Escola Universitària d'Enginyeria
Tècnica Industrial de Barcelona
Consorci Escola Industrial de Barcelona
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Memòria

ESTUDI DE VIABILITAT D'UN nZEB

TFG presentat per optar al títol de GRAU en ENGINYERIA ELÈCTRICA

per **Oriol Reyes Berrocal**

Barcelona, 11 d'octubre de 2016

Director: Xavier Roset

Departament d'Enginyeria Electrònica

Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

ÍNDEX MEMÒRIA

ÍNDEX MEMÒRIA 2
RESUM 4
RESUMEN 4
ABSTRACT 4
CAPÍTOL 1: INTRODUCCIÓ 7
1.1. Objecte 7
1.2. Emplaçament 7
1.3. Programes de càlcul utilitzats 8
1.4. Normativa 9
1.5. Descripció de l'edifici 10
1.6. Descripció dels habitatges 11
1.7. Abast de l'objecte 12
1.8. Antecedents 13
1.8.1. Instal·lació de climatització 13
1.8.2. Instal·lació d'ACS 14
1.8.3. Instal·lació fotovoltaica 15
CAPÍTOL 2: VIABILITAT TÈCNICA 17
2.1. Càrregues tèrmiques del edifici 17
2.1.1. Aïllament 18
2.1.2. Façana 18
2.1.3. Finestres 20
2.1.4. Resultats obtinguts 21
2.2. Instal·lació de climatització 23
2.2.1 Funcionament del fan-coil 23
2.2.2. Solució escollida 24
2.3. Instal·lació d'energia geotèrmica 26
2.3.1. Tipus de instal·lació d'energia geotèrmica 26
2.3.2. Components d'una instal·lació geotèrmica 26
2.3.3. Solució escollida 30
2.4. Instal·lació d'ACS 32
2.4.1. Prevenció de la legionel·la 32
2.4.2. Solució escollida 32

2.5. Instal·lació fotovoltaica 34
2.5.1. Conceptes previs 34
2.5.2. Tipus de instal·lació d'energia fotovoltaica 37
2.5.3. Components d'una instal·lació fotovoltaica aïllada 37
2.5.4. Regulador escollit 44
2.5.4. Inversor escollit 44
2.5.4. Solució escollida 45
CAPÍTOL 3: VIABILITAT ECONÒMICA DEL nZEB 49
3.1. Objectius 50
3.2. Pressupost de la instal·lació 50
3.3. Característiques de consum de l'edifici tipus de comparació 51
3.3.1. Climatització 51
3.3.2. ACS 51
3.3.3. Subministrament elèctric 52
3.3.4. Consum total dels habitatges 52
3.4. Preu de la electricitat 53
3.5. VAN I TIR 54
3.5.1. Valor actual net (VAN) 54
3.5.2. Taxa Interna de rendiment (TIR) 58
3.5.3. Anàlisi dels resultats 58
CAPÍTOL 4: IMPACTE MEDIAMBIENTAL DEL nZEB 61
4.1. Marc europeu 62
4.1.1. Directiva 2010/31/UE 62
4.1.2 Directiva 2012/27/UE 64
4.1.3. Directiva EPBD 2010 65
4.1.4. Marc Nacional 65
4. 2. Anàlisi energètic i mediambiental del nZEB 66
4.2.1. Sistema de classificació d'energia neta zero. 66
4.2.2. Impacte de la instal·lació d'energia geotèrmica al sistema 66
4.2.3. Impacte de la instal·lació d'energia fotovoltaica al sistema 68
CAPÍTOL 5: CONCLUSIONS 71
CAPÍTOL 6: PRESSUPOST 75

RESUM

En el present projecte és té com objectiu dissenyar un edifici *Nearly Zero Energy Building* "nZEB" i estudiar-ne la seva viabilitat. Es defineix l'estructura del edifici així com les seves instal·lacions per tal de reduir els consums al màxim. Un cop dimensionat l'edifici d'estudi s'estudia la seva viabilitat econòmica tenint en compte els estalvis energètics que tindria aquest edifici.

Seguidament s'examina l'actual marc europeu i nacional de implantació d'aquest tipus d'edificis i com afectarà en els pròxims anys. Per últim s'estudia quin impacte mediambiental té el nZEB proposat, per fer-ho es compara amb els consums que tindria un edifici convencional.

RESUMEN

En el presente proyecto se tiene como objetivo diseñar un edificio *Nearly Zero Energy Building* "nZEB" y estudiar su viabilidad. Se define la estructura del edificio así como sus instalaciones para reducir los consumos al máximo. Una vez dimensionado el edificio de estudio, se estudia su viabilidad económica teniendo en cuenta los ahorros energéticos que tendría este edificio.

Seguidamente se examina el actual marco europeo y nacional de implantación de este tipo de edificios y cómo afectará en los próximos años. Por último se estudia qué impacto medioambiental tiene el nZEB propuesto, para hacerlo se compara con los consumos que tendría un edificio convencional.

ABSTRACT

In the present project there has as objective design a Nearly Zero Energy Building "nZEB" and study his viability. The structure of the building is defined as well as his installations to reduce the consumptions to the maximum. Once sized the building of study, it is studied his economic viability, bearing in mind the energetic savings that this building would have.

After there is examined the European and national framework of implantation of this type of buildings and how it will concern in the next years. Finally there is studied what environmental impact has the proposed nZEB, to do it is compared with the consumptions of a conventional building would have.

CAPÍTOL 1: INTRODUCCIÓ

1.1. Objecte

L'objecte del present projecte és l'estudi i viabilitat d'un *Nearly Zero Energy Building "n.ZEB"*, un estudi on l'energia consumida per l'edifici objecte pràcticament serà la mateixa que la produïda. De la mateixa manera es pretén reduir el màxim possible el consum per tal de fer possible la viabilitat d'aquest edifici.

Les instal·lacions d'aquest edifici estaran formades per diversos tipus d'energies renovables, com seran; energia fotovoltaica per la producció d'electricitat i energia geotèrmica per la climatització del edifici. Així mateix és preveu la utilització suplementaria de sistemes d'escalfament per aconseguir la necessària temperatura per l'aigua calenta (ACS).

1.2. Emplaçament

La construcció objecte d'aquest nou edifici està situada a l'Avinguda Europa nº30 de Montcada i Reixac 08110, Barcelona, Espanya. La zona escollida és del tipus càlid mediterrani amb hiverns poc rigorosos i estius força calorosos.

Figura 1. *Emplaçament del objecte d'estudi*

La instal·lació a implementar està situat a la Avinguda Europa nº30 del municipi de Montcada i Reixac i aquest municipi està situat al Vallès Occidental i a la província de Barcelona.

Les coordenades del lloc d'emplaçament són les següents:

- 41,499471º N

- 2,182048ª E

1.3. Programes de càlcul utilitzats

Per tal de fer els càlculs de càrregues tèrmiques i demandes energètiques s'utilitza el programa CYPECAD MEP integrat al programari de CYPE INGENIEROS.

Aquest programa porta integrat les normatives del CTE *"Código técnico de la edificación"* pel qual es regeix la normativa de construcció de noves edificacions a Espanya que és el marc al qual pertany el present projecte.

A més a més el programa CYPECAD MEP compta amb la eina unificada del programari oficial del govern espanyol com és LIDER-CALENER (HULC). Per tant

tots els càlculs tindran en compte l'actual normativa tal i com s'especifica més endavant.

1.4. Normativa

Durant el dimensionament de la part tècnica del projecte es tindran en compte i se seguiran les següents normatives:

- Reial decret 1027/2007 de 20 de juliol, pel que s'aprova el "Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios" (RITE).

- Correcció d'errors del Reial Decret 1027/2007 de 20 de juliol, pel que s'aprova el "Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios" (RITE). (BOE 28/02/2008)

- "Documento Básico (HE) Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación" (CTE) aprovat segons Reial Decret 314/2006, de 17 de març.

- "Documento Básico (SI) Seguridad en Caso de Incendio del Código Técnico de la Edificación" (CTE) aprovat segons Reial Decret 314/2006, de 17 de març.

- "Documento Básico (HR) Protección Frente al Ruido del Código Técnico de la Edificación" (CTE) aprovat segons Reial Decret 314/2006, de 17 de març.

- "Reglamento Electrotecnico de Baja Tensión (REBT)", aprovat segons Reial Decret 842/2002, així com les seves Instruccions Tècniques Complementàries.

- Directiva Europea 2010/31/UE

- Directiva Europea 2012/27/UE

- EPBD 2010

<u>Normes UNE</u>

- Norma UNE -EN V 12108 sobre Sistemes de canalització en materials plàstics .

- Pràctica recomanada per a la instal·lació en l'interior de l'estructura dels edificis de sistemes de canalització a pressió d'aigua calenta i freda destinada al consum humà.

- Norma UNE - EN 12237 sobre Ventilació d'edificis. Conductes . Resistència i fugues de conductes circulars de xapa metàl·lica .

- Norma UNE - EN 12599 sobre Ventilació d'edificis. Procediment d'assaig i mètodes de mesura per a la recepció dels sistemes de ventilació i de climatització

- Norma UNE - EN ISO 12241 sobre Aïllament tèrmic per a equips d'edificacions i instal·lacions industrials .

- Norma UNE 100030 - IN sobre Prevenció i control de la proliferació disseminació de legionel·la a instal·lacions

1.5. Descripció de l'edifici

L'edifici està dissenyat amb la finalitat d'habitatges plurifamiliars i està composat per dos plantes i coberta; Planta baixa + Planta 1 i coberta. En cadascuna de les plantes de l'edifici trobem 4 apartaments, formant un total de 8 habitatges en el total de l'edifici.

L'alçada entre plantes serà de 2,5 m.

A continuació es detallen cadascuna de les diferents plantes.

Planta baixa

Està composada per 4 apartaments, dues sales tècniques per la disposició de màquines que conformen les instal·lacions de energia geotèrmica i energia fotovoltaica. A més a més d'una zona comú de pas i l'escala.

Planta 1

Està composada per 4 apartaments simètrics tots ells, a més d'una zona comú de pas i l'escala.

Coberta

Aquesta última planta tindrà un accés des de la segona planta encara que no forma part de la superfície habitable de l'edifici, és menciona ja que es disposaran les plaques fotovoltaiques que formaran la instal·lació energètica pròpia.

1.6. Descripció dels habitatges

En l'edifici objecte d'estudi tindrem 3 tipus d'apartaments diferents, encara que tots disposaran de les mateixes dependències com es pot veure el plànols 1 i 2 de l'annex de plànols.

A la planta baixa tenim dos apartaments de 238,9 m^2 (A i B) simètrics disposats de la següent manera:

Taula 1. *Distribució dels apartaments A i B de la planta baixa*

Dependències	**Superfície (m^2)**
Salò	107,5 m^2
Cuina	21,9 m^2
Habitació de matrimoni	34,1 m^2
Habitació 1	29,3 m^2
Habitació 2	23,9 m^2
Banys 1	9,7 m^2
Banys 2	12,5 m^2
TOTAL	238,9m^2

Mentre que tenim uns altres dos (C i D) de 218,1m^2, disposats de la següent manera.

Taula 2. *Distribució dels apartaments C i D de la planta baixa*

Dependències	**Superfície (m^2)**
Salò	86,7 m^2
Cuina	21,9 m^2
Habitació de matrimoni	34,1 m^2

Habitació 1	29,3 m^2
Habitació 2	23,9 m^2
Banys 1	9,7 m^2
Banys 2	12,5 m^2
TOTAL	218,1m^2

Finalment la resta d'apartaments, és a dir els 4 que es disposen en planta 1 i es disposaran de la següent manera:

Taula 3. *Distribució dels apartaments de la planta 1*

Dependències	**Superfície (m^2)**
Salò	107,5 m^2
Cuina	21,9 m^2
Habitació de matrimoni	34,1 m^2
Habitació 1	29,3 m^2
Habitació 2	23,9 m^2
Banys 1	9,7 m^2
Banys 2	12,5 m^2
Bugaderia	11,0 m^2
Balcó	18,0 m^2
TOTAL	267,9m^2

1.7. Abast de l'objecte

Aquest projecte pretén té com objectiu reduir al màxim la demanda energètica, mitjançant diferents sistemes per un edifici de 8 habitatges situat en Montcada i

Reixac. Es té com objectiu definir l'estructura del edifici i les instal·lacions necessàries per tal de que l'edifici tingui un balanç d'energia igual a 0, és a dir que produeixi la mateixa quantitat d'energia de la que consumeix és a dir que s'auto-abasteixi.

