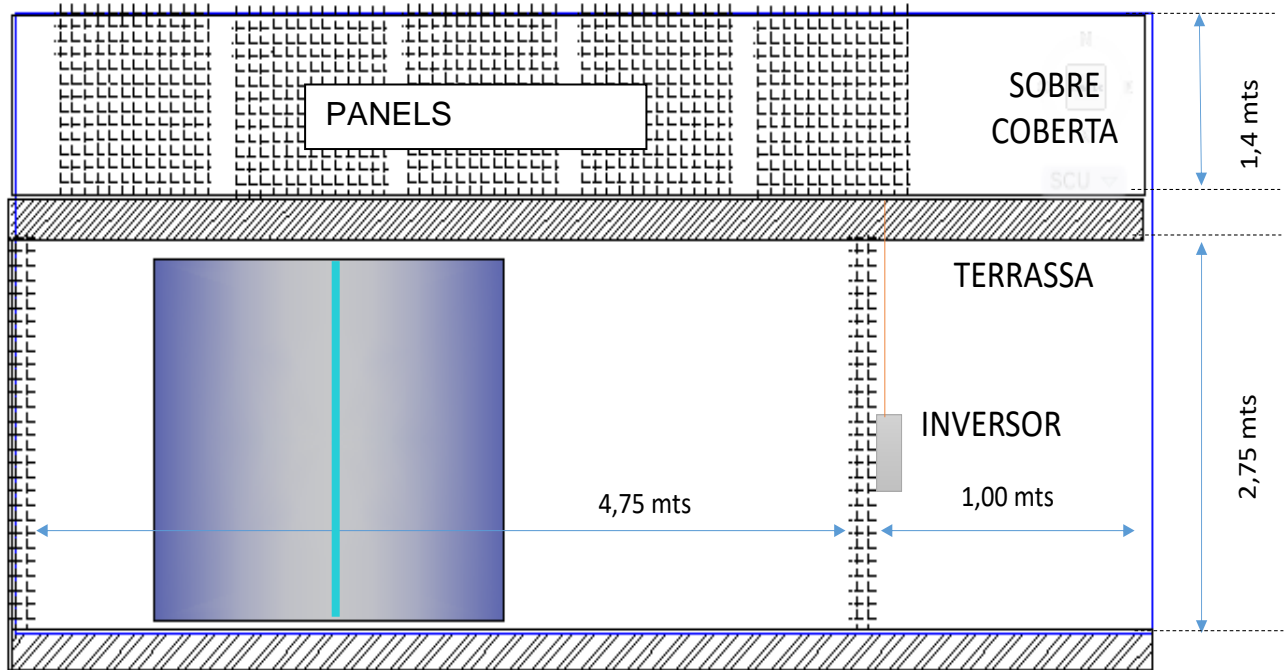
3- PLANÒL DE L'EDIFICI. CADASTRE



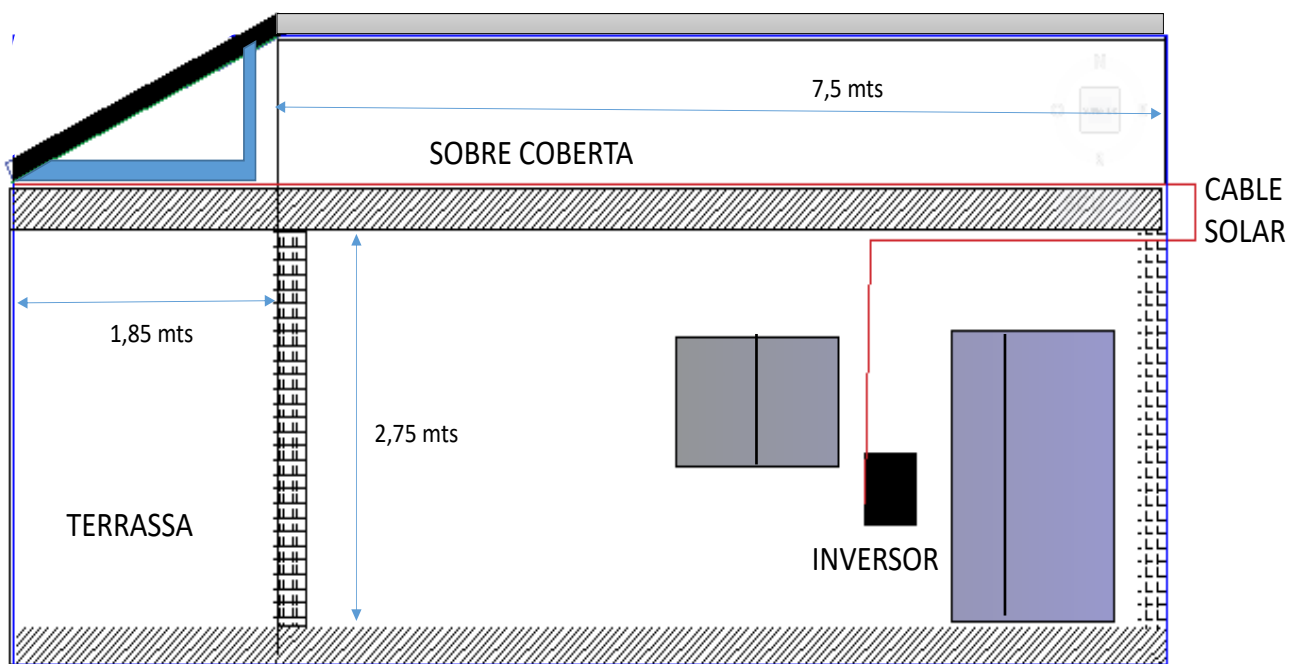
4- PLANÒL INTERIOR DE L'HABITATGE.



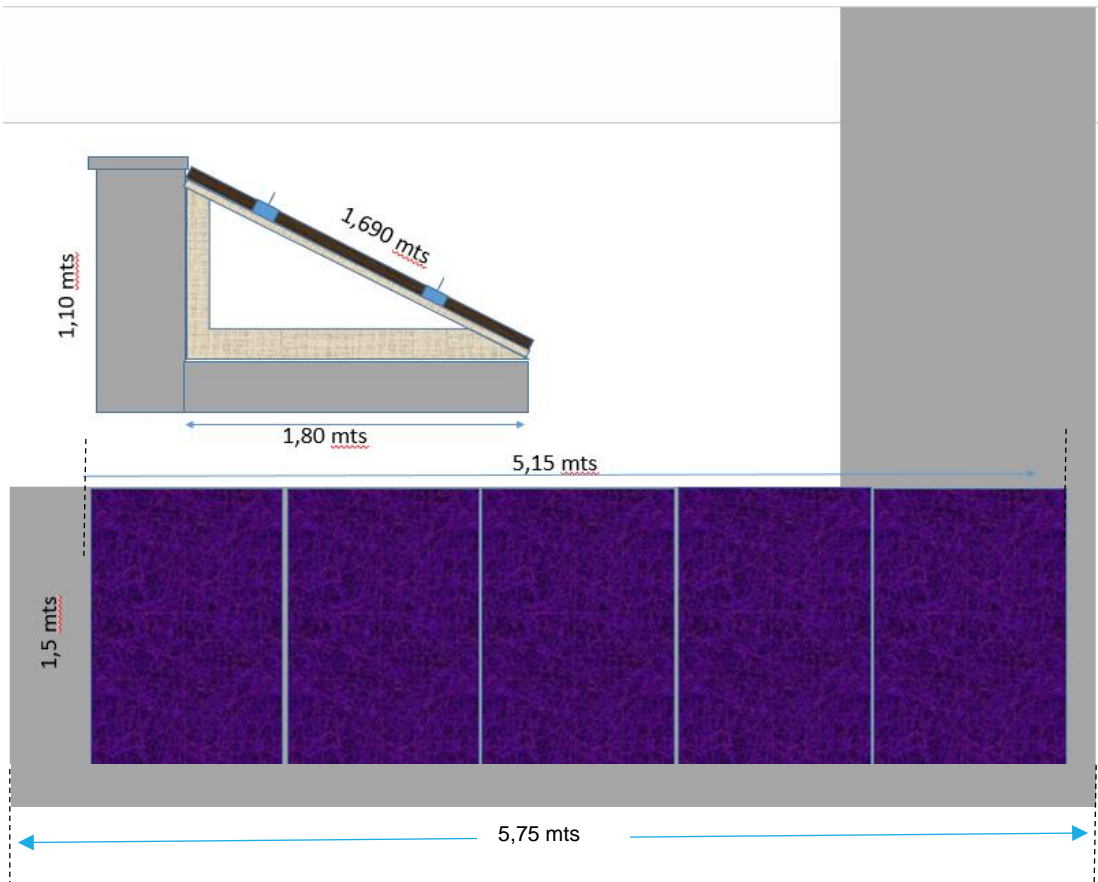
5- PLANÒL DE L'HABITATGE. VISTA FRONTAL.



6- PLANÒL DE L'HABITATGE. VISTA LATERAL.