En la segona part del projecte, s'estudiarà la viabilitat econòmica de l'edifici, per fer-ho es pretén comparar el nZEB amb un edifici amb instal·lacions convencionals per tal de determinar si la inversió en aquest tipus d'energies és rentable o no ho és.

En la tercera part del projecte es pretén abordar el problema actual del consum dels edificis a Europa i veure quin impacte mediambiental té el nZEB dimensionat comparat amb un edifici convencional i l'encaix en la normativa de la present proposta..

El estudi tindrà per objectiu dimensionar un edifici de balanç d'energia zero, implementant les instal·lacions de climatització, aigua corrent sanitària calenta (ACS) i producció d'energia elèctrica mitjançant plaques fotovoltaiques.

Per tant s'estudiaran i es dimensionaran els següents punts:

- Càlcul de carregues tèrmiques de l'edifici
- Dimensionament dels equips de climatització
- Dimensionament de la instal·lació geotèrmica
- Dimensionament de la instal·lació fotovoltaica
- Elecció dels components i equips per les instal·lacions projectades.

1.8. Antecedents

L'edifici objecte d'estudi tindrà unes necessitat a cobrir, entre aquestes es trobaran el subministrament d'energia elèctrica, climatització i producció d'ACS.

Per tal de dimensionar adequadament aquestes instal·lacions es seguiran els documents segons les corresponents normatives.

1.8.1. Instal·lació de climatització

Per poder climatitzar l'edifici abans s'han de conèixer les carregues tèrmiques que pateix degut a diversos factors, un cop es coneguin aquestes s'haurà de dimensionar la instal·lació per tal de poder cobrir-les adequadament.

La instal·lació d'estudi pretén poder climatitzar l'edifici tant en els mesos d'estiu com en els mesos d'hivern, mitjançant energia geotèrmica. Els sistemes de

bomba de calor geotèrmica son sistemes geotèrmics de baixa entalpia que es serveixen d'una bomba de calor i d'un sistema de captació al subsòl per aprofitar la seva temperatura. La clau de volta de l'eficiència d'aquesta mena de sistemes resideix en l'aprofitament de l'energia acumulada al subsòl de manera constant i estable, de forma que la energia elèctrica consumida pel sistema resulti inferior que per a una convencional de bomba de calor.

Instal·lació de refrigeració

La instal·lació d'estudi haurà de ser capaç de proporcionar una energia de 31 kW per planta, ja que aquesta és la càrrega tèrmica necessària per tal de poder portar a terme una bona climatització segons càlculs annexes.

El disseny de la climatització haurà d'estar degudament reglat segons el que s'estableix la present legislació del CTE, concretament en el DB: Ahorro d'energia

Pel que fa al càlcul de càrregues tèrmiques ha estat confeccionat segons el que s'estableix a CTE-DB-HE 1: Limitación de demanda energètica

Instal·lació de calefacció

Per la instal·lació de calefacció se seguiran les mateixes consignes que pel dimensionament de refrigeració ja que conformarà el mateix sistema.

S'haurà d'obtenir una energia de 27,99 kW, ja que aquesta és la càrrega tèrmica necessària per tal de poder portar a terme una bona climatització segons càlculs annexes.

El disseny de la climatització haurà d'estar degudament reglat segons el que s'estableix la present legislació del CTE, concretament en el DB: Ahorro d'energia

Pel que fa al càlcul de càrregues tèrmiques ha estat confeccionat segons el que s'estableix a CTE-DB-HE 1: Limitación de demanda energètica

1.8.2. Instal·lació d'ACS

Es dimensiona una instal·lació d'aigua corrent sanitària (ACS) per l'edifici d'estudi, que sigui capaç de portar aigua calent als 8 apartaments que conformen la distribució de l'edifici. Aquesta instal·lació haurà de complir amb els mínims de pressió i cabal que s'estableixen al RITE.

La instal·lació de geotèrmia també abastirà a l'edifici d'ACS ajudat per sistemes auxiliars d'escalfament, per realitzar el correcte dimensionament de la instal·lació s'ha regulat mitjançant el CTE DB-HS de Salubridad.

1.8.3. Instal·lació fotovoltaica

L'objecte d'estudi pretén auto-abastir-se d'energia elèctrica, és per això que es dimensiona un font d'energia solar, mitjançant panells fotovoltaics i una sèrie de components que permeten formar una instal·lació aïllada de la xarxa.

Aquesta instal·lació donarà servei als 8 apartaments de l'edifici a més a més de a les bombes de calor geotèrmiques.

Per dimensionar aquesta instal·lació es segueix el Plec de Condicions Tècniques, disposat per l'IDAE de Instal·lacions aïllades de xarxa.

CAPÍTOL 2: VIABILITAT TÈCNICA

En el següent capítol del projecte es dimensiona l'edifici d'estudi i les seves instal·lacions per tal de complir l'objectiu d'aconseguir un balanç d'energia zero.

Per tant s'exposen les instal·lacions projectades, el seu funcionament, els criteris seguits pel seu correcte funcionament i finalment els elements escollits per cadascuna d'elles.

2.1. Càrregues tèrmiques del edifici

El concepte de càrregues tèrmiques és un dels punts més importants en el dimensionament d'un nZEB, ja que els consums energètics que venen donats per tal de climatitzar les estàncies i de superar aquestes càrregues són els més elevats dels habitatges.

Com s'ha comentat prèviament l'edifici es troba situat a la població de Montcada i Reixac a continuació es mostren algunes dades climatològiques pel càlcul de la climatització, tant com temperatures d'estiu, d'hivern humitats etc...

Emplazamiento	Montcada i Reixac
Altitud	36.0 m
Latitud (N)	41.49 grados
Longitud (E)	2.17 grados
Temperatura seca verano	27.51 °C
Temperatura húmeda verano	22.50 °C
Oscilación media diaria	8.40 °C
Oscilación media anual	27.50 °C
Temperatura seca en invierno	1.20 °C
Humedad relativa en invierno	90.0 %
Temperatura mínima histórica	-7.35 °C
Temperatura mínima del terreno	6.40 °C
Temperatura no perturbada del terreno	16.31 °C

Figura 2. *Dades de la ubicació de l'edifici extretes de CYPECAD MEP*

2.1.1. Aïllament

L'edifici d'estudi haurà d'estar aïllat tèrmicament el més eficientment possible per les següents raons:

- Estalviar energia al reduir les pèrdues tèrmiques per les parets.
- Millorar el confort tèrmic, al reduir les pèrdues causades per la diferencia de temperatura interior i exterior
- Minimitzar el consum d'energia, contribuint d'aquesta manera a la conservació del medi ambient que es veu greument afectat en els processos de producció d'energia.

L'aïllament de l'edifici estarà format principalment per tres components com són la façana i les finestres i les cobertes.

2.1.2. Façana

Per tal de portar a terme el millor aïllament i conseqüentment una menor demanda d'energia serà imprescindible definir bé els paràmetres de la façana.

La façana del objecte d'estudi estarà dividida en 6 capes com es pot veure a la figura 3:

1) Revestiment exterior
2) Camara d'aire molt ventilada
3) Aïllament tèrmic
4) Fulla principal
5 i 6) Revestiment interior de doble capa

Al edifici d'estudi s'ha decidit escollir una façana "ventilada" amb una càmera d'aire de 5cm i un aïllament tèrmic de llana mineral, que reduirà les pèrdues tèrmiques dels tancaments. També s'ha tingut en compte el que s'estableix al *DB-HR* segons les limitacions acústiques que es poden donar en edificis d'us residencial.

Revestiment exterior

Format per plaques compactes materials polímers amb el sistema "BUTECH" amb un gruix de 1,1cm, amb plaques ceràmiques.

Camara d'aire ventilada

Entre el revestiment exterior i el següent mur es deixarà un espai que actuarà com a aïllant degut a la ruptura de ponts tèrmics

Llana mineral

És una capa d'aïllant de llana de roca, que és un tipus de llana mineral fabricat a partir roca volcànica. Té una estructura fibrosa multidireccional que li permet albergar aire al seu interior, fet que disminueix la seva conductivitat tèrmica. A més a més és un bon aïllant acústic i també contra incendis.

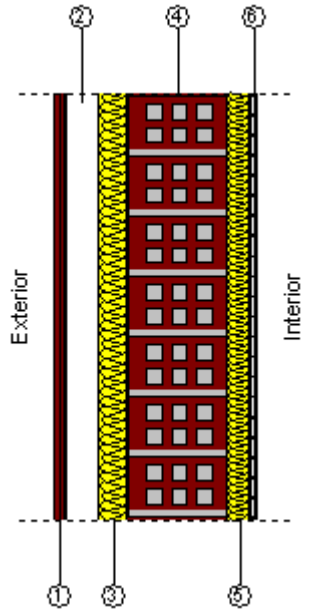
Maó foradat

Per la fulla principal de la façana s'ha escollit un maó foradat, ja que aquest conserva aire al interior dels seus forats. Això fa que el seu coeficient de transmitància tèrmic sigui menor que el de un maó massís.

Revestiment interior

Per últim s'aplica el revestiment interior format per una doble capa de plaques de guix laminat i un aïllament mitjançant plaques de poliestirè XPE de 3cm.

A continuació es mostra una imatge amb les capes de la façana i alguna de les seves característiques que es detallen a la figura 3:



Fachada ventilada
1 - Revestimiento de [tipo_sistema] "BUTECH": 1.2 cm 2 - Cámara de aire muy ventilada: 5 cm 3 - Lana mineral: 4 cm 4 - Fábrica de ladrillo cerámico perforado: 14 cm 5 - Panel de poliestireno XPE: 3 cm 6 - Placa de yeso laminado: 1 cm Espesor total: 28.2 cm
HE 1: Limitación de demanda energética
Um: 0.39 W/(m²·K)
HR: Protección frente al ruido
Masa superficial: 192.26 kg/m² Masa superficial del elemento base: 159.60 kg/m² Caracterización acústica por ensayo, Rw(C; Ctr): 44.0(-1; -4) dB Referencia del ensayo: CEC F8.1 Mejora del índice global de reducción acústica del revestimiento: 13 dBA
Protección frente a la humedad
Grado de impermeabilidad alcanzado: 5 Condiciones que cumple: R2+B3+C1+H1+J2

Figura 3. *Característiques de la façana*

2.1.3. Finestres

Les finestres que s'han escollit són de marc d'alumini i doble vidre, fet que crea una càmera d'aire que redueix les pèrdues tèrmiques. Aquesta càmera també contribueix a millorar l'aïllament acústic de la finestra 6-16-LOW.S.

A continuació es mostra un petit requadre amb informació del vidre escollit:

PRODUCTO	Float 6 mm.	6 - 16 - 6	6 - 16 - Low.s
Transmisión luminosa %	90,2	81,9	78,3
Reflexión luminosa %	8,4	15,2	11,3
Factor solar EN 410	86,4	77,2	55
Valor UW (m²k)	5,7	2,7	1,1

Figura 4. *Dades de doble vidre extretes del programa CYPECAD MEP*

2.1.4. Resultats obtinguts

En el cas d'estudi, el càlcul de càrregues tèrmiques s'ha realitzat amb el programa CYPECAD MEP pertanyent al grup CYPE INGENIEROS.

Per fer-ho s'ha dissenyat l'estructura de l'edifici amb les dimensions abans descrites a la figura 3, per posteriorment definir els tancaments, la tabiqueria i les finestres amb els paràmetres abans descrits. Seguidament s'ha definit el conjunt de recintes per tal de definir els apartaments i les estàncies dels mateixos a climatitzar segons la figura 5.

Per determinar les càrregues tèrmiques el programa té en compte els següents factors:

- Càrregues per tancaments exteriors
- Càrregues per tancaments interiors
- Càrregues per il·luminació
- Càrregues per ocupació
- Càrregues per ventilació

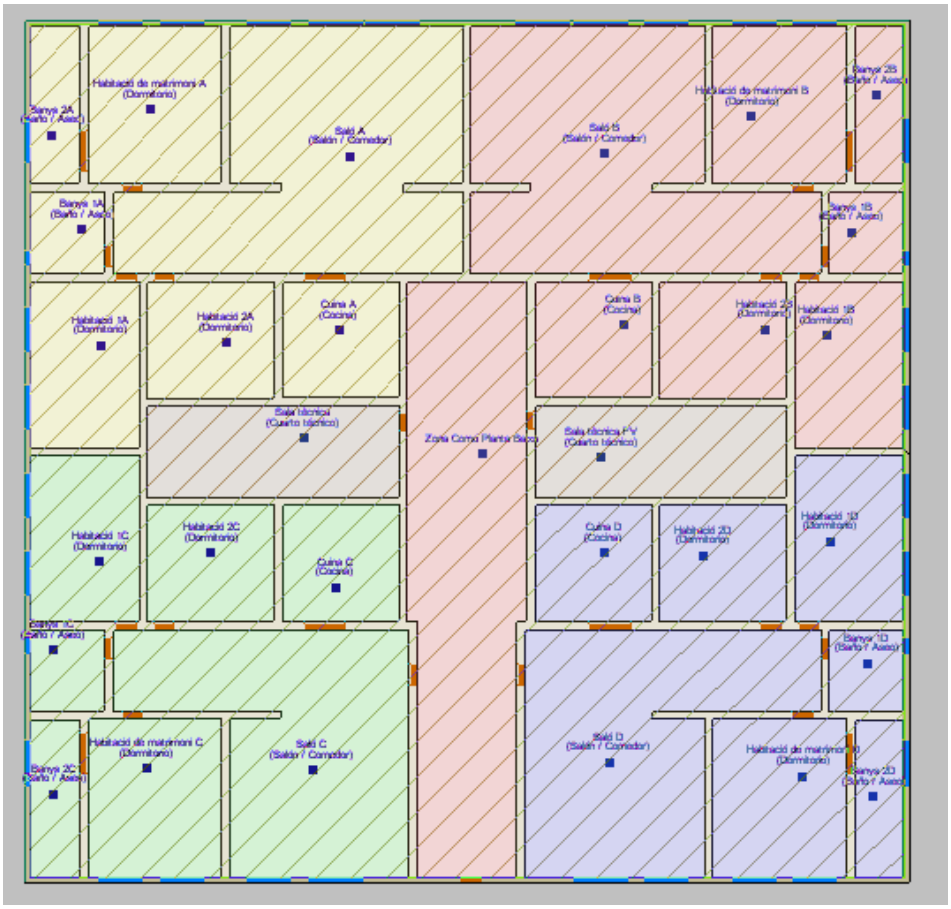


Figura 5. *Planta Baixa definida al programa CYPECAD MEP*

Un cop processat les pèrdues per tancaments, s'obtenen els resultats següents que es veu a la taula 4, a partir del programa de simulació CYPECAD MEP.

Taula 4. *Resultats de càrregues tèrmiques per refrigeració*

Refrigeració		
Conjunt	**Potència per superfície (W/m²)**	**Potència total (W)**
Planta Baixa. Apartament A	35.3	6886.4
Planta Baixa. Apartament B	33.7	6561.4
Planta Baixa. Apartament C	35.3	6142.2
Planta Baixa. Apartament D	33.4	5816.4
Planta 1. Apartament A	33.7	6829.0
Planta 1. Apartament B	32.1	6503.0
Planta 1. Apartament C	33.7	6856.5
Planta 1. Apartament D	32.1	6530.5
TOTALS		52125,4

Taula 5. *Resultats de càrregues tèrmiques per refrigeració*

Calefacció		
Conjunto	**Potència per superfície (W/m²)**	**Potència total (W)**
Planta Baixa. Apartament A	38.3	7459.6
Planta Baixa. Apartament B	38.3	7459.8
Planta Baixa. Apartament C	37.6	6537.4
Planta Baixa. Apartament D	37.6	6537.5
Planta 1. Apartament A	38.5	7810.2
Planta 1. Apartament B	38.5	7810.3
Planta 1. Apartament C	37.8	7686.5
Planta 1. Apartament D	37.8	7686.5
TOTALS		58987,8

2.2. Instal·lació de climatització

La climatització del edifici, té com objectiu mantenir les condicions de confort tèrmic a l'interior de l'edifici. Es pretén que la climatització funcioni tant a l'hivern com a l'estiu, considerant com a condicions de confort les següents:

ESTIU	HIVERN
25ºC	21ºC

2.2.1 Funcionament del fan-coil

Per tal de climatitzar les dependències del edifici s'ha escollit el sistema de climatització "*fan-coil inverter*". Aquest sistema té la capacitat de refredar o d'escalfar el ambient segons convingui.

El fan coil està composat per tres elements principals:

- Intercanviador de calor
- Ventilador
- Filtre

El "*fan-coil*" rep aigua calenta o freda des d'una unitat exterior, en el cas d'estudi des d'una bomba de calor geotèrmica. Seguidament el ventilador projectat impulsa l'aire i el fa passar a través dels tubs que conformen el

intercanviador de calor, pels quals circula aigua calenta o freda. D'aquesta manera s'aconsegueix que l'aire que passa a través dels tubs s'escalfi o es refredi per finalment travessar el filtre i climatitzar la dependència desitjada. A la figura 6 es veu el procés explicat pel "*Fan-coil".*

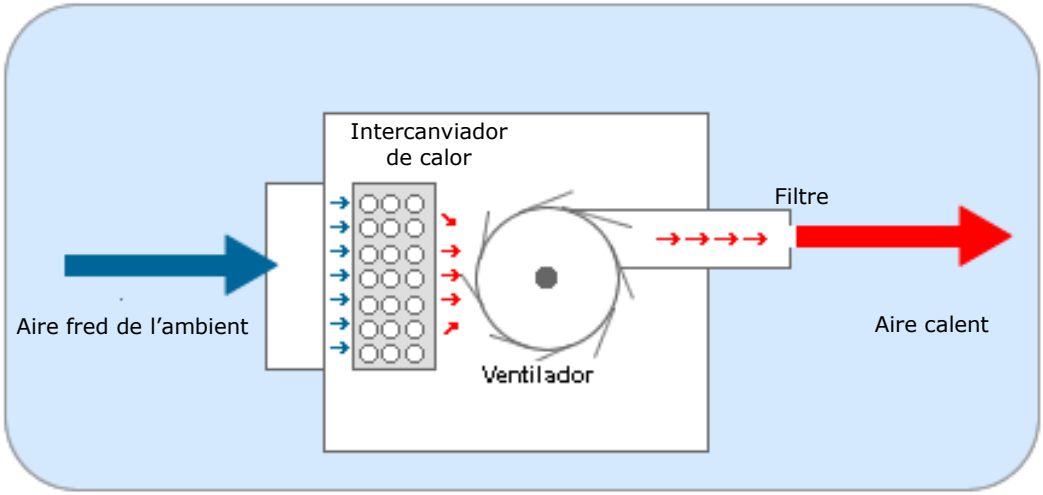


Figura 6. *Procés de calefacció d'un "fan-coil"*

Actualment hi ha multitud de tipus de *"fan-coil"* al mercat depenent de les condicions i necessitats de les dependències a climatitzar. A continuació es mostra una petita relació dels tipus que existeixen:

- Fan-coil tipus split mural
- Fan-coil tipus Split cassette
- Fan-coil de finestra
- Fan-coil tipus compacte

2.2.2. Solució escollida

A l'objecte d'estudi s'ha escollit la opció de tipus compacte. Aquest fan-coil consisteix en una unitat interior compacte que climatitzarà tota la vivenda mitjançant una xarxa de conductes que es repartirà per les diferents dependències a climatitzar.

La unitat de fan-coil compacte escollida per cada un dels apartaments és el model RFP 430 de la casa *YORK*.

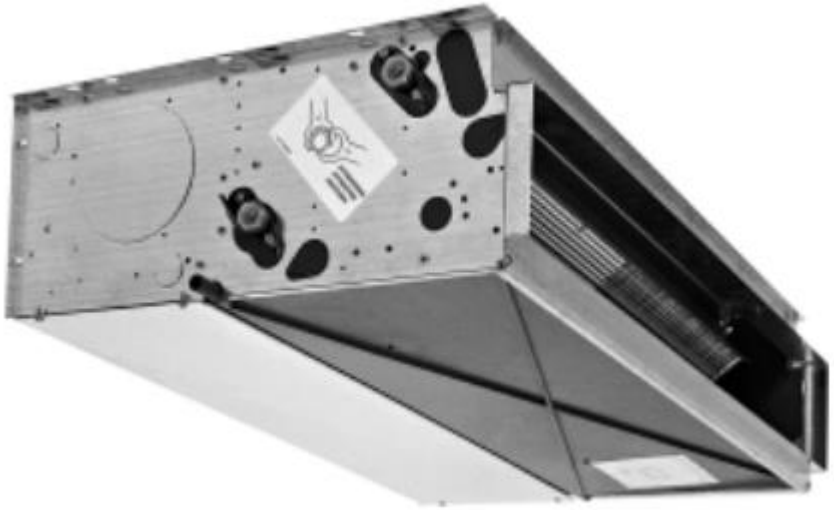


Figura 7. "*Fan-coil"* escollit model RFP 430

En l'objecte d'estudi s'ha decidit climatitzar els dormitoris i el saló, la instal·lació consisteix en una xarxa de conductes que desenvoca a les habitacions mitjançant difusors circulars que permeten regular el cabal de sortida mitjançant comportes interiors regulables.

També es proposa d'una xarxa de conductes de retorn que recorre d' igual manera les dependències de l'apartament per tal de recollir l'aire de ventilació a través de reixes d'alumini, per tal de poder climatitzar-lo i així repetir el procés.

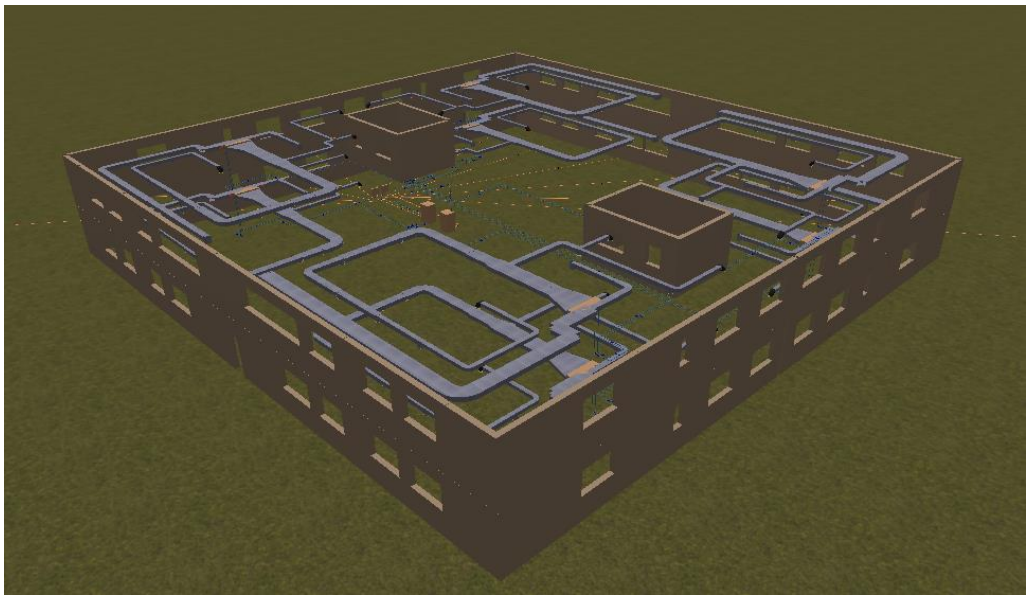


Figura 8. *Vista 3D de la instal·lació de climatització escollida*

2.3. Instal·lació d'energia geotèrmica

La instal·lació geotèrmica de l'edifici tindrà com a principal objectiu la producció d'aigua calenta o freda per tal de portar a terme la climatització de tot l'edifici mitjançant *"fan-coil"* com s'ha explicat prèviament.