7- ESQUEMA I FOTOGRAFIA DE L'UBICACIÓ DE LES PLAQUES FOTOVOLTAIQUES



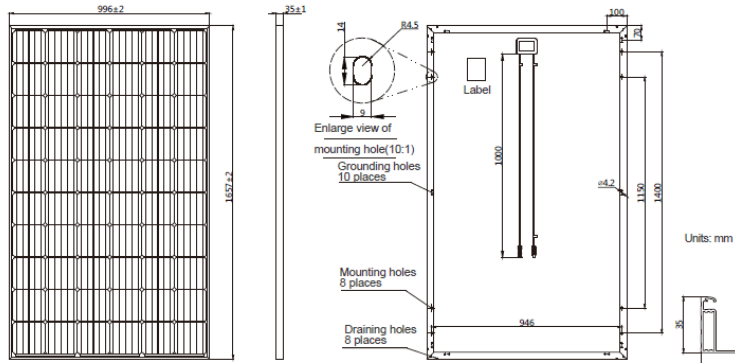
3.- Data Sheet

PANELS SOLAR JA SOLAR



JAM60S09 310-330/PR Series

MECHANICAL DIAGRAMS



SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	18.4kg±3%
Dimensions	1657±2mm×996±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm ²
No. of cells	60(6x10)
Junction Box	IP67, 3 diodes
Connector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)
Packaging Configuration	30 Per Pallet

Remark: customized frame color and cable length available upon request

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM60S09 -310/PR	JAM60S09 -315/PR	JAM60S09 -320/PR	JAM60S09 -325/PR	JAM60S09 -330/PR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	310	315	320	325	330
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	40.30	40.53	40.78	41.04	41.30
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	32.60	32.89	33.17	33.44	33.75
Short Circuit Current(Isc) [A]	10.04	10.11	10.18	10.25	10.32
Maximum Power Current(Imp) [A]	9.51	9.58	9.65	9.72	9.78
Module Efficiency [%]	18.8	19.1	19.4	19.7	20.0
Power Tolerance	0~+5W				
Temperature Coefficient of Isc(α _{Isc})	+0.060%/°C				
Temperature Coefficient of Voc(β _{Voc})	-0.300%/°C				
Temperature Coefficient of Pmax(γ _{Pmp})	-0.370%/°C				
STC	Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1.5G				

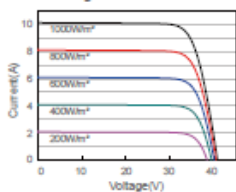
Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer.They only serve for comparison among different module types.

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

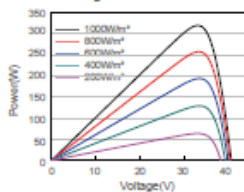
TYPE	JAM60S09 -310/PR	JAM60S09 -315/PR	JAM60S09 -320/PR	JAM60S09 -325/PR	JAM60S09 -330/PR	OPERATING CONDITIONS
Rated Max Power(Pmax) [W]	229	233	237	241	244	Maximum System Voltage 1000V/1500V DC(IEC)
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	37.95	38.25	38.56	38.85	39.16	Operating Temperature -40°C~+85°C
Max Power Voltage(Vmp) [V]	30.67	31.00	31.32	31.64	31.96	Maximum Series Fuse 20A
Short Circuit Current(Isc) [A]	7.93	7.97	8.01	8.05	8.09	Maximum Static Load,Front 5400Pa
Max Power Current(Imp) [A]	7.48	7.52	7.56	7.60	7.64	Maximum Static Load,Back 2400Pa
NOCT	Irradiance 800W/m ² , ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G					NOCT 45±2°C
						Application Class Class A

CHARACTERISTICS

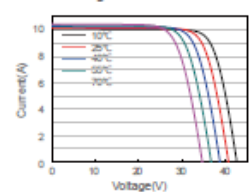
Current-Voltage Curve JAM60S09-320/PR



Power-Voltage Curve JAM60S09-320/PR



Current-Voltage Curve JAM60S09-320/PR



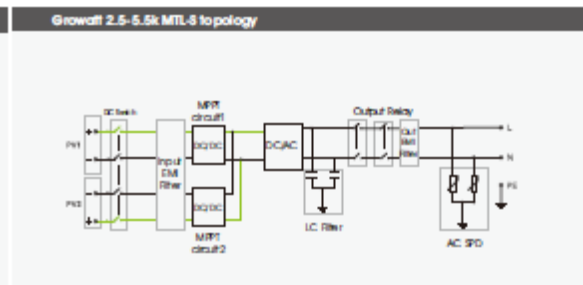
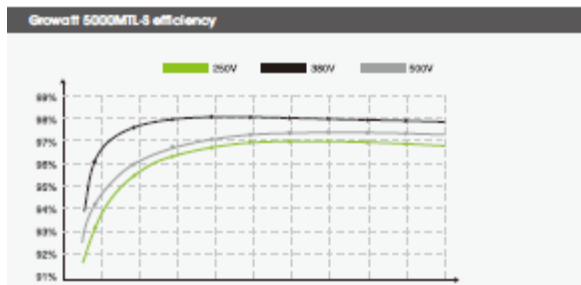
Premium Cells, Premium Modules

Version No. : Global EN 20190314A



INVERSOR MONOFASIC GROWATT 3000MTL-S

Datasheet	2500MTL-S	3000MTL-S	3600MTL-S	4200MTL-S	5000MTL-S	5500MTL-S
Input Data						
Max. recommended PV power (for module STC)	3350W	4000W	4800W	5600W	6150W	6650W
Max. DC voltage	500V	500V	550V	550V	550V	550V
Start voltage	100V	100V	100V	100V	100V	100V
MPP work voltage range	80V-500V	80V-500V	80V-550V	80V-550V	80V-550V	80V-550V
Nominal voltage	360V	360V	360V	360V	360V	360V
Max. Input current of tracker A/ tracker B	10A/10A	10A/10A	10A/10A	15A/15A	15A/15A	15A/15A
Max. Input current per string of tracker A/tracker B	10A/10A	10A/10A	10A/10A	15A/15A	15A/15A	15A/15A
Number of independent MPP trackers / strings per MPP tracker	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1
Output (AC)						
Rated AC output power	2500W	3000W	3600W	4200W	4600W	5000W
Max. AC apparent power	2500VA	3000VA	3600VA	4200VA	4600VA	5000VA
Max. output current	11.3A	13.6A	16.3A	19A	20.9A	22.7A
AC nominal voltage; range	220V/230V/240V; 180Vac-280Vac	220V/230V/240V; 180Vac-280Vac	220V/230V/240V; 180Vac-280Vac	220V/230V/240V; 180Vac-280Vac	220V/230V/240V; 180Vac-280Vac	220V/230V/240V; 180Vac-280Vac
AC grid frequency; range	50Hz/60Hz, ±5Hz	50Hz/60Hz, ±5Hz	50Hz/60Hz, ±5Hz	50Hz/60Hz, ±5Hz	50Hz/60Hz, ±5Hz	50Hz/60Hz, ±5Hz
Displacement power factor, configurable	0.8leading... 0.95lagging	0.8leading... 0.95lagging	0.8leading... 0.95lagging	0.8leading... 0.95lagging	0.8leading... 0.95lagging	0.8leading... 0.95lagging
THD	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%
AC connection	Single phase	Single phase	Single phase	Single phase	Single phase	Single phase
Efficiency						
Max efficiency	97.6%	97.6%	97.9%	97.9%	97.9%	97.9%
Euro weighted efficiency	97%	97%	97.4%	97.4%	97.4%	97.4%
MPP efficiency	99.5%	99.5%	99.5%	99.5%	99.5%	99.5%
Protection Devices						
DC reverse polarity protection	yes	yes	yes	yes	yes	yes
DC switch rating for each MPP	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Output over current protection	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Output over voltage protection-varistor	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Ground fault monitoring	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Grid monitoring	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Integrated all - pole sensitive leakage current monitoring unit	yes	yes	yes	yes	yes	yes
General Data						
Dimensions (W / H / D) in mm	355/419/138	355/419/138	355/419/138	355/419/138	355/419/158	355/419/158
Weight	14KG	14KG	14KG	14KG	14.5KG	14.5KG
Operating temperature range	-25°C ... +60°C	-25°C ... +60°C	-25°C ... +60°C	-25°C ... +60°C	-25°C ... +60°C	-25°C ... +60°C
Noise emission (typical)	≤25 dB(A)	≤25 dB(A)	≤25 dB(A)	≤25 dB(A)	≤25 dB(A)	≤25 dB(A)
Altitude	2000m without derating	2000m without derating	2000m without derating	2000m without derating	2000m without derating	2000m without derating
Self-consumption night	< 0.5 W	< 0.5 W	< 0.5 W	< 0.5 W	< 0.5 W	< 0.5 W
Topology	Transformerless	Transformerless	Transformerless	Transformerless	Transformerless	Transformerless
Features						
DC connection	H4/MC4(opt)	H4/MC4(opt)	H4/MC4(opt)	H4/MC4(opt)	H4/MC4(opt)	H4/MC4(opt)
AC connection	Connector	Connector	Connector	Connector	Connector	Connector
Display	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD
Interfaces: RS232 / RJ45 / RF / W/L / LAN / GPRS	yes / yes / opt / opt / opt / opt	yes / yes / opt / opt / opt / opt	yes / yes / opt / opt / opt / opt	yes / yes / opt / opt / opt / opt	yes / yes / opt / opt / opt / opt	yes / yes / opt / opt / opt / opt
Warranty: 5 years / 10 years	yes / opt	yes / opt	yes / opt	yes / opt	yes / opt	yes / opt