2.3.1. Tipus de instal·lació d'energia geotèrmica

Una instal·lació d'energia geotèrmica és aquella que pretén obtenir energia, mitjançant l'aprofitament de calor interna de la Terra. Un jaciment geotèrmic és una zona del subsòl on el recurs geotèrmic és susceptible de ser aprofitat per l'home. Es poden classificar els jaciments geotèrmics segons la seva temperatura i es fa de la següent manera:

- **D'alta temperatura.** Temperatures superiors a 150ºC. Són jaciments dels quals se'n pot extreure prou calor per produir vapor d'aigua i així produir energia elèctrica com una central convencional.

- **De mitjana temperatura**. Temperatures entre 100 i 150ºC. Mateixa utilització que els d'alta temperatura però amb menor rendiment. També s'aprofiten per tal de climatitzar edificis o per la producció d'aigua calenta.

- **De baixa temperatura.** Temperatures entre 30 i 100ºC. La seva utilització es centra en usos tèrmics en sistemes de calefacció urbans, en processos industrials i en balnearis.

- **De molt baixa temperatura**. Temperatures inferiors a 30ºC. Se solen utilitzar com a intercanviador tèrmic en sistemes de climatització mitjançant bomba de calor

2.3.2. Components d'una instal·lació geotèrmica

Les instal·lacions de energia geotèrmica, estan formades principalment per 3 elements bàsics:

- Sistema d'intercanviador, format per un conjunt de sondes soterrades que tenen la funció d'extreure el calor del subsòl.

- Bomba de calor geotèrmica, que té la funció de transferir el calor recollit per l'intercanviador soterrat.

- Un sistema de distribució en l'edifici que permetrà portar el calor obtingut arreu de les dependències de l'edifici.

Sistema de captació geotèrmic

Existeixen diferents sistemes d'aprofitament de l'energia geotèrmica de molt baixa temperatura, que es classifiquen en dues tipologies principals:

- **Sistemes oberts**, on es capta aigua d'un aqüífer per al seu aprofitament.

- **Sistemes tancats**, on el fluid de les bombes de calor circula a través d'un circuit bescanviador tancat situat en el subsòl. Segons com estiguin situats els bescanviadors en el subsòl podem distingir entre aprofitaments amb bescanviadors verticals o amb bescanviadors horitzontals.

Intercanviador de calor

Aquests intercanviadors són canonades de polietilè (PE) d'alta densitat. Aquest material es caracteritza per tenir una alta resistència i durabilitat. Per aquests conductes flueix un líquid caloportador, una barreja de glicol i anticongelant, que és capaç de capturar el calor del subsòl.

La capacitat d'intercanvi depèn de varis factors, com són els següents:

- Tipus de terreny.
- Superfície de contacte de les canonades amb el subsòl
- Tipus de material
- Diàmetre de les canonades
- Nº de sondes enterrades
- Separació entre les canonades

Les instal·lacions d'intercanviador més utilitzades són les següents:

-Captadors horitzontals: S'instal·len a una profunditat d'entre 1.5-5 m. Encara que necessiten una gran àrea horitzontal

- Captadors verticals: S'instal·len a una profunditat d'entre 50-150 m. No necessiten massa àrea horitzontal

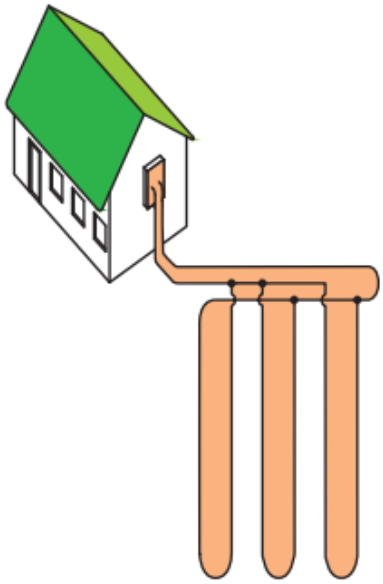


Figura 9. *Sistema en paral·lel horitzontal. Font: IDAE- ATECYR, 2010*

Bomba de calor geotèrmica

Una bomba de calor és una màquina que transfereix la calor des d'un focus fred a un altre calent utilitzant una quantitat de treball relativament petita. Les bombes de calor aprofiten l'energia existent en l'ambient (focus fred), tant en l'aire com en l'aigua o la terra, permetent calefactar les dependències interiors (focus calent) amb una aportació relativament petita d'energia.

La bomba de calor geotèrmica extreu energia tèrmica del sòl a l'hivern transferint-la a l'interior de l'edifici, mentre que a l'estiu extreu la calor de l'interior de l'edifici i ho retorna al subsòl.

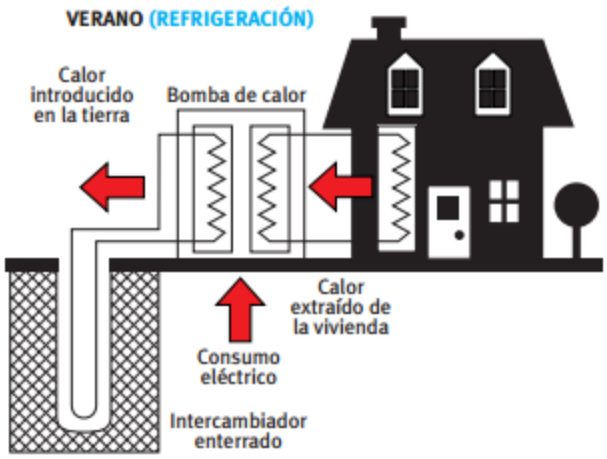


Figura 10. *Esquema de funcionament d'una bomba de calor geotèrmica a estiu. Font: IDAE- ATECYR, 2010*

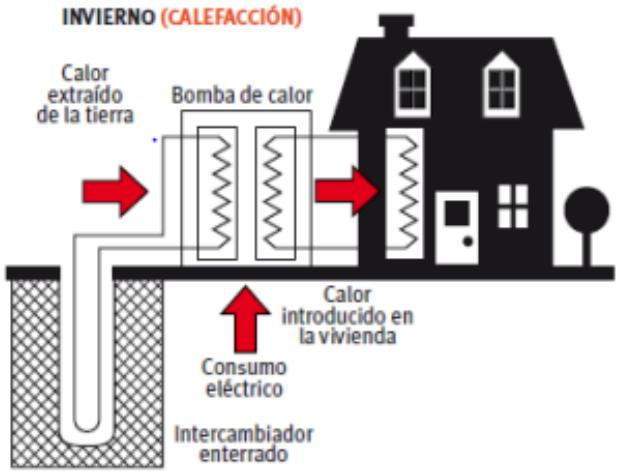


Figura 11. Esquema de funcionament d'una bomba de calor geotèrmica a hivern. Font: IDAE- ATECYR, 2010

El principi de funcionament de la bomba de calor geotèrmica es basa en el cicle termodinàmic de compressió com es mostra a la figura 11, per a un cicle de calefacció a l'hivern, un mitjà refrigerant extreu la calor del medi ambient exterior (sòl), evaporant-se a continuació. Un compressor eleva la pressió i temperatura del refrigerant (gas), i posteriorment transfereix la calor a l'interior del recinte en condensar-se el mitjà refrigerant. El fluid refrigerant en estat líquid i a una alta pressió i temperatura s'expandeix en la vàlvula d'expansió, reduint la seva pressió i temperatura.

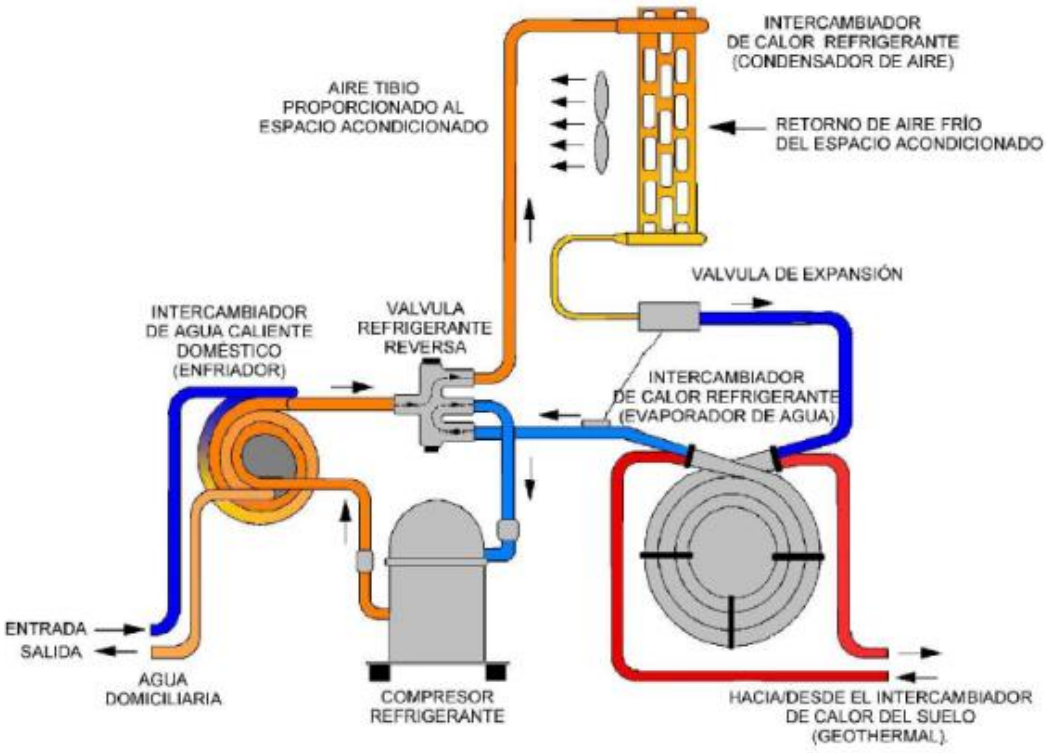


Figura 12. *Esquema d'una bomba de calor geotèrmica en cicle de refrigeració. Font: Geo-Heat Center, Klamath Falls, Oregon, USA*

2.3.3. Solució escollida

Per l'emplaçament de l'edifici N.ZEB, a Montcada i Reixac, el jaciment geotèrmic es considera de molt baixa temperatura.

Pel cas d'estudi es proposa un sistema tancat, on s'ha optat per una instal·lació de captadors verticals.

El projecte preveu una instal·lació de 12 sondes, 6 paral·lelament a la façana oest i 6 a la façana nord Soterrades a 150 m amb una separació de 8 m entre sondes.

Per l'elecció de la bomba de calor s'ha de tenir en compte principalment les càrregues tèrmiques que hauran de suportar les estàncies de l'edifici a climatitzar.

Es tindran dos bombes de calor, una per cada planta. Per tant sent les màximes càrregues tèrmiques per planta les següents:

Calefacció	**Refrigeració**
27,99 kW	30,93kW

Un cop coneguts aquests paràmetres s'escullen dues bombes de calor geotèrmiques aigua/aigua de 36,34/27,6 kW.

Pel sistema de calefacció cada bomba té una potència de 36,34kW, més que suficient per abastir al sistema. La temperatura de sortida del aigua de la bomba és de 35ºC.

Pel sistema de refrigeració és té una potència frigorífica de 27,6kW, suficient per cobrir les càrregues tèrmiques màximes que es produiran als mesos d'estiu.

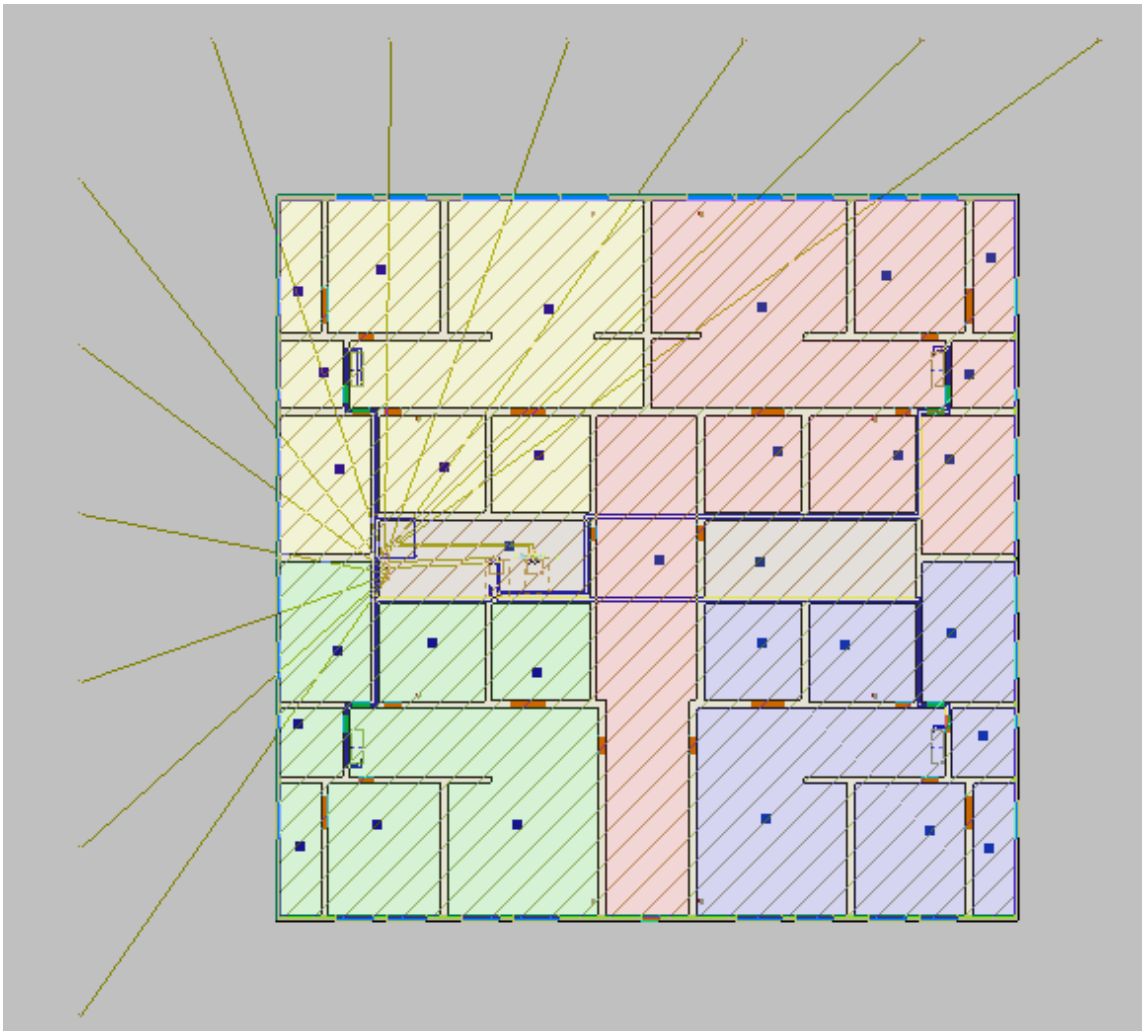


Figura 13. *Distribució de les sondes geotèrmiques al voltant de la façana Oest i Nord.*

2.4. Instal·lació d'ACS

La instal·lació d'Aigua Corrent Sanitaria (ACS), té com objectiu proporcionar aigua calenta per diferents usos als diferents habitatges de l'edifici.

A la instal·lació d'estudi la instal·lació estarà formada pel sistema d'energia geotèrmica i la seva de bomba calor, més una instal·lació auxiliar.

2.4.1. Prevenció de la legionel·la

Segons el que estableix el "Real Decreto 865/2003", per evitar la formació de legionel·la al acumulador, és té que l'aigua calenta sanitària (ACS) s'ha d'escalfar fins un valor mínim de 60 ºC.

2.4.2. Solució escollida

Es pretén escalfar l'aigua mitjançant la instal·lació d'energia geotèrmica, per tal de fer-ho s'haurà de calcular el volum d'aigua que es necessitaria al dia.

És preveu un consum de 704 L al dia per tot l'edifici.

Com que la temperatura d'ACS en acumuladors s'estima en un mínim de 60ºC i la temperatura de sortida de la bomba de calor és de 35ºC, s'haurà de disposar d'un sistema auxiliar d'escalfament per arribar als 60ºC descrits.

Per la instal·lació auxiliar per la producció d'ACS es decideix instal·lar una caldera de biomassa, més concretament de pèl·lets. Aquesta caldera tindrà la funció d'augmentar la temperatura del aigua dels 35ºC fins als 60ºC.

S'escull per tant un acumulador de ACS de la casa "Buderus", modelo Logalux SU, amb una capacitat de 750 L i una caldera de pèl·lets, model "BCclass 43" de la casa "DOMUSA" amb una potència útil de 42,7kW com es pot veure a la figura 13.

Características

	BIOCLASS NG 10	BIOCLASS NG 16	BIOCLASS NG 25	BIOCLASS NG 43
POTENCIA NOMINAL KW	10,1	15,6	25,3	42,7
RENDIMIENTO A POTENCIA NOMINAL %	93,5	93,5	95	94
POTENCIA CARGA PARCIAL KW	2,9	4,2	6,9	11,4
POTENCIA ELÉCTRICA W	485	485	485	485
TEMPERATURA RETORNO MÍNIMA °C	25°C	25°C	25°C	25°C
TIRO MÍNIMO CHIMENEA PA	10	10	10	10
TIRO MÁXIMO CHIMENEA PA	20	20	20	20
VOLUMEN CÁMARA DE AGUA L	46	55	73	104
COMBUSTIBLE AL 100% KG	2,3	3,4	5	9
PESO KG	190	211	284	368

Figura 14. *Característiques de la caldera de pèl·lets proposada*

Figura 15. *Caldera de pèl·lets BCclass 43*

2.5. Instal·lació fotovoltaica

La instal·lació fotovoltaica de l'edifici tindrà com a principal objectiu la producció d'energia per abastir tots els consums de l'edifici, de tal manera que aquest es pugui auto-abastir sense necessitat de cap energia externa.

2.5.1. Conceptes previs

-Latitud (φ): Localització angular d'un punt de la Terra respecte a la línia del equador (de -90º per al Sud i +90º per al Nord).

-Longitud(λ): Localització angular d'un punt de la Terra respecte a la línia del *Meridià de Greenwich* (de -180º al Est fins a -180º per a l'Oest).

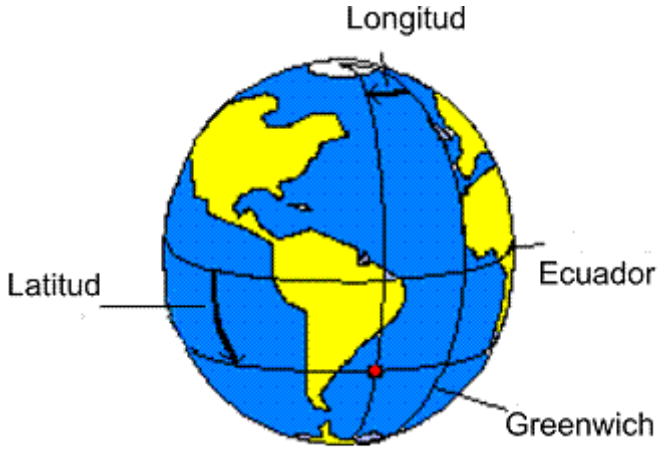


***Figura 16**. Ubicació física de la latitud i la longitud.*

-Inclinació (β): Angle que formen la superfície dels panells solars i la horitzontal del terra (de 0º fins a 180º).

Figura 17. *Angle d'inclinació del panell fotovoltaic.*

-Orientació o azimut de superfície (γ): Angle entre la projecció de la normal a la superfície del panell fotovoltaic i el Sud (negatiu cap a l'Est, positiu cap a l'Oest).

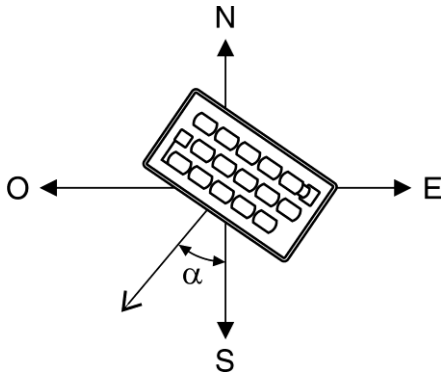


Figura 18. *Angle de azimut de superfície*

-Azimut solar(γ_S): Angle entre la projecció de la radiació directa sobre el plànol horitzontal i el Sud (negatiu cap a l'Est i positiu cap a l'Oest). Es la direcció horitzontal a la que es torba el Sol.

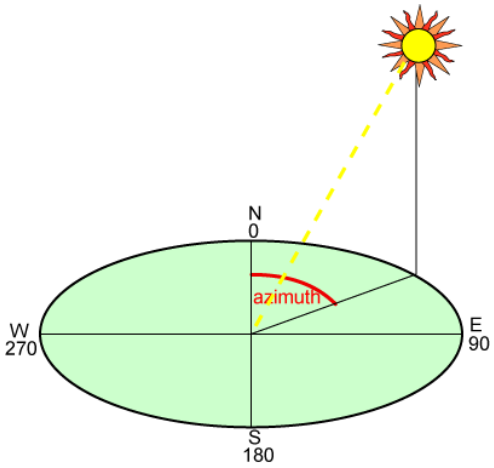


Figura 19. *Angle d'azimut solar*

-Angle d'incidència (θ): Angle entre la normal d'una superfície i la radiació solar directa respecte a aquesta.

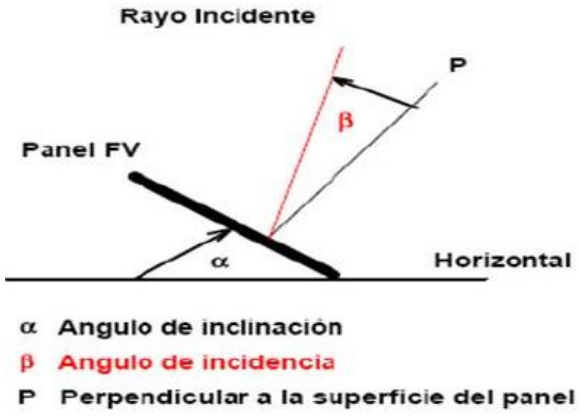


Figura 20. *Angle d'incidència solar*

-Angle zenit (θ_Z): Angle entre la vertical i la línia que descriu la incidència del Sol. Equival a l'angle de incidència de radiació directa sobre el plànol horitzontal, i es el complementari a l'altura solar (α_S). Aquest angle es diferent segons l'estació de l'any en la que ens trobem. Mentre que a l'estiu es inferior (ja que el Sol està més alt) a l'hivern és més elevat (ja que el Sol està més baix).