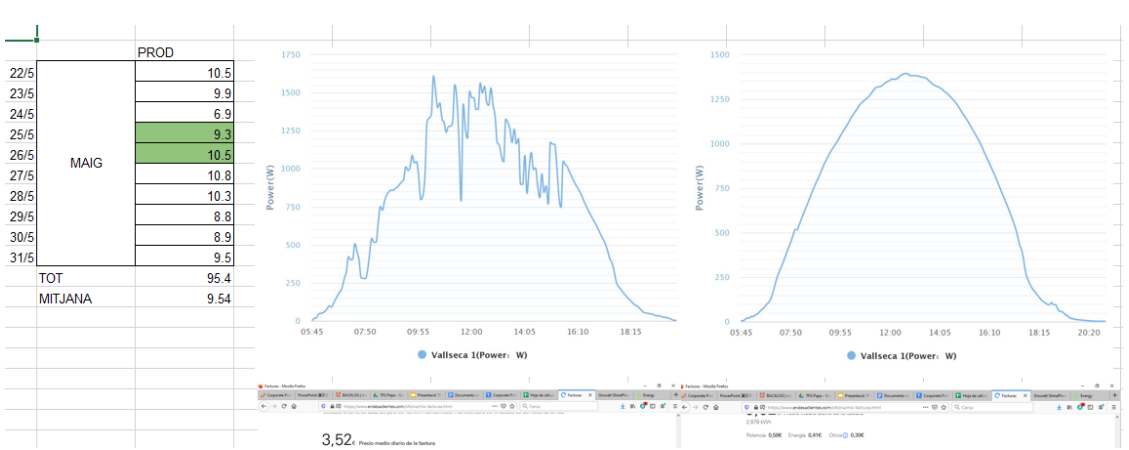
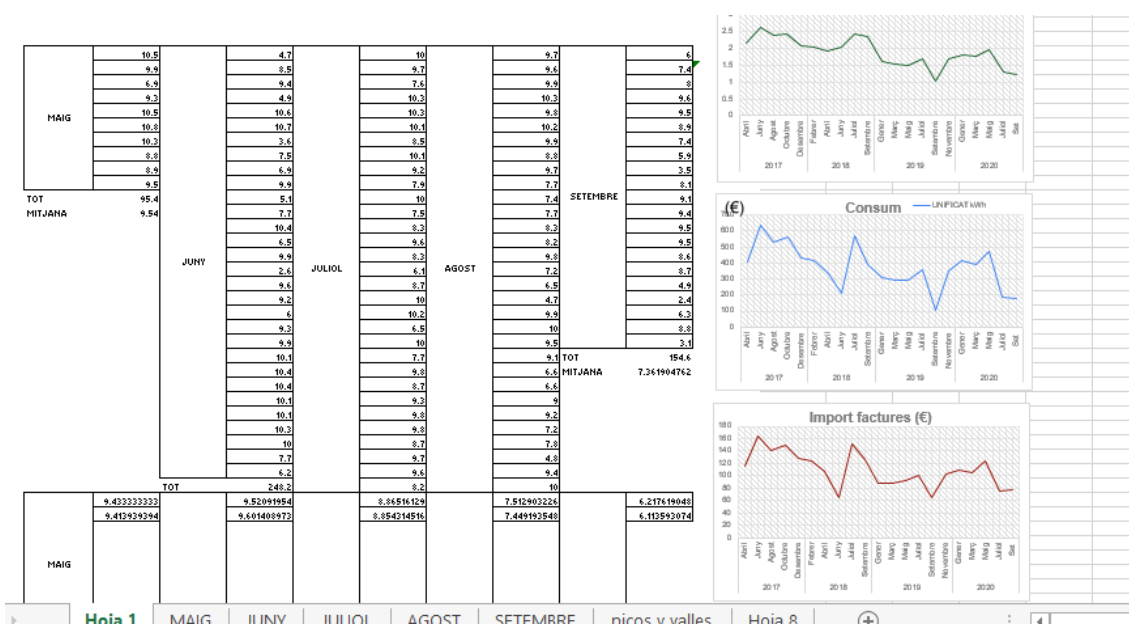


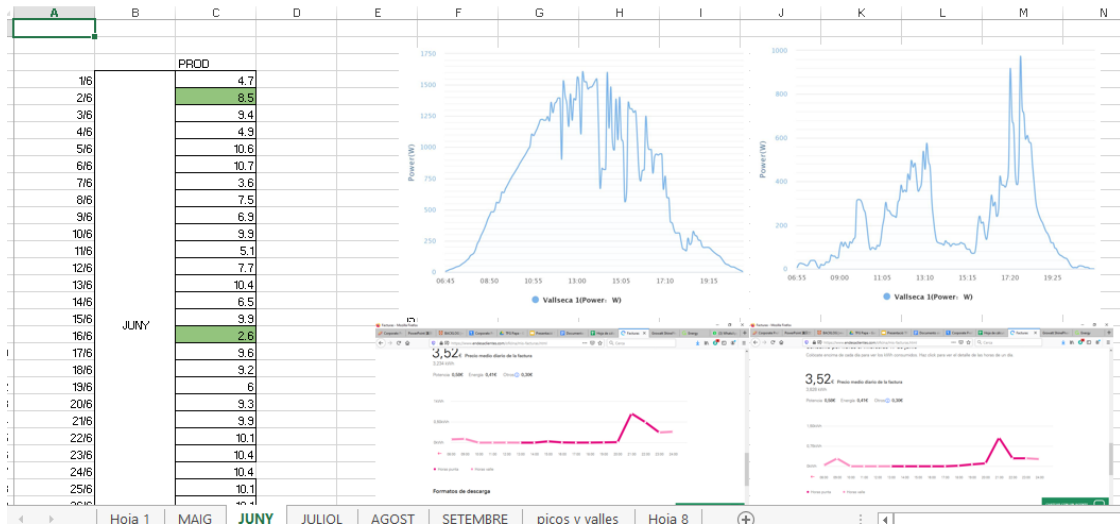
CABLE SOLAR EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS)

Código	Sección	Color (*)	Diámetro exterior	Peso	Radio Mín. Curvatura	Resist. Máx. del conductor a 20 °C	Intensidad al Aire ⁽¹⁾	Caída de tensión en DC
	mm ²		mm ²	kg/km	mm ²	Ω/km	A	V/A.km
1614106	1x1,5	■ ■	4,3	35	18	13,7	30	38,17
1614107	1x2,5	■ ■	5,0	50	20	8,21	41	22,87
1614108	1x4	■ ■	5,6	65	23	5,09	55	14,18
1614109	1x6	■ ■	6,3	85	26	3,39	70	9,445
1614110	1x10	■ ■	7,9	140	32	1,95	96	5,433
1614111	1x16	■ ■	8,8	200	35	1,24	132	3,455
1614112	1x25	■ ■	10,5	295	42	0,795	176	2,215
1614113	1x35	■ ■	11,8	395	47	0,565	218	1,574

4.- Excel Consum i producció

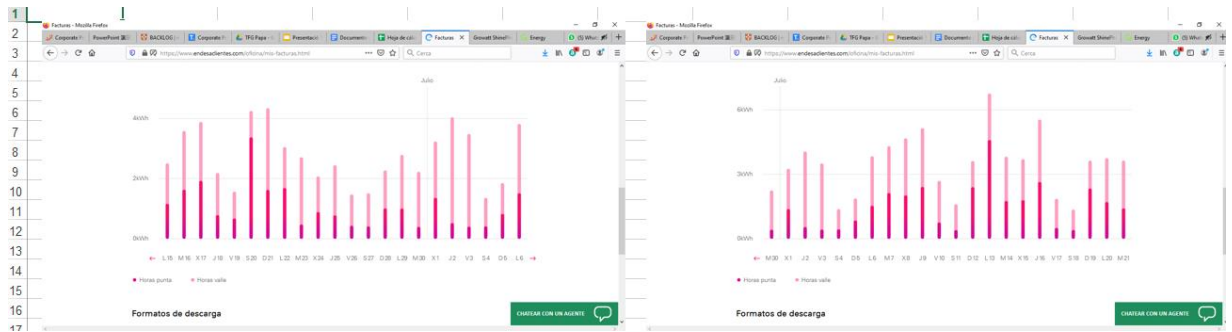
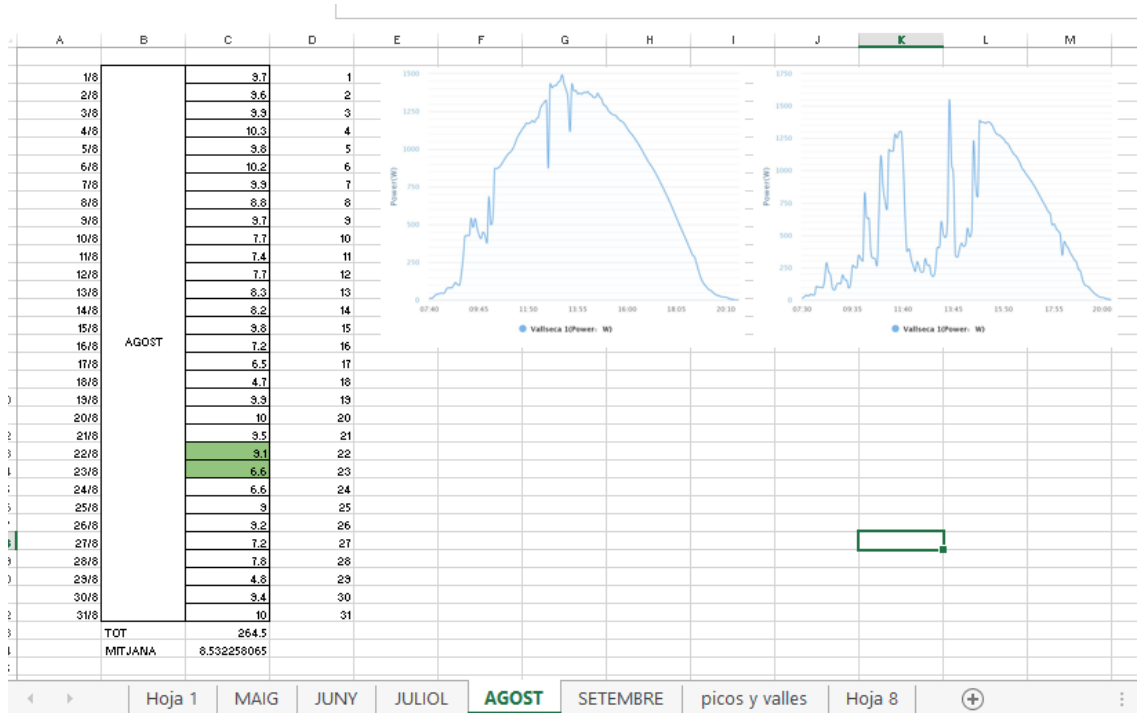
	2017					2018					2019					2020						
	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre	
UNIFICAT kWh	403	628	528	558	433	413	334	214	573	341	310	245	294	240	105	352	413	288	471	113	175	
HSCRININA kWh vell	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	165	170	151	176	53	160	224	207	222	100	104
HSCRININA kWh vic	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	145	125	143	114	52	193	189	181	249	83	69
POTÈNCIA CONTRACTADA	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
PROD. ENERGIA SOLAR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ENERGIA UTILITZADA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ENERGIA INJECTADA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COST FACTURA (€)	114.63	162.54	141.24	149.99	127.57	124.04	107.27	65.12	152.11	126.46	87.09	87.45	92.24	101.54	65.42	103.65	109.44	104.4	122.12	74.6	76.64	
Nº DE DIES	53	63	59	62	61	50	32	32	63	54	54	51	62	60	64	61	61	59	63	51	63	
Preu cost energia diari	2.163772515	2.595972016	2.393992305	2.407064516	2.057510645	2.046195246	1.919525714	2.035	2.414444444	2.341051952	1.612542592	1.907751621	1.417741925	1.691023232	1.0221175	1.699100328	1.794093261	1.74491925	1.954215714	1.216264997	1.216021746	





1/7	10	1
2/7	9.7	2
3/7	7.6	3
4/7	10.3	4
5/7	10.3	5
6/7	10.1	6
7/7	8.5	7
8/7	10.1	8
9/7	9.2	9
10/7	7.9	10
11/7	10	11
12/7	7.5	12
13/7	8.3	13
14/7	9.6	14
15/7	8.3	15
16/7	6.1	16
17/7	8.7	17
18/7	10	18
19/7	10.2	19
20/7	6.5	20
21/7	10	21
22/7	7.7	22
23/7	9.8	23
24/7	8.7	24
25/7	9.3	25
26/7	9.8	26
27/7	9.8	27
28/7	8.7	28
29/7	9.7	29
30/7	9.6	30
31/7	8.2	31
TOT	280.2	
MITJANA	9.038709677	

1/9	6	1
2/9	7.4	2
3/9	8	3
4/9	9.6	4
5/9	9.5	5
6/9	8.9	6
7/9	7.4	7
8/9	5.9	8
9/9	3.5	9
10/9	8.1	10
11/9	9.1	11
12/9	9.4	12
13/9	9.5	13
14/9	9.5	14
15/9	8.6	15
16/9	8.7	16
17/9	4.9	17
18/9	2.4	18
19/9	6.3	19
20/9	8.8	20
21/9	3.1	21
TOT	154.6	
MITJANA	7.361904762	



6.- Riscos Laborals

PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

SITUACION OBRA: c/ Vallseca 124, 3º 3ª 08195.
SANT CUGAT DEL VALLES 08195

ACLARACIÓN SOBRE TRABAJOS VERTICALES

No se trata estrictamente de un montaje vertical, ya que se realizará la instalación sobre una cubierta privativa de 1,7 mts x 6 mts, anexa a una terraza comunitaria debidamente protegida donde se depositarán todos los materiales y herramientas hasta su utilización.

Como esta sobrecubierta de hormigón armado de 25 cms de grosor, no tiene medidas de protección como barandas de obra o metálicas, ni tampoco "quitamiedos", se aplicarán algunas medidas correspondientes a trabajos verticales.

DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR

Se deben fijar en la sobrecubierta de la terraza privativa del piso 3º 3ª los siguientes elementos:

- 6 fijaciones para la estructura portante de las placas, realizadas con taco químico y espárragos de acero de 20 cms de longitud y de de 10 mm2 de grosor
- Estructura de aluminio portante de las placas solares fotovoltaicas, compuesta por:
 - o 2 guías de 3 mts
 - o 2 guías de 2 mts
 - o 6 guías de 1,60 mts
 - o 3 triángulos portantes
- 5 placas fotovoltaicas de 0,995x 1,690 mts de forma longitudinal, fijadas sobre la estructura de aluminio descrita y aseguradas con cierres atornillados de seguridad (4 por placa)
- Conexionado de cable eléctrico específico de CC de 10mm2, guiado en zonas por tubo de PVC fijado al suelo.

El resto de trabajos, colocación del inversor, colocación del cuadro de protecciones, guiado y conexionado de cables de CC y CA, se realizara en la propia terraza del piso, con las protecciones constructivas ya existentes y sin ningún riesgo añadido.

RIESGOS MÁS FRECUENTES

- o Caída de personas en altura a distinto nivel
- o Caídas de objetos en manipulación
- o Caída de objetos por desprendimientos
- o Posturas forzadas/Trastornos músculo-esqueléticos
- o Riesgos asociados a condiciones climáticas adversas
- o Riesgo de corte y golpes
- o Riesgo de caída al mismo nivel
- o Riesgo por contacto eléctrico

MEDIDAS PREVENTIVAS PARA LOS RIESGOS MÁS FRECUENTES

Equipo de trabajo esencial (EPIS)

- Guantes contra riesgos mecánicos o químicos.
- Ropa de trabajo.
- Calzado de seguridad. (botas con refuerzo y protección)
- Protecciones oculares

Equipo de seguridad o de protección anticaídas

- Casco de seguridad con barboquejo.
- Arnés integral o completo.
- Cabo de anclaje.
- Mosquetones con seguro automático.
- Dispositivos de regulación de cuerda Tipo "B" y "C".
- Cuerda de trabajo
- Absorbedor de energía
- Protectores de cuerda.
- Cintas y eslingas.
- Petate de transporte del equipo.
- Petate con equipo para emergencias.

PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO SEGUROS

1- Instalación de los Sistemas de sujeción

- Se colocará una línea de vida anclada a dos puntos fijos de la cubierta comunitaria.
- Sobre esta línea de vida y con desplazamiento libre sobre la misma, se colocará cuerda con absorbedor de energía anclada al arnés de seguridad del operario/s

2- Utilización de los sistemas de seguridad

- El casco de seguridad utilizado y debidamente ajustado en todo momento por el operario/s
- Los guantes de protección de golpes y cortes utilizados y ajustados en todo momento por el operario/s
- Las gafas de protección siempre utilizadas por el operario/s
- Los trabajadores deben velar por el perfecto estado de conservación y uso del Equipo Vertical
- El personal consultará cualquier duda sobre su correcta utilización.
- Así mismo solicitará uno nuevo elemento de seguridad en caso de deterioro o ante cualquier duda razonable sobre el correcto funcionamiento o grado de seguridad de alguno de los elementos que lo componen o de su totalidad. Todos los elementos que componen el Equipo Vertical Personal deben estar sometidos a un programa de verificación, control y mantenimiento periódicos.
- Las herramientas y demás accesorios que deba utilizar el trabajador deberán estar sujetos al arnés o al asiento del trabajador, o sujetos por otros medios adecuados.

El trabajo deberá planificarse y supervisarse correctamente de manera que, en caso de emergencia, se pueda socorrer inmediatamente al trabajador.

En las tareas de montaje de los sistemas de sujeción se tendrán en cuenta las siguientes normas:

1. Desde el inicio de estas operaciones hasta el momento de des anclaje del material, el trabajador estará en todo momento protegido contra caídas a distinto nivel, bien mediante el uso de protecciones colectivas o bien utilizando sistemas anti caídas basados en líneas de anclaje.
2. Los operarios deben recibir información y formación específica en los riesgos inherentes a sus tareas.

Se impartirá a los trabajadores afectados una formación adecuada y específica para las operaciones previstas, destinada, en particular, a:

- Las técnicas para la progresión mediante cuerdas y sobre estructuras.
- Los sistemas de sujeción.
- Los sistemas anticaídas.
- Las normas sobre el cuidado, mantenimiento y verificación del equipo de trabajo.
- Las técnicas de salvamento de personas accidentadas en suspensión.
- Las medidas de seguridad ante condiciones meteorológicas adversas.
- Las técnicas seguras de manipulación de cargas en altura.

3- Otras medidas de protección

- Se programaran descansos cada 15 minutos en caso de tener que mantener posiciones forzadas o que generan sobrecarga muscular- esquelética
- Se facilitarán sillas de descanso ubicadas en la terraza comunitaria anexa
- Se dotara de agua potable abundante para facilitar la hidratación, así como crema solar protectora
- No se realizará ninguna conexión eléctrica hasta la finalización del montaje de la estructura portante y las 5 placas fotovoltaicas.
- La conexión a red eléctrica se realizara una vez acabado todo el montaje, a través del IGA del cuadro de protecciones previa desconexión de red

ESPECIFICACIONES DE OBRA

Normas básicas de transporte de materiales de trabajo y de herramientas.

Todo el material se subirá al lugar de trabajo por ascensor y escalera de acceso a la terraza comunitaria.

Se colocará una red de protección perimetral de 1,5 mts de altura, anclada a elementos fijos de la cubierta, para evitar la caída de material y herramientas a la terraza privativa del piso primero, único afectado en este montaje.

Se calcula un tiempo de montaje de aproximadamente 3 horas.

El material y herramientas quedarán depositado en todo momento en la terraza comunitaria hasta su utilización y colocación.

No será necesario la utilización de cuerdas para ascenso/descenso de operarios

No será necesario la utilización de cuerdas para ascenso/descenso de materiales

No será necesario la utilización de plumas, poleas o grúas para ascenso/descenso de materiales.

JUAN ALVAREZ GARCIA DNI 38491240G

Título Diseño y Montaje instalaciones solares fotovoltaicas. SOC-Gencat

MEMORIA TÉCNICA

INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO DE 3kWn

SOLICITANTE

Nombre: Juan Alvarez Garcia

IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Título: Instalación de Autoconsumo en residencia habitual

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Ubicación (Dirección): Vallseca 124, 3 3

Localidad: SANT CUGAT DEL VALLES

CP: 08195

Provincia: Barcelona

INDICE

- 1. Descripción**
 - 1.1 Localización**
 - 1.2 Descripción de la instalación**
- 2. Datos Técnicos del Proyecto**
 - 2.1 Normativa**
 - 2.2 Datos técnicos del proyecto**
- 3. Estudio Energético**
 - 3.1 PVGIS**
 - 3.2 Estudio consumo interno**
 - 3.3 Diseño y esquemas**
- 4. Prospectos de materiales**
- 5. Calculo Justificativo de ahorro energético y/o energía diversificada**
 - 5.1 Ubicación y medidas**
 - 5.2 Cálculo de Sombras**
- 6. Resumen Calculo energético**
- 7. Desglose detallado de la inversión**
 - 7.1 Resultado Óptimo**
 - 7.2 Desglose de la Inversión**
 - 7.3 Retorno de la Inversión**
- 8. Conclusiones**

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Diseño e instalación de un sistema solar fotovoltaico para autoconsumo en sobrecubierta privada de piso planta de viviendas.

Se diseña la instalación para generar 1.675 Wp mediante 5 placas fotovoltaicas. Sobre parte de la cubierta de la terraza privativa y con orientación sur, se instalara el generador fotovoltaico de superficie aproximada es de 8.5 m².