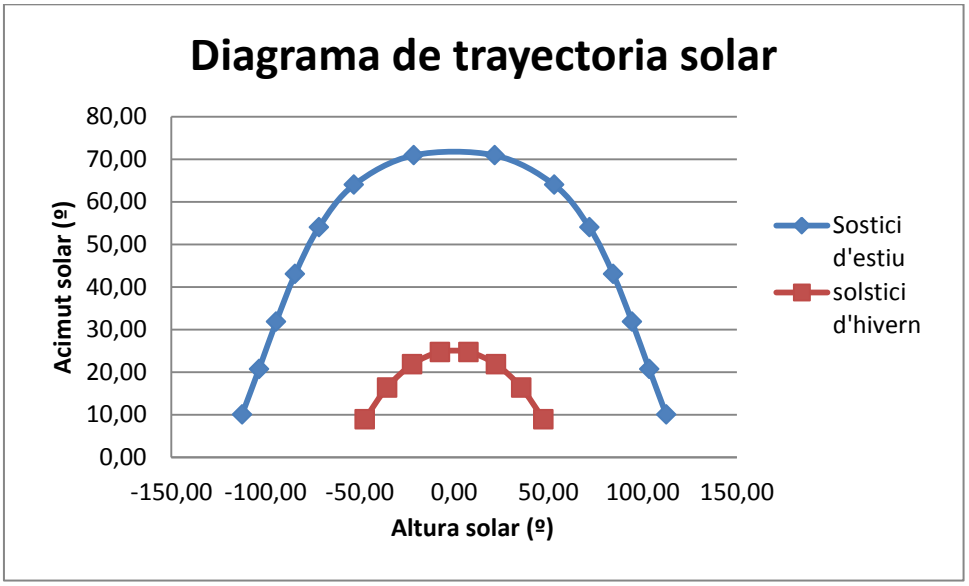


Figura 21. *Diagrama de trajectòria solar del solstici d'estiu i d'hivern a la latitud de 41,49º*

Com es pot apreciar, durant el solstici d'estiu (traçat blau) el sol està més amunt i, a més hi ha més temps solar, a diferència del solstici d'hivern (traçat vermell) on hi ha poc temps solar i a una altura relativament baixa.

2.5.2. Tipus de instal·lació d'energia fotovoltaica

El funcionament de la instal·lació consta en un captador solar que generarà energia elèctrica mitjançant l'efecte fotoelèctric a partir de la radiació solar incident. L'electricitat generada serà en corrent continu, per a ésser convertida posteriorment en corrent alterna, gràcies a un inversor o ondulador.

Hi han dos tipus d'instal·lacions fotovoltaiques segons la seva connexió:

- **Sistemes aïllats de la xarxa.** Es genera energia elèctrica mitjançant captadors solars per posteriorment emmagatzemar-la i utilitzar per consum propi. Són molt comuns allà on no arriba la xarxa elèctrica com pot ser l'àmbit rural, tot i que son possibles en qualsevol emplaçament i s'han posat de moda a ciutat, per sistemes paral·lels d'alimentació domèstica individual.

- **Sistemes connectats a xarxa.** Es genera energia elèctrica mitjançant captadors solars per posteriorment injectar-la a la xarxa a canvi d'una retribució, sistema amb dificultats per la pèssima actual política energètica de l'estat espanyol que el penalitza.

2.5.3. Components d'una instal·lació fotovoltaica aïllada

Les instal·lacions fotovoltaiques, estan formades pels següents elements:

- Sistema de captació, format per un conjunt de plaques fotovoltaiques interconnectades que s'encarreguen de la generació d'energia elèctrica.

- Reguladors de carga , controlen l'entrada d'electricitat a la bateria i la protegeixen de sobrecàrregues o baixades de tensió que podrien fer-la malbé.

- Sistema d'acumulació, format per un conjunt de bateries que s'encarregaran d'emmagatzemar energia per tal de tenir-la disponible quan l'energia proporcionada per les plaques no sigui suficient o no hi sigui, com quan es fa de nit o en dies de núvols.

- Inversor, té la funció de transformar l'energia de corrent continu a corrent altern pel consum.

Sistema de captació

L'element constitutiu bàsic és la cèl·lula solar, elaborada amb silici monocristal·lí (o policristal·lí). La superfície oscil·la entre 100 i 225 cm^2, amb un espessor d'entre 0,25 i 0,35mm. En condicions ambientals (temperatura al voltant dels 25ºC) i una radiació de 1kW/m^2, el generador produeix un corrent d'entre 3 i 4 A i una tensió que oscil·la entre els 0,5V, donant lloc a potències entre els 1,5 i els 2 Wp (watts pic). Una cèl·lula solar es representa amb el següent símbol:

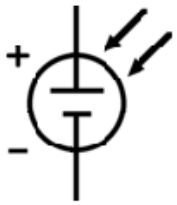


Figura 22. *Símbol de la cèl·lula solar*

La combinació entre cèl·lules solars, ja sigui en sèrie o en paral·lel, dóna lloc als panells fotovoltaics, elements normalment rectangulars.

Figura 23. *Símbol del panell fotovoltaic*

Finalment, l'associació en sèrie o en paral·lel dels panells solars dóna lloc al generador fotovoltaic.

Figura 24. *Formació d'una cadena de mòduls del generador fotovoltaic*

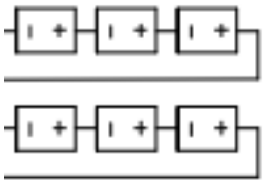


Figura 25. *Associació de mòduls en paral·lel pel generador fotovoltaic*

Reguladors de càrrega

Com s'ha dit prèviament aquest element s'encarrega de regular l'energia que entra a la bateria.

El regulador solar o regulador de càrrega és un dispositiu necessari en la instal·lació solar ja que s'encarrega de controlar l'entrada a les bateries de l'energia generada en els panells solars. El regulador permet d'una banda, allargar la vida de la bateria i de l'altra, obtenir informació i paràmetres del funcionament de la instal·lació. Permet allargar la vida de les bateries ja que permet el pas de l'electricitat segons l'estat en què es trobi la bateria en cada moment. Per exemple, quan aquesta estigui a un nivell de càrrega inferior al 95%, permetrà el pas lliure de tota l'electricitat amb l'objectiu de carregar-la com més aviat possible. Mentre que si es troba en un percentatge de càrrega del 95 al 99%, permetrà el pas de forma molt controlada que és el que anomenem càrrega de flotació, per tal d'omplir al màxim la bateria. D'altra banda, si la bateria és ple, tallarà el pas de corrent per evitar sobrecàrregues o un sobreescalfament de l'acumulador. Gràcies a realitzar la càrrega d'aquesta manera, s'eviten problemes en les bateries solars i s'allarga al màxim els seus anys de vida.

Hi ha dos tipus diferenciables de reguladors:

- Regulador PWM. S'utilitza per panells de fins 200W.
- Regulador MPPT. S'utilitza per plaques amb més de 60 cèl·lules fotovoltaiques, on la potencia supera els 200W.

Per l'elecció del regulador, s'haurà de tenir en compte la intensitat del grup de panells a regular.

Un regulador PWM (Modulació per amplària de polsos) fa funcionar que el camp fotovoltaic funcioni a la mateixa tensió que les bateries. L'energia a

un costat i a l'altre del regulador és la mateixa, amb els valors de tensió i corrent iguals també.

El regulador PWM és capaç d'omplir per complet la bateria gràcies a que introdueix la càrrega de forma gradual, a polsos de tensió, en la fase de flotació, fase d'ompliment últim de la bateria.

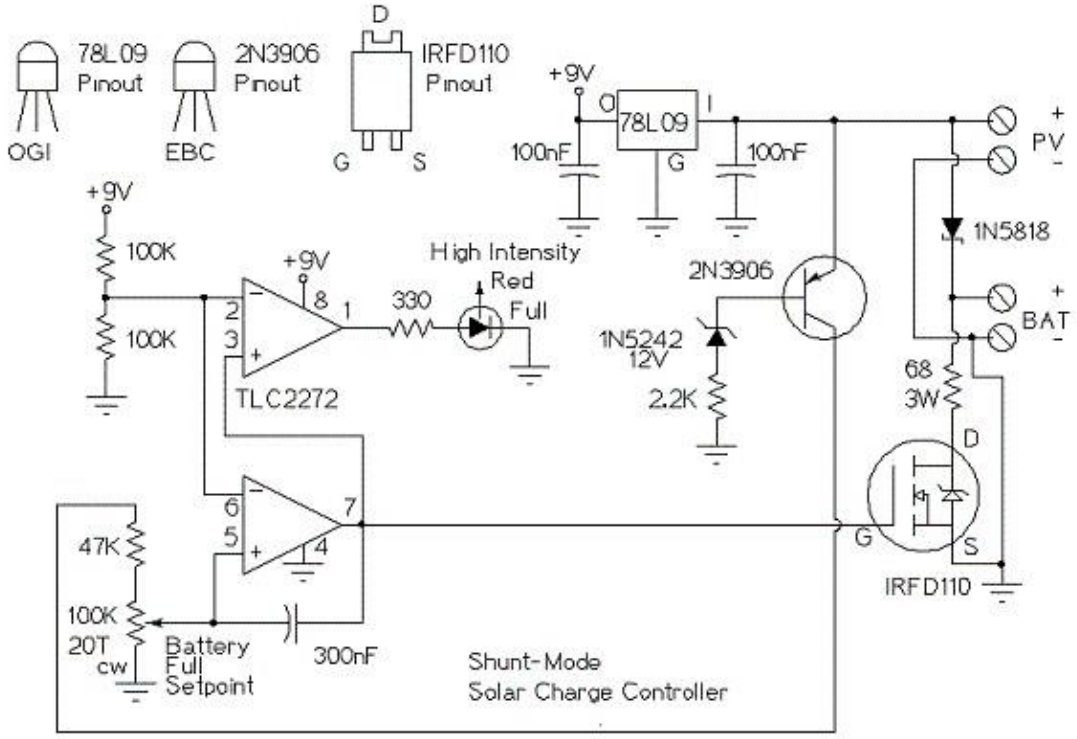


Figura 26. Esquema de un regulador PWM

L'energia solar es dirigeix des del panell fotovoltaic a través del díode a la bateria. Quan la bateria aconsegueix el punt d'ajust complet, la sortida en la meitat inferior del doble amplificador operacional s'encén. Això activa el transistor MOSFET i connecta la resistència de càrrega a la bateria. La càrrega a través de la bateria fa que el voltatge de la bateria caigui, i el circuit comparador torna enrere. Aquesta oscil·lació continua, mentre que l'energia solar està disponible. El condensador a través de l'amplificador operacional retarda la freqüència d'oscil·lació cap avall per alguns hertzs. Les dues resistències en sèrie proporcionen un punt de referència de regulat per al seu ús com a punts de referència de comparació.

El regulador de càrrega MPPT (Maximum Power Point Tracking) és un regulador DC/DC que pot transformar la potència d'una tensió superior a potència de voltatge menor. La quantitat de potència no canvia (amb excepció d'una petita pèrdua en el procés de transformació). Per tant, si la tensió de sortida és menor que la tensió d'entrada, la intensitat de

sortida serà major que la intensitat d'entrada, de manera que el producte P = V x I roman constant.

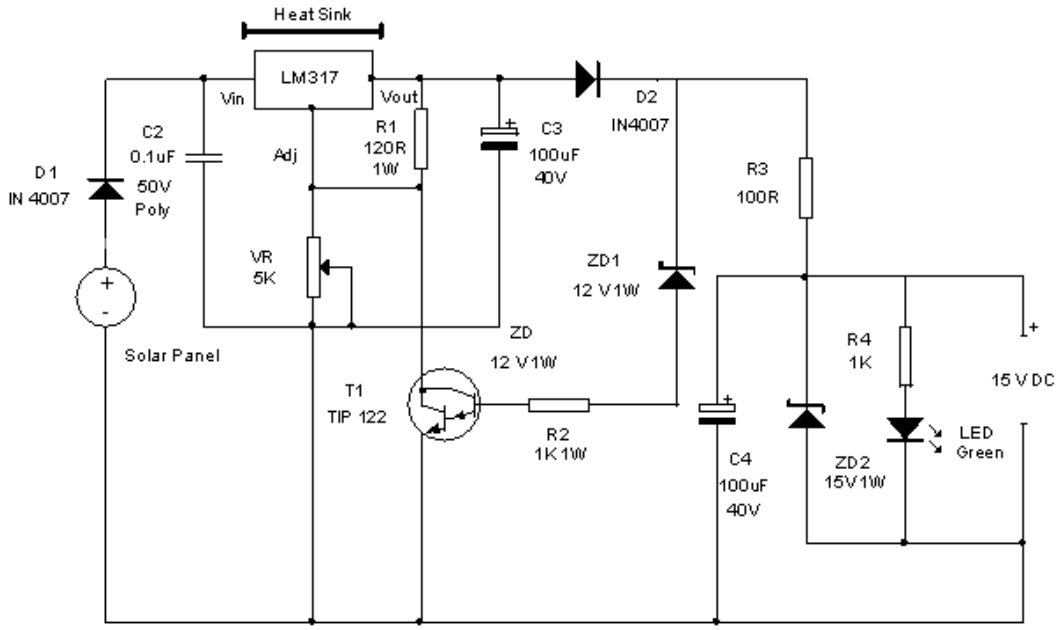


Figura 27. *Esquema de un regulador MPPT*

Sistema d'acumulació elèctrica

El sistema d'acumulació estarà format per una o més bateries elèctriques. Aquestes es poden separar en dos tipus:

- Bateries monobloc. Econòmiques per un amb un alt cost de manteniment i menor duració.