Será una instalación discreta con conexión directa a la red mediante inversor con sus correspondientes protecciones.

Aprovechamos el cambio legislativo R.D. Oct-2018 de la Ley 900/15, que simplifica los trámites y requisitos, permitiendo la instalación de sistemas sin inyección a la red.

Se ha calculado la producción para ser consumida totalmente durante las horas diurnas de producción. Por este motivo no se ha diseñado sistema de almacenamiento mediante baterías, sin descartar esta opción en un futuro cuando el Reglamento este más desarrollado.

Las placas no se visualizarán prácticamente desde la calle al estar colocadas en la cubierta de terraza de la última planta de un edificio, fijadas sobre soportes con inclinación de 30° sobre la horizontal. La distancia al edificio más próximo es de 30 mts.

Para utilizar la máxima cantidad de energía producida en horas en que normalmente no están los usuarios, se ha pensado en programar electrodomésticos de alto consumo en esta banda horaria, además de mantener la temperatura constante durante todo el año mediante bomba de calor.

Al tratarse de la última planta bajo rasante de un piso esquinero, recibe un sobrecalentamiento en verano y padece temperaturas más frías en invierno, al no estar resguardado por otros edificios.

En la actualidad, para mantener una temperatura de confort en invierno, se utiliza calefacción central de gas mediante radiadores, con un coste muy elevado además de la contaminación correspondiente. En verano se utilizan 2 splits de AACC.

Titular de la actividad	Juan Alvarez Garcia
NIF	38.491.240-G
Domicilio	C/ Vallseca 124, 3 3
Población	08195 Sant Cugat del Vallès (Barcelona)
Teléfono	627.953.208

Autor del proyecto	Manel Romero Molina
Colegio	Enginyers Industrials de Catalunya
Núm. colegiado	14.941
Dirección profesional	Pl. Santa Clara, 2; 2n 1a. 08500 Vic (Barcelona)
Teléfono	93 886 69 48
Fax	93 886 69 50
e-mail	info@sud.cat
Empresa	SUD Energies Renovables, S.L.
C.I.F.	B-63.967.640
Fecha	Agosto de 2020

1.1 UBICACIÓN

Piso sito en Mirasol, municipio de Sant Cugat, calle Vallseca 124, 3º 3ª de superficie 65 m2 más terraza.

Referencia catastral: 1516603DF2911F00470X

1.2 DESCRIPCION DE LA INSTALACIÓN

La instalación eléctrica existente, es una instalación monofásica para un edificio de viviendas con un grado de electrificación medio. Por la fecha de construcción (2007) tiene aplicada actual del Código Técnico con captadores solares de ACS por placas térmicas y aprovechamiento de aguas grises.

- SUMINISTRO ELECTRICO

El suministro de energía eléctrica a la vivienda se hace por un único punto de la red de BT de la empresa distribuidora ENDESA. Clasificada por el REBT como "suministro normal".

La tensión de suministro es monofásica 220 voltios a 50 hercios

El número o de CUPS es: ES0031408320602012WM0F

- **POTENCIA CONTRATADA ENDESA**

En la actualidad la potencia contratada por el usuario es de 4.6 kW

- **INSTALACIÓN DE ENLACE**

Empieza en la acometida, CGP, más una LGA y a corta distancia una centralización de contadores digitales con sus protecciones y las correspondientes derivaciones individuales.

- **CONTADOR DE CONSUMO**

Contador monofásico digital de última generación instalado en 2017 y homologada zona ENDESA

- **CAJA DE CONEXIÓN**

En planta vivienda, donde se instala la caja de conexiones, se monta una caja de superficie con aislamiento y puerta para instalar las protecciones correspondientes y controles de la instalación fotovoltaica con fusibles en la parte de continua e interruptor magneto térmico con protección de sobretensiones combinada y diferencial en la parte de alterna para proteger la nueva línea y poder aislarla en caso necesario.

- **CUADRO GENERAL DE CONTROL, PROTECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN (QGCPD)**

Está montada en la propia vivienda, a la entrada de la misma, caja aislada y empotrada, aloja todos los elementos de control y protección generales de las líneas en que se subdivide la instalación eléctrica.

2.DATOS TÉCNICOS DEL PROYECTO

2.1 NORMATIVA TÉCNICA DE APLICACIÓN

- a) Nota informativa de la Generalitat de Catalunya relativa al règim d'autorització i registre aplicable a les instal·lacions generadores d'energia elèctrica connectades en xarxa interior.
- b) Guía tècnica BT-40, aplicació de la ITC-40 del REBT.
- c) Real Decreto 842/2002, aprovació del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (actual en vigor).
- d) Real Decreto 314/2006, aprovació del Codi Tècnic de l'Edificació.
- e) Real Decreto 1699/2011, connexió a xarxa d'instal·lacions fotovoltaïques de petita potència.
- f) Real Decreto 900/2015, de 9 d'octubre, per el que es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de les modalitats de subministrament d'energia elèctrica amb autoconsum i de producció amb autoconsum.

g) Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.

Esta instalación según el RDL 15/2018 y RD 244/2109 se clasifica como una instalación generadora de autoconsumo con excedentes de hasta 15kW wn suelo urbanizado.

2.2 DESCRIPCION TECNICA

- INSTALACIÓN INTERIOR

El generador FV pasa a ser una línea monofásica de la instalación interior exclusivamente dedicada a la generación. No se han hecho cambios en la instalación eléctrica y por tanto su descripción exhaustiva no es objeto de esta memoria

- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Es un sistema que tiene por objeto transformar radiación solar en corriente alterna de las mismas características y parámetros de calidad que hay en la instalación eléctrica convencional de BT de la vivienda.

La conexión se hace dentro del cuadro de control y protección, Trabaja en paralelo a la red pública de B.T.

El generador Fotovoltaico:

- no emite ruidos ni vibraciones apreciables
- no genera campos magnéticos apreciables.
- no emite radiaciones electromagnéticas no ionizantes que afecten negativamente.
- no emite radiaciones electromagnéticas ionizantes
- por su posicionamiento y orientación no refleja de forma de forma apreciable.
- no emite polvo, gases ni olores.
- no necesita agua para funcionar
- no consume ni transforma materias primas, no produce productos ni residuos.
- no consume combustible por tanto no genera productos de combustión.
- no necesita gran cantidad de energía para funcionar.
- no necesita mano de obra para funcionar

GENERADOR FV

Es el conjunto de 5 módulos fotovoltaicos, con su estructura, soportes y cableado eléctrico. Los módulos generan corriente eléctrica continua de intensidad proporcional a la irradiación solar.

GRADO DE INTEGRACIÓN / ORIENTACION

Montado sobre una estructura independiente en techado de la terraza privativa, alineada sobre plano horizontal, a 30° de inclinación, orientada al sur, sur-oeste que da a la calle Vallseca, prácticamente imperceptible desde el exterior.

Cumple con la normativa municipal no sobrepasando el 60% de metros cuadrados de la superficie de la cobertura ni espacios de otros vecinos.

Su azimut es 15 grados SUR-OESTE

MONTAJE DE LOS MÓDULOS / SOMBRAS

Especial para instalaciones FV con perfiles de aluminio y tornillería de acero inoxidable, quedará fijada sobre cemento con tacos químicos y estructura elevada 5 cm.

Los módulos estarán montados con soportes de aluminio del fabricante C-Solar en una única fila de 5 placas, perfectamente alineados y sin producir sombras entre ellos,

MÓDULOS FV

Módulos de silicio mono-cristalino de 60 celdas, con marco de aluminio de potencia 335 Wp cada uno y de dimensiones 1640 mm x 992 mm x 0,40 mm.

Los 5 módulos forman una superficie de captación de 8,43 metros cuadrados.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MÓDULOS

Marca JA SOLAR 335 Wp de 60 celdas y 300 Wp de silicio mono-cristalino y marco de aluminio negro. Sus características principales son:

- Voc = 41,12 V (en STC)
- Isc = 10,38 A (en STC)
- Vmpp = 33,36 V (en STC)
- Impp = 9,75 A (en STC)
- dimensiones = 1640 x 992 x 40 mm
- superficie = 1,627m²
- peso = 18,5 kg

Tienen marca CE i cumplen con todas las normas de aplicación

CONFIGURACIÓN ELECTRICA

La configuración eléctrica del generador serie (1 string de 5 módulos):

- Pn total = 1.675 kWp (en STC)
- Voc = 205 V (en STC)
- Isnc= 10.4 A (en STC)
- Vmpp =192 V (en STC)
- Impp = 9,18 A (en STC)

POTÉNCIA

La potencia pico total del generador FV será de 1.675 kWp

CAJA DE CONEXION Y PROTECCION

La serie se conecta mediante cable monofásico de 6mm² a una caja estanca con 2 fusibles seccionadores de 10 A/gPV en cada polo.

INVERSOR FOTOVOLTAICO

Es el elemento electrónico que transforma la corriente eléctrica continua generada por los módulos FV en corriente alterna monofásica de 230v y 50hz de onda sinusoidal de las mismas características que la red donde conectaremos la instalación.

Una sola unidad de la marca GROWATT 3000MTL-S con características:

- potència nominal = 3.0 kW
- factor potència = 0,97
- tensión CC màx = 420V
- intensidad CC màx = 13,3 A
- rango tensiones MPP = 120 – 335V
- tensión CA = 230V a 50 Hz
- intensitat CA màx = 6,5A
- euro-rendimento = 97,5%
- dimensiones = 645 x 431 x 204 mm
- peso = 11,4kg
- Protección IP65

CUADRO INSTALACION CORRIENTE ALTERNA

Las protecciones de la línea de corriente alterna a la salida CA del inversor FV son un PIA magneto térmico de 16 A y un PIA diferencial de 40 A /30mA ubicadas en la misma caja de protección de continua.

Módulo de protección contra sobretensiones permanentes y transitorias

PROTECCION CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Parte corriente continua

-esta parte de la instalación (cableado, cajas conexiones, etc..) se ha construido con doble grado de aislamiento sin elementos conductores o partes activas accesibles.

-el cableado de potencia es de calidad solar PV1-K(AS) para el string, continuo sin empalmes. Las conexiones de los extremos son del mismo tipo (marca y modelo) del conector que lleva el módulo FV y el inversor

Parte corriente alterna

-esta parte de la instalación (cableado, cajas conexiones etc.) se ha construido con doble grado de aislamiento sin elementos conductores o partes activas accesibles.

-El cableado de potencia es de calidad RZ1-K(AS) - libres de halógenos.

-la nueva línea eléctrica tiene un PIA, magneto térmico y diferencial de sensibilidad

adecuada en su cabecera

PROTECCION CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

-Mediante interruptor automático de corriente de defecto

La línea eléctrica nueva tiene un interruptor automático diferencial de alta sensibilidad en su cabecera como corresponde a la red de distribución de TT.

-Mediante conexión a tierra de la Masa.

Todos los elementos metálicos (estructuras, marcos de los módulos, inversor, canaletas etc) de la instalación FV estarán derivados a la tierra propia de la instalación.

La toma de tierra tiene una resistencia claramente menor de 37 ohmios y una caja de medida con seccionador para hacer medidas de mantenimiento.

PROTECCION DE LA RED

El inversor incorporará internamente tres protecciones que actúen sobre un contacto interno según los parámetros de la legislación española

- Control de tensión monofásico (regulado entre el 85% i el 110% de la tensión nominal).
- Control de frecuencia (regulado entre ± 1 Hz de la frecuencia nominal).
- Sistema que evita el trabajo en isla.

PROTECCION PARTE EXTERIOR

Teniendo la consideración de local mojado según REBT. Todas las partes del sistema que están en el exterior serán con doble grado de aislamiento. El aparejo exterior estará siempre dentro de una caja con IP 65.

PROTECCION CABLEADO

El cableado se realizará con los cables y conectores que lleven los módulos de orígenes sin empalmes ni extensiones

El cableado de las líneas de potencia en CA es de doble aislamiento 0,6/1Kv calidad RZ1-K(AS).

Todos los cables van bajo canal bandeja o tubo.

3 ESTUDIO ENERGÉTICO

3.1 PVGIS

Obtenido mediante el software PV-Sol con los datos climáticos de Sant Cugat resultados del programa PVGIS del Instituto Europeo JRC.

Mediante simulación se estima una producción específica máxima anual de 832 kWh/kwp, es decir que se podrían generar 2280 kWh al año siendo utilizada al 100% por el usuario, consumiendo toda la producción y necesitando soporte de la red.

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 41°28'14" North, 2°3'43" East, Elevation: 133 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 1.5 kW (crystalline silicon)

Estimated losses due to temperature and low irradiance: 10.0% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.6%

Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%

Combined PV system losses: 24.7%

Fixed system: inclination=30°, orientation=0°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	4.55	141	3.78	117
Feb	5.63	158	4.72	132
Mar	6.96	216	6.02	186
Apr	6.89	207	6.09	183
May	7.42	230	6.68	207
Jun	7.70	231	7.08	213
Jul	7.76	240	7.21	224
Aug	7.25	225	6.73	209
Sep	6.50	195	5.90	177
Oct	5.61	174	4.96	154
Nov	4.57	137	3.90	117
Dec	4.19	130	3.49	108
Yearly average	6.26	190	5.55	169
Total for year		2280		2030

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

3.2 ESTUDIO CONSUMO INTERNO Consumos actuales

ELECTRODOMESTICO	POTENCIA (W)	HORAS USO (t)	ENERGIA (Wh) dia
ILUMINACION *	150	3	450
FRIGORIFICO	200	12	2400

VITROCERAMICA	2000	1	2000
HORNO	1500	0,25	350
MICROONDAS	900	0,10	54
LAVAVAJILLAS	1200	1	1200
LAVADORA	900	0,50	450
TV	250	4	1000
AACC	1200	3	3600
ROUTER	50	24	1200
EQUIPO HIFI	50	4	200
CAFETERA/TETERA	800	0,5	400
PLANCHA	1200	0,10	200
TOTAL	9.500		14.554
Calefaccion actual a gas: Consumo de Nov a Abril todo el dia conectado	Consumo en Kcal. A sustituir por el sistema de bomba C.	10 horas de media para mantener temperatura	Factura bimensual de 120 eur de media durante 6 meses

- 20 puntos de luz todos de bajo consumo 10/20 w. Se considera una media de 150W

- **Notas:**

De estas 14.554 W diarios totales consumidos diarios, intentamos producir 6000 W (1500W x 4 horas diarias de media).

No activaremos la calefacción a gas durante el día en los meses de Nov-Abril. En su lugar se utilizará una bomba de calor, ya instalada en el distribuidor general de la casa, para mantener una temperatura constante durante todo el día. Temperatura 20°. Al volver a casa sobre las 7 de la tarde, utilizaremos la calefacción a gas durante la tarde-noche.

Para maximizar el uso de la energía producida, se programarán los siguientes electrodomésticos en horas de irradiación,

BOMBA CALOR ciclos	1200	5 horas	6.000
LAVADORA	700	1.3 hor Coef Simul 0,5	1.050
LAVAVAJILLALS	900	2 hor Coef Simul 0,5	1.800
TOTAL	2.800 W		8.850 Wh

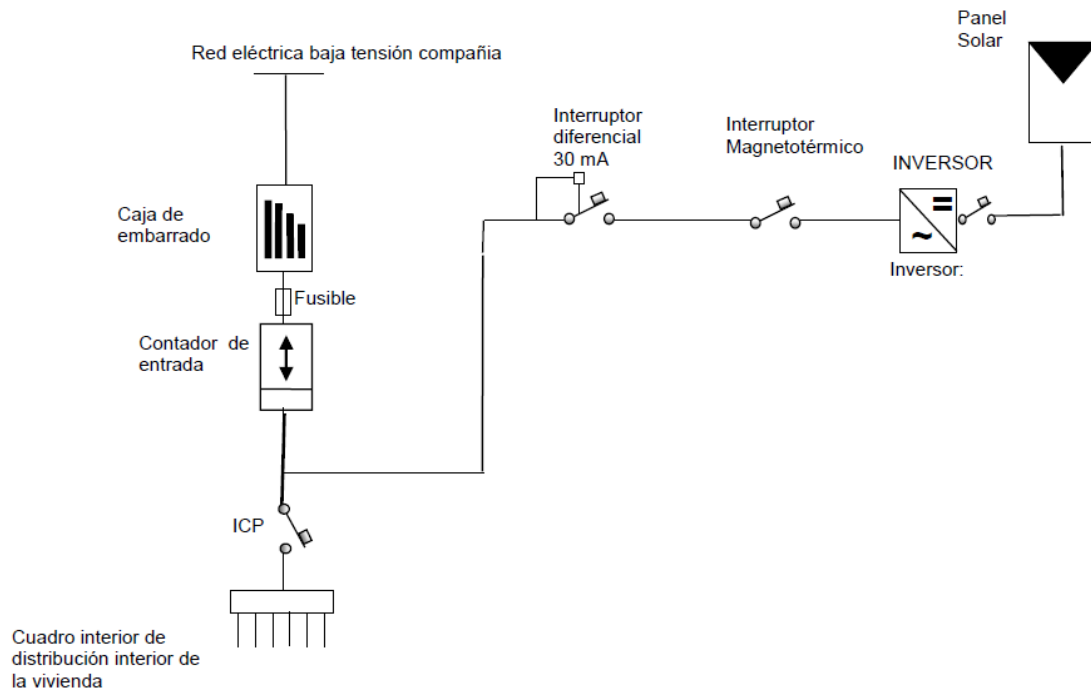
Equipos principales

Tipo de equipo	Número de unidades	Fabricante	Modelo
Módulos fotovoltaicos	5	LUXOR ECO	300W
Inversor	1	KEHUA	SPH BL5 kW
Sistema de acumulación	No		
Sistema de regulación	No		
Sistema de conexión y protección	SI		Caja protección s/ REBT

<u>Características de los módulos fotovoltaicos</u>	
Marca:	Modelo:
JA SOLAR	JAM 60510-335/PR (5BB)
Potencia pico del módulo: 335 Wp	Tipo de módulo: Mono-cristalino
Voc 42 V	Isc 9.8 A
Vn 38 V	In 9.2 A
Coef temperatura neg.	Potencia total instalada: 1500 W
<u>Características del Regulador</u>	
Marca Modelo <u>No</u>	
<u>Características del Inversor</u>	
Marca GROWATT	Modelo 3000 MTL-S
Potencia pico 3,5 kW	Tensión optim
V max 900 W	V min
Intensidad de trab 12 A	125 v

3.3 DISEÑO

Esquema Unifilar



4 PROSPECTOS DE MATERIALES

ESTRUCTURAS CS SOLAR

ESTRUCTURA DE SOPORTES A 35°

Los sistemas inclinados son la solución perfecta para orientar la placa a su punto óptimo de eficiencia con una mejor orientación. Este sistema utiliza apoyos triangulares de aluminio de alta resistencia y tornillería de acero inoxidable. Su perfilera especialmente diseñada facilita el montaje y con ello un ahorro de tiempo. Se aplica en todo tipo de cubiertas, tejados y superficies.



Fabricantes de Estructuras para Placas Solares

+34 935 272 760 España: info@c-solar.es

+56 22979 7720 Chile: info@c-solar.es

PLACAS JA SOLAR 335 W



Módulo de 335W

JAP72S01 315-335/SC Serie

...ados a lo largo del tiempo ha demostrado ser uno de los
...ables ofrecidos por JA Solar y la elección más popular
...e sistemas fotovoltaicos en el mundo.