- Bateries estacionaries. Amb la capacitat d'agrupar-se en sèrie son més costoses però tenen una major vida útil.

Inversor

Un inversor es un convertidor estàtic capaç de convertir un magnitud contínua d'entrada en una magnitud alterna de sortida amb una freqüència determinada a partir de l'actuació de semiconductors, ja siguin díodes o transistors.

Amb el propòsit d'obtenir una senyal de voltatge a la sortida amb la freqüència desitjada, es compara una senyal de control sinodal a la freqüència desitjada amb una senyal d'ona triangular. La senyal d'ona triangular es manté constant. La freqüència de control s'utilitza per regular la raó de servei de l'interruptor. Amb això, és pot dir que la

senyal de sortida tindrà presència d'harmònics i que per tant existeixen varies desviacions de la senyal sinus segons interessi.

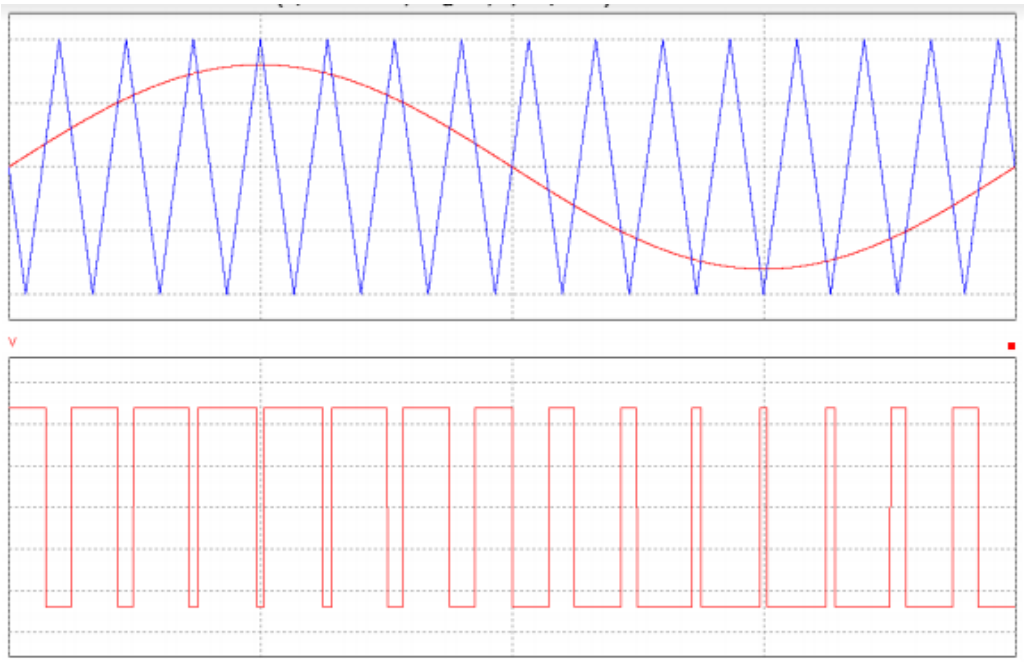


Figura 28. *Modulació d'un inversor monofàsic*

En un inversor trifàsic l'objectiu de l'ocupació de la modulació d'ample de pols és modelar i controlar la tensió trifàsica de sortida en magnitud i freqüència a partir d'una tensió d'entrada constant. Una única ona triangular es compara amb tres tensions de control sinoidals desfasades entre sí 120º, per aconseguir a la sortida un sistema de tensions trifàsic equilibrat emprant la commutació

D'aquesta forma, apareixen harmònics de baixa freqüència d'ordre: de la freqüència fonamental, això és, harmònics imparells múltiples de la freqüència fonamental.

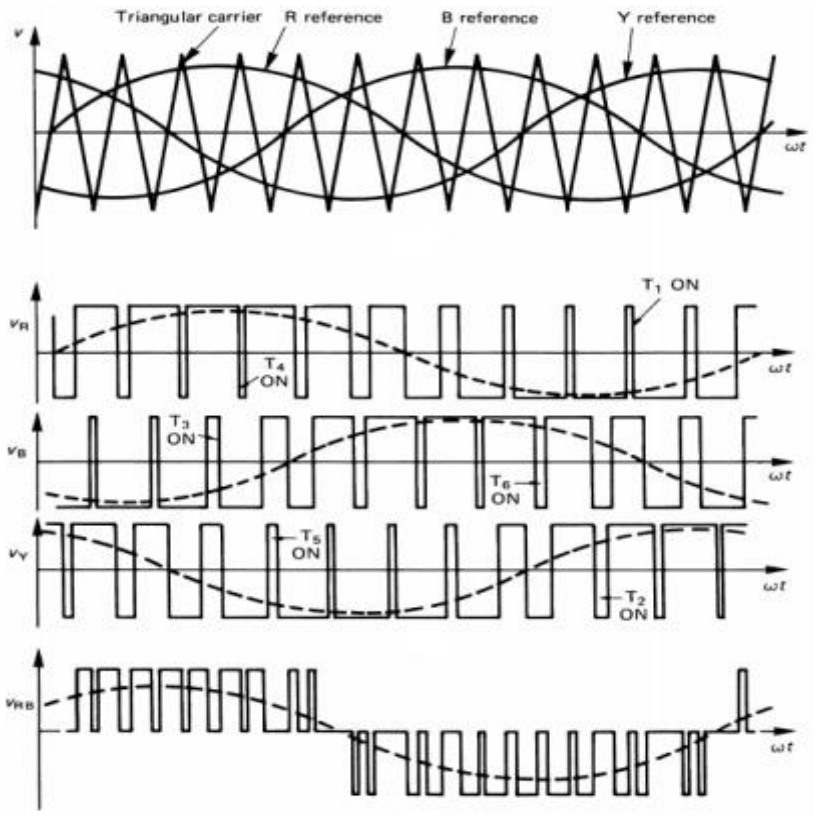


Figura 29. *Seqüencia de modulació per un inversor trifàsic*

Podem classificar els tipus d'inversors atenent a diversos criteris com:

-Lloc on subministrem l'energia: poden estar connectats a la xarxa o aïllats en modus illa (per a alimentar càrregues locals).

-Tipus d'alimentació: poden ésser monofàsics (per a potència baixa) o trifàsics (per a potencies mitjanes-altes).

-Ubicació: A partir de la ubicació de l'inversor i la seva forma de connexió, es distingeixen els inversors centralitzats, que pot operar per a baixes tensions (amb corrents elevats i poques pèrdues per ombres),per a tensions elevades (amb corrents més baixos però amb pèrdues per ombres més elevades) i la configuració "mestre-esclau" per a aprofitar el rendiment màxim dels inversors. En canvi, per als inversors descentralitzats, distingim els inversors en cadena (per a reduir el cablejat de contínua) i els inversors de mòdul (el qual es connecta un inversors per a cada mòdul fotovoltaic).

2.5.4. Regulador escollit

A continuació s'explica detingudament les funcions del regulador escollit per la instal·lació fotovoltaica d'estudi. El regulador escollit és un "LEO 20 de 50A" de la casa "ATERSA".

Aquest regulador incorpora un microcontrolador que implementa un algoritme de control per tal d'optimitzar les tasques de regulació i gestió. Això ho aconsegueix memoritzant les dades del sistema i actuant en conseqüència. A més porta incorporat un conversor anàlogic/digital per tal de les lectures de les senyals.

Per les tasques de commutació utilitza relés d'estat sòlid, de baixes perdudes de commutació, en comptes de relés electromecànics.

Aquests reguladors compten amb un display on es poden examinar detingudament les dades del sistema.

A continuació s'exposen les quatre fases que examina el regulador per tal de portar a terme una correcta regulació:

- Càrrega profunda: En aquesta primera fase, el sistema permet la entrada de corrent de càrrega als acumuladors sense interrupció fins arribar al punt de tensió de final de càrrega. Un cop arriba a aquesta tensió s'estableix l'anomenat manteniment de càrrega de càrrega profunda (MCP). Aquest procés es manté almenys en dos minuts.
- Igualació: El regulador aplica una càrrega d'igualació amb el fi d'allargar la vida de les bateries. S'injecta per tant corrent durant un procés de 3 hores.
- Flotació Alta: L'estat de flotació alta tracta de mantenir la tensió de bateria constant mentre es realitza la última fase de càrrega dels acumuladors.
- Flotació Baixa: En aquest punt els acumuladors estan completament carregats, s'injecta un petit corrent per "mantenir" els acumuladors carregats, compensant el efecte de auto-descàrrega.

A més a més el regulador portarà incorporat un sistema d'alarma que emetrà un soroll si es produeix qualsevol anomalia al sistema.

2.5.4. Inversor escollit

A continuació s'explica detingudament les funcions del inversor escollit per la instal·lació fotovoltaica d'estudi. El regulador escollit és un "Quattro" de la casa "VICTRON ENERGY".

Aquest inversor té una capacitat de potència gairebé il·limitada ja que es poden connectar fins a 6 unitats en paral·lel, a més a més es pot configurar per tal de donar una sortida trifàsica.

Pel que fa al seu control aquest integrarà diferents softwares com son "VE. Bus Quick Configure" o "VE. System Configurator" que permeten controlar i guardar les dades recollides al inversor.

2.5.4. Solució escollida

Per l'edifici objecte es pretén dimensionar un sistema de generació d'energia elèctrica aïllat de xarxa. Per efectes pràctics es decideix dividir la instal·lació fotovoltaica en tres parts:

- Instal·lació 1: Subministrarà als apartaments de la planta baixa
- Instal·lació 2: Subministrarà als apartaments de la planta 1
- Instal·lació 3: Subministrarà a les bombes de calor i a l'acumulador d'ACS

Per dimensionar les instal·lacions, primerament es calcularan els consums d'energia al dia i es dimensionarà la instal·lació per les pitjors condicions de radiació possible.

A més a més s'establiran un número de dies d'autonomia de la instal·lació per tal de dimensionar les bateries.

A mode de resum s'exposen els resultats obtinguts als càlculs corresponents a l'annex 1.

<u>Instal·lació 1 i 2</u>

Com que els apartaments de la planta baixa i la planta primera són pràcticament iguals, es considera que els consums també ho seran. Per tant el dimensionament de la instal·lació serà idèntic.

A continuació s'exposen els resultats per la instal·lació 1 i 2:

Taula 6. *Solució escollida per la instal·lació 1 i 2*

Instal·lació 1 i 2	
Panell escollit	*A-300P de la casa "ATERSA"*
Inclinació dels panells	37 º
Orientació dels panells	Sud
Número total de panells	69
Panells en sèrie	2
Panells en paral·lel	35
Regulador escollit	*LEO 20 de 50A 48V, de la casa "ATERSA"*
Número de reguladors	7
Bateria escollida	*OPzS Solar 3100 de 2V*
Bateries en sèrie	24
Bateries en paral·lel	2
Inversor escollit	*Inversor Quattro de la casa "VICTRON ENERGY" de 10kW+ esclau*

De la mateixa manera es presenten els resultats obtinguts per la instal·lació 3 corresponent a l'alimentació de les bombes de calor i l'acumulador d'ACS.