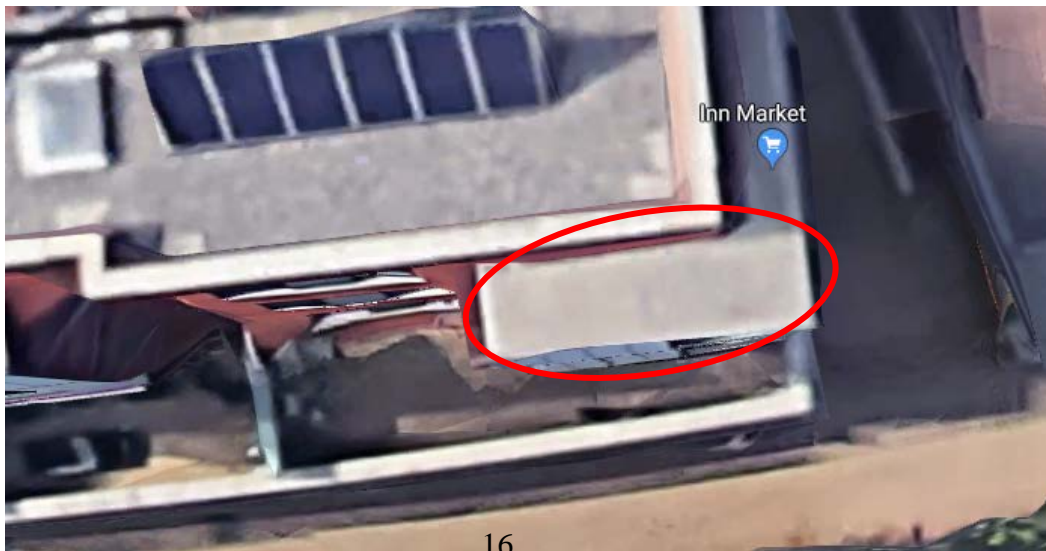
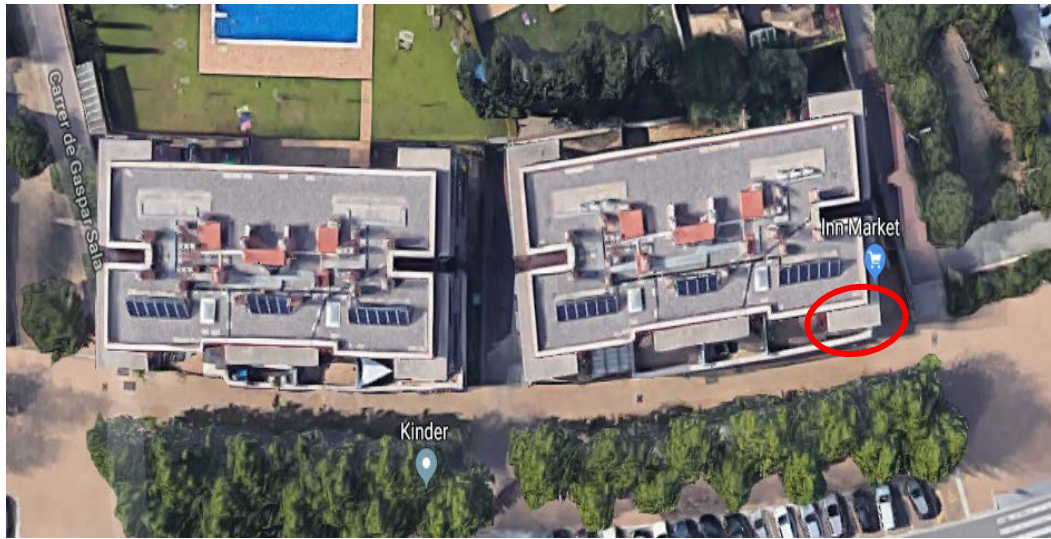
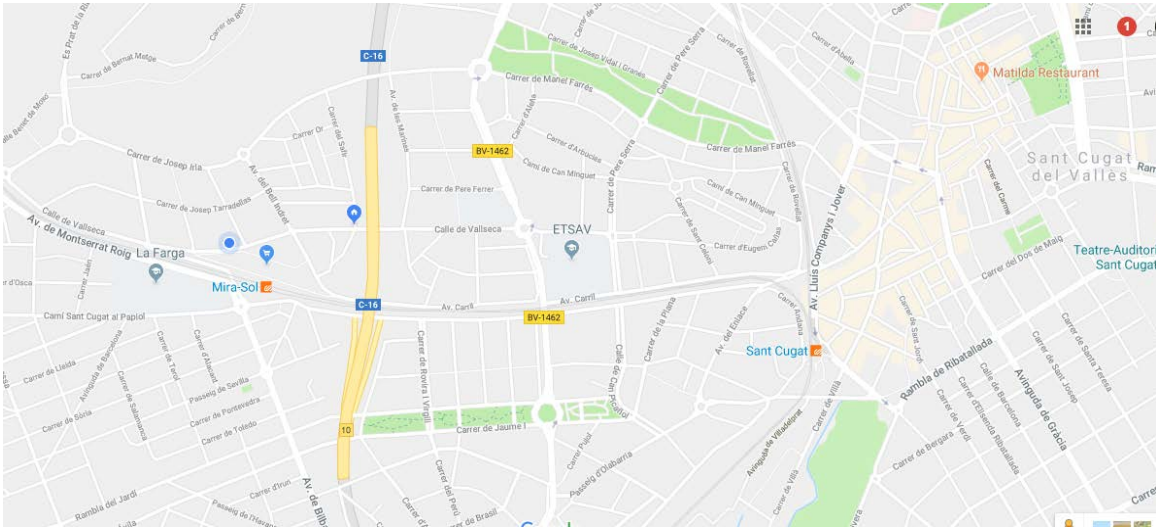
...élula solar de
...ectoras



Bajo coste

5 CALCULOS JUSTIFICATIVO

1.1 UBICACIÓN





Fuente

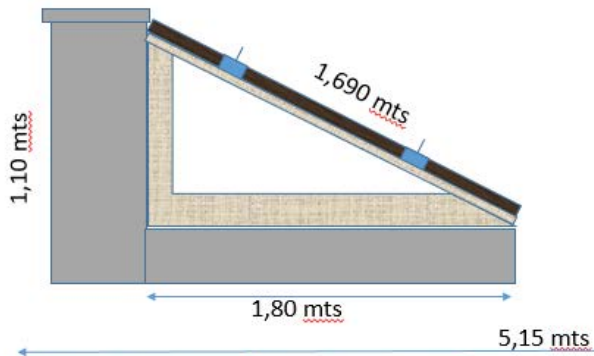
Bar

Parraro

Bar

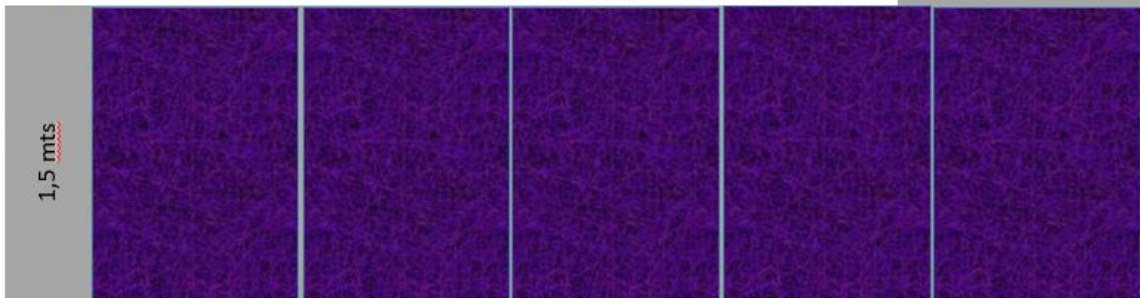
Dibujo

Bar



1,80 mts

1,5 mts



LEGISLACIÓN, NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN APLICABLE

La normativa que se expone a continuación es aplicable a las instalaciones fotovoltaicas para producción de energía eléctrica.

- Llei 24/2013, de 26 de desembre, del Sector Elèctric.
- Reial Decret 1699/2011, de 18 de novembre, pel qual es regula la connexió a xarxa d'instal·lacions de producció d'energia elèctrica de petita potència.
- Reial Decret 900/2015, de 9 d'octubre, pel qual es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de les modalitats de subministrament d'energia elèctrica amb autoconsum i de producció amb autoconsum.
- Reial Decret Llei 15/2018, de 5 d'octubre, pel qual es regulen les mesures urgents per la transició energètica i la protecció dels consumidors.
- Reial Decret 244/2019, de 5 d'abril, pel qual es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques del autoconsum d'energia elèctrica.
- Reial Decret 1110/2007, de 24 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament unificat de punts de mesura del sistema elèctric.
- Reial Decret 413/2014, de 6 de juny, pel qual es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica a partir de fonts d'energia renovables, cogeneració i residus.
- Reial Decret 1578/2008, de 26 de setembre, de retribució de l'activitat de producció d'energia elèctrica mitjançant tecnologia solar fotovoltaica per a instal·lacions posteriors a la data límit de manteniment de la retribució del Reial Decret 661/2007, de 25 de maig, per a aquesta tecnologia.
- Reial Decret 661/2007, de 25 de maig, pel qual es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial.
- Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el Reglament electrotècnic per a

baixa tensió.

- Reial Decret 337/2014, de 9 de maig, pel qual s'aproven el Reglament sobre condicions tècniques i garanties de seguretat en instal·lacions elèctriques d'alta tensió i les seves instruccions tècniques complementàries ITC-RAT 01-23.

- Reial Decret 1955/2000, d'1 de desembre, pel qual es regulen les activitats de transport, distribució, comercialització, subministrament i procediments d'autorització d'instal·lacions d'energia elèctrica.

- Reial Decret 1381/2008, d'1 d'agost, pel qual s'estableixen dos certificats de professionalitat de la família professional Energia i aigua que s'inclouen en el Repertori nacional de certificats de professionalitat.

- Ordre de 5 de setembre de 1985 per la qual s'estableixen normes administratives i tècniques per a funcionament i connexió a les xarxes elèctriques de centrals hidroelèctriques de fins a 5.000 KVA i centrals d'autogeneració elèctrica.

- Resolució de 31 de maig de 2001, de la Direcció general de Política Energètica i Mines, per la qual s'estableixen model de contracte tipus i model de factura per a instal·lacions solars fotovoltaïques connectades a la xarxa de baixa tensió.

- Ordre de 6 de juliol de 1984 per la qual s'aproven les Instruccions Tècniques complementàries del Reglament sobre Condicions Tècniques i Garanties de Seguretat en Centrals Elèctriques, Subestacions i Centres de Transformació.

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

- Normes i informes tècnics de la companyia distribuïdora d'energia elèctrica.

- Normes UNE que siguin d'aplicació.

- Normes EN que siguin d'aplicació.

- Reial Decret 314/2006, de 17 de març, pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació.

- Ordenances municipals i d'entitats públiques afectades.

- Reial Decret 614/2001, de 8 de juny, sobre disposicions mínimes per a la protecció de la salut i seguretat dels treballadors enfront del risc elèctric.

- Reial Decret 1247/2008, de 18 de juliol, pel qual s'aprova la instrucció de formigó estructural (EHE-08).

- Reial Decret 1627/1997, de 24 d'octubre, pel qual s'estableixen disposicions mínimes de seguretat i de salut en les obres de construcció.

- Llei 31/1995, de 8 de novembre, de prevenció de riscos laborals.

- Reial Decret 105/2008, d'1 de Maig, pel qual es regula la producció i gestió dels residus de construcció i demolició.

- Directiva 2009/28/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 23 d'abril de 2009, relativa al foment de l'ús d'energia procedent de fonts renovables.

- 2013/114/UE: Decisió de la Comissió, d'1 de març de 2013, per la qual es estableixen les directrius per al càlcul pels Estats membres de l'energia renovable procedent de les bombes de calor de diferents tecnologies.

6.- CALCULO DE ENERGÍA SOLAR

DATOS GEOGRÁFICOS Y CLIMATOLÓGICOS

Provincia: la Ubicación es cerca de San Vicente de Toranzo					barcelona		Nota: Introducir datos exclusivamente en las casillas correspondientes en color verde				
Latitud de cálculo:					41,40						
Latitud [°/min.]:					41,24						
Altitud [m]:					95,00						
Humedad relativa media [%]:					68,00						
Velocidad media del viento [Km/h]:					8,00						
Temperatura máxima en verano [°C]:					31,00						
Temperatura mínima en invierno [°C]:					2,00						
Variación diurna:					8,00						
Grados-día. Temperatura base 15/15 (UNE 24046):					623	(Periodo Noviembre/Marzo)					
Grados-día. Temperatura base 15/15 (UNE 24046):					656	(Todo el año)					

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Tª. media ambiente [°C]:	9,40	9,90	12,30	14,60	17,70	21,60	24,40	24,20	21,70	17,50	13,50	10,20	16,4
Rad. horiz. [kJ/m ² /día]:	8.424	11.340	16.344	16.812	17.280	17.964	18.900	18.288	18.036	14.004	8.820	8.496	14.580
Rad. horiz. [kWh/m ² /día]:	2,34	3,15	4,54	4,67	4,80	4,99	5,25	5,08	5,01	3,89	2,45	2,36	4,05

ORIGEN DE LOS DATOS: Pvgis (Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps)
 ORGANISMO: Centro de Estudios de la Energía (Ministerio de Industria y Energía)

CÁLCULO DE CARGAS

Receptor	Potencia	Tensión	Horas/día	Uds.	Consumo	Cons. C.C.	Cons. C.A.	% Simult.	C.C. con simultaneidad		C.A. con simultaneidad	
	(W)	(V)	-	-	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(%)	Pot. (W)	I (A)	Pot. (W)	I (A)
AACC	1.200	230	5	1	6.000,0	0,0	6.000,0	50	0,00	0,00	600	2,61
LAVADORA	800	230	1	1	800,0	0,0	800,0	100	0,00	0,00	800	3,48
LAVAVAJILLAS	1.000	230	1	1	1.000,0	0,0	1.000,0	100	0,00	0,00	1.000	4,35
					0,0	0,0	0,0		0,00	0,00	0	0,00

TOTALES				7.800,0		0,0	7.800,0					
				Wh/día		Wh/día	Wh/día					

	0	0,00	2.400	10,43
	W	A	W	A

100 15,528

CÁLCULO DE RADIACIÓN PARA EL LUGAR SELECCIONADO

Parámetro					Símbolo	Unidad	Valor
Consumo diario medio					E_D	Wh/día	7800,00
Periodo de diseño (Mes más desfavorable)					-		
Radiación media del lugar donde se ubica la instalación					$G_{dm}(0)$	kWh/día	4,05
Variable de diseño en función del periodo de diseño					K	2	1,15
Angulo de compensación de inclinación en función del periodo diseño					ϕ	Grados	-10
Inclinación óptima en función del periodo de diseño					β_{opt}	Grados	31,40
Angulo de desvío del módulo solar respecto al sur (Azumut)					α_r	Grados	0
Angulo de inclinación respecto a horizontal del módulo solar (0 a 90°)					β_r	Grados	0
Factor de Irradiación					FI	-	0,988
Porcentaje de radiación incidente sobre el plano orientado e inclinado					-	%	98,82
Porcentaje de pérdidas de radiación por orientación e inclinación					-	%	1,18
Porcentaje de sombras según metodología de cálculo					-	%	0,00
Factor de sombras					FS	-	1,000
Valor medio mensual de radiación diaria sobre plano orientado α_r, β_r					$G_{dm}(\alpha_r, \beta_r)$	Wh/m ² . día	4.602,39

CÁLCULO DE LA POTENCIA NECESARIA

Parámetro					Símbolo	Unidad	Valor
Eficiencia instalación en condiciones de trabajo para periodo diseño					PR		0,7
Potencia mínima a instalar					$P_{mp) min}$	Wp	2.421
Potencia máxima a instalar ($P_{mp) min} +20\%$)					$P_{mp) max}$	Wp	2.905

7 RESULTADOS

7.1 RESULTADO OPTIMO

Parámetro						Símbolo	Unidad	Valor	Comentarios				
Número de módulos totales necesarios													
Potencia total a instalar						-	5	Uds	1.675				
Número de ramas en paralelo						-	1	Wp	1675				
						-		Uds					
Potencia por rama	Número de módulos necesarios por rama					-		Uds					
Tensión por rama						-	1	Vp	171.8				
						-		V					
Intensidad de cortocircuito del generador						$I_{CC(gen,CEM)}$							
Capacidad nominal del acumulador en C_{20} , C_{40} y C_{100} ($C_{100} / C_{20} = 1,25$. $C_{40} / C_{20} = 1,14$)						$C_{20} // C_{40} // C_{100}$		Ah					
Tensión nominal del acumulador	$C_{20} / I_{CC(gen,CEM)}$ (Esta relación es orientativa. Se puede prescindir en casos donde el tipo de instalación necesite grandes autonomías)					-		Uds					
Número de baterías en serie						V_{NOM}		V					
						n_{bs}		Uds					
Intensidad máxima a soportar por regulador en la línea de generador						I_{REG} Generador		A					
Intensidad máxima a soportar por regulador en la línea de consumo $1,25 \times (I_{C.C.} + I_{C.A.} / n_{inv})$ (considerando simultaneidad)						I_{REG} Consumo		A					
						P_{Inv} Nominal		W					

7.2 DESGLOSE DETALLADO DE LA INVERSIÓN (cantidades en euros).

- Bienes de Equipo:
 - Módulos Placas solares JA SOLAR (144 eur x 5)..... 723
 - Soportes módulos CSolar 30º.....345
 - Inversor Growatt 3.5 Kw.....615
 - Regulador 0
 - Acumulador..... 0
 - Fusibles e Interruptores..... 185
 - Caja de mando..... 55
 - Cableado y canalizaciones..... 60
- Mano de obra (10hx40eur/hx2pax) 0
- Otros gastos asociados al proyecto: traslados (permisos Ayto)..... 274

TOTAL:.....2.257

NOTA: Sólo serán tenidos en cuenta los justificantes de gasto y de pago de fecha posterior al registro de entrada del documento de solicitud de ayuda. Como justificantes de pago solo serán válidos los siguientes:

7.3 PERIODO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN

Período de retorno de la inversión (años): $T = \frac{I}{E - M} = 7,351$ años

I= 2.257 €; E = 357 €; M = 50 €

Siendo:

T = Tiempo de recuperación de la inversión en años.

I = Inversión total del proyecto (no incluye estudios de viabilidad, trabajos de investigación y desarrollo).

E= Valor económico de la energía, sustituida o ahorrada.

M= Costes anuales de mantenimiento sin contar los costes financieros y amortización.

8 CONCLUSIONES

- Instalación de Autoconsumo en un apartamento ubicado en edificio, que dificulta la instalación óptima
- Ha sido complicado poner en funcionamiento el Inversor debido a problemas con el cableado de PE (toma de tierra).
- La situación del piso en última y su exposición a 2 vientos sin protección de otros edificios hacen que el consumo para climatizar el piso sean anualmente elevados.
- El piso tiene unos 65 m² habitables y tiene buena climatización con doubles ventanas y puertas de aluminio y vidrio con salto térmico de 2 capas.
- La orientación sur, facilita la entrada de luminosidad pero caldea en exceso la unidad en pleno periodo estival.
- Se ha buscado optimizar la eficiencia energética cambiando todas las luces por LED de bajo consumo y se ha cambiado los electrodomésticos con eficiencia A++/+++
- Se ha reducido la potencia contratada de 5.750 W a 4.600 W y se ha cambiado la tarifa 2.0 por la tarifa discriminada 2.0 DH
- Se colocarán solamente 5 placas de 335w para aprovechar la energía generada intentado inyectar a red la mínima cantidad sobrante.
- Creemos que dedicando parte de la potencia generada a climatizar el piso en horas de producción solar con una bomba de calor (frio-calor) durante unas 4 horas al día conseguiremos reducir la factura de la compañía de gas.
- También se programarán los 2 electrodomésticos de más consumo (lavadora y lavavajillas) para su funcionamiento en horas de producción solar.
- Se calcula un ahorro del 30% de la factura actual y se espera el retorno de la inversión, según cálculos, en unos 7,35 años.
- Se contribuye a la instalación progresiva de energía verde no contaminante.

Juan

Alvarez

Firmado
digitalmente por
Juan Alvarez

Fecha: 2020.09.03
15:36:30 +02'00'