Taula 7. *Solució escollida per la instal·lació 3*

Instal·lació 3	
Panell escollit	*A-300P de la casa "ATERSA"*
Número total de panells	106
Panells en sèrie	2
Panells en paral·lel	53
Regulador escollit	*LEO 20 de 50A 48V, de la casa "ATERSA"*
Número de reguladors	11
Bateria escollida	*OPzS Solar 3100 de 2V*
Bateries en sèrie	24
Bateries en paral·lel	3
Inversor escollit	*Inversor Quattro de la casa "VICTRON ENERGY" 10kW*

CAPÍTOL 3: VIABILITAT ECONÒMICA DEL NZEB

En aquesta segona part del projecte, s'analitza la viabilitat econòmica del edifici "nZEB" calculat.

Per tal de duu a terme aquest estudi, cal tenir en compte els costos de tots i cada un dels elements necessaris que composen la instal·lació pel seu òptim funcionament.

Un cop calculat el pressupost de la instal·lació, s'hauran d'analitzar els resultats obtinguts per tal d'estimar la rendibilitat del sistema.

Per veure si és viable o no la instal·lació projectada, es tindrà molt present els resultats obtinguts del Valor Actual Net (VAN) i de la Taxa Interna de Rendibilitat (TIR).

3.1. Objectius

L'objectiu és analitzar l'estudi econòmic de la instal·lació del nZEB i comparar-la amb les despeses que tindria un edifici de les mateixes característiques però amb instal·lacions convencionals.

3.2. Pressupost de la instal·lació

En aquest apartat, es pretén anotar tots els elements necessaris per duu a terme la instal·lació del nZEB.

Es comptaran aquells elements de les instal·lacions més significatius. És a dir que es comptaran totes les instal·lacions fins al punt de subministrament, però elements de distribució interiors d'ACS, de baixa tensió o valvuleria pròpia, no es comptaran pel cas d'estudi, ja que es suposa que no són una nota diferenciaria del cas d'un nZEB.

Es desglossa el pressupost de les instal·lacions dividint-lo de la següent manera, partint dels resultats del pressupost final:

Taula 8. *Desglossament del pressupost de les instal·lacions*

PRESSUPOST PER INSTAL·LACIONS	
INSTAL·LACIÓ	**PREU TOTAL**
CLIMATITZACIÓ	**65.930,52€**
GEOTERMIA	**131.937,23 €**
D'ACS	**6.547,58 €**

FOTOVOLTAICA	**258.268,10 €**
TOTAL PRESSUPOST INSTAL·LACIONS:	**462.683,43 €**

3.3. Característiques de consum de l'edifici tipus de comparació

Per tal de veure quin estalvi d'energia s'obté a l'edifici nZEB, es procedeix a dimensionar breument un edifici amb les mateixes característiques (apartaments, climatització, ACS...) i calcular el consum que aquest tindria.

3.3.1. Climatització

Per superar les càrregues tèrmiques es dimensionaria d'igual manera, però en comptes de tenir bombes de calor de geotèrmia, s'utilitzarien bombes de calor convencionals de la mateixa potència.

S'ha escollit una bomba de calor aigua-aigua, model EWXB 1201 de la casa "CIATESA". Aquesta bomba és similar a la de l'objecte d'estudi però amb un COP inferior, fet que fa que tingui una potencia elèctrica de 15,3 kW.

De la mateixa manera que pel dimensionament del edifici nZEB s'instal·larien dos unitats.

3.3.2. ACS

Per la producció d'aigua corrent sanitària s'utilitzaria un termo elèctric per cadascun dels habitatges. Per tal de dimensionar aquest, s'observen els càlculs realitzats a l'annex de càlculs justificatius.

S'escull un termo elèctric de 100 L de capacitat model Elacell Comfort 100L de la casa "JUNKERS".

3.3.3. Subministrament elèctric

Pel que fa al consum elèctric als habitatges, aquest no variarà, ja que el consum d'energia a l'habitatge seria el mateix fos quina fos la instal·lació.

3.3.4. Consum total dels habitatges

Un cop dimensionat el edifici objecte de comparació es passa a calcular el consum total energètic que aquest tindria segons la planificació horària.

Tal i com s'ha fet pel dimensionament del nZEB es considera que aquest consum serà constant pel llarg de l'any (Considerant una mitjana i que el d'escalfament i el de refredament serà equivalent en els diferents mesos)

Taula 9. *Consum estimat per un apartament convencional*

CONSUM PER UN "APARTAMENT TIPUS"				
Càrregues elèctriques	**Nº**	**Potencia (W)**	**Hores d'ús (h)**	**Energia (Wh/dia)**
Lluminàries baix consum	25	5	4	500
Forn	1	1200	0,5	600
Rentadora	1	1500	0,5	750
Rentavaixelles	1	1500	0,25	375
Nevera	1	150	24	3600
Televisor	2	150	2	600
Aire acondicionat	1	320	5	1600
Termo elèctric	1	2000	5	10000
TOTAL				**18.025Wh**

8 apartaments·18025 Wh/dia=144.200 Wh/dia

Seguidament es calcula el consum elèctric de les bombes de calor:

Taula 10. *Consum estimat per les bombes de calor d'un edifici convencional*

INSTAL·LACIÓ BOMBES DE CALOR	**Potencia**	**Hores d'ús**	**Energia**
Bomba de calor aigua-aigua 1	15300	5	76.500
Bomba de calor aigua-aigua 2	15300	5	76.500
TOTAL			**153.400Wh**

Es tindria en total un consum energètic de:

153.400 Wh/dia + 144.200Wh/dia = 297.600Wh/dia

I el consum estimat a l'any de 108.624 kWh/any.

Es prendrà aquest consum anual com a valor de referencia per tal de fer l'estudi de viabilitat econòmica

3.4. Preu de la electricitat

Per tal de determinar el "pay-back" de la instal·lació el preu de la electricitat serà el paràmetre més determinant.

Actualment el preu de la electricitat ronda els 0,13€/kWh.

S'haurà de tenir en compte l'evolució dels preus de la electricitat en el marc del territori espanyol.

Actualment, l'Estat espanyol té en vigor la tarifa de la llum per hores des que el Ministeri va realitzar la reforma del mercat elèctric. Això vol dir que el preu del kWh canvia dia a dia i hora a hora.

Es per això que s'estudia els preus dels últims anys per veure quina evolució ha patit el preu de la electricitat.

Per fer-ho s'analitzen les dades proporcionades per l'OMIE, que s'exposen a continuació pel període compres entre el 2009 i el 2015

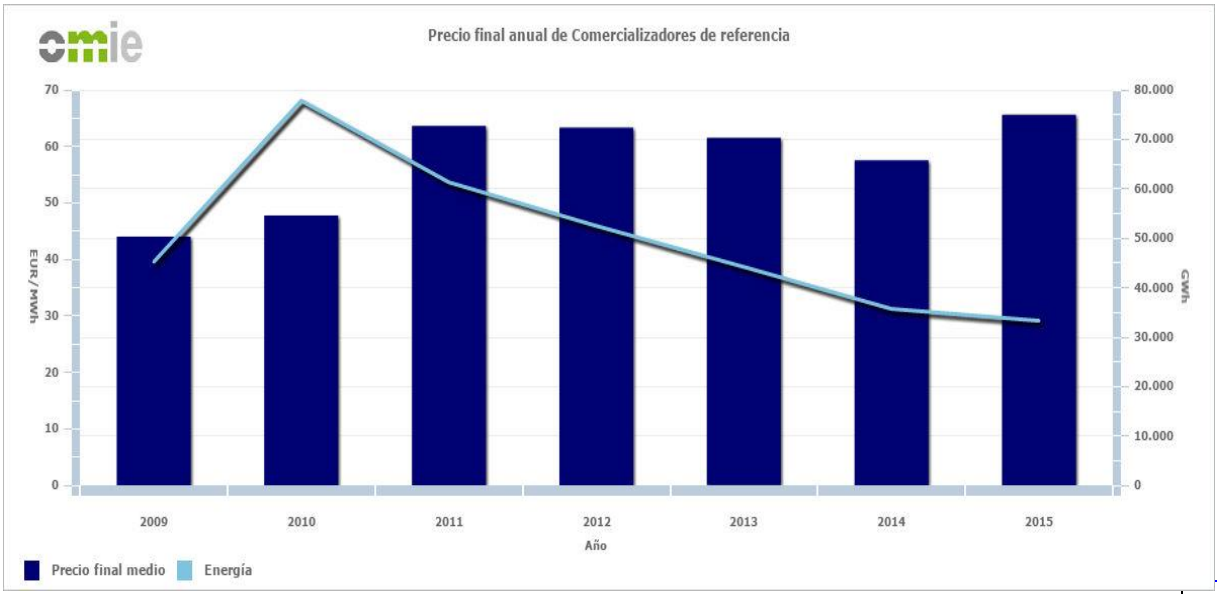


Figura 30. *Preu final anual de comercialitzadors. Font: OMIE*

Si s'observa la gràfica es pot observar que del període del 2009 al 2011 el preu de la electricitat va patir un gran increment. A partir del 2011 però, el preu final va començar a baixar alhora que ho feia l'energia. Les baixades es van pronunciar fins el 2015 on el preu es va restablir.

A continuació es mostra una taula resum on es veu l'evolució dels preus de l'energia pels habitatges amb una potencia contractada d'entre 2,5-5kW sense tarifa nocturna:

Taula 11. *Valors de la tarifa elèctrica ATR 2.0.A. dels últims 7 anys*

Valores de la tarifa eléctrica -ATR 2.0 A-, en los últimos 7 años									
Año	fecha cambio Tarifa	Precios			Fecha BOE	Incremento		Precio Base 100 2007	
		Potencia (€/día)	Energía (€/kWh)	Energía (€/kWh) (1)		Incremento Potencia	Incremento Energia	Potencia	Energía
2007	"01/01/2007	0,052729567	0,089868		30/12/06			100	100
	01/0720/07	0,052729567	0,089868		30/06/07			100	100
2008	01/01/2008	0,054469633	0,092834		29/12/07	3,3%	3,3%	103	103
	01/07/2008	0,054469633	0,092834	0,106234	28/06/08	0,0%	0,0%	103	103
2009	01/01/2009	0,054745167	0,11248	0,14087	31/12/08	0,5%	21,2%	104	125
	01/07/2009	0,056529	0,11473		30/06/09	3,3%	2,0%	107	128
2010	01/01/2010	0,056529	0,117759		31/12/09	0,0%	2,6%	107	131
	01/10/2010	0,056529	0,125159		30/06/10	0,0%	6,3%	107	139
2011	01/01/2011	0,056529	0,140069		29/12/10	0,0%	11,9%	107	156
	01/07/2011	0,056529	0,142319		1/07/11	0,0%	1,6%	107	158
	01/10/2011	0,056375	0,152559		26/04/2012	-0,3%	7,2%	107	170
2012	01/01/2012	0,07427	0,168075		26/04/2012	31,7%	10,2%	141	187
	01/06/2012	0,059817	0,142138		26/04/2012	-19,5%	-15,4%	113	158
	01/07/2012	0,059817	0,142208		26/04/2012	0,0%	0,0%	113	158
	01/10/2012	0,059817	0,149198		29/06/2012	0,0%	4,9%	113	166
2013	01/01/2013	0,05998134	0,150938			0,3%	1,2%	114	168
	01/04/2013	0,05998134	0,138658			0,0%	-8,1%	114	154
	01/10/2013	0,097669789	0,130485			62,8%	-5,9%	185	145
2014	01/01/2014	0,097669789	0,133295			0,0%	2,2%	185	148
	01/02/2014	0,115187468	0,124107			17,9%	-6,9%	218	138
	01/04/2014	0,115187468	0,124107			0,0%	0,0%	218	138
2015	01/01/2015	0,115187468	0,124107			0,0%	0,0%	218	138
	01/10/2015	0,115187468	0,124107			0,0%	0,0%	218	138
Año	fecha cambio Tarifa	Potencia (€/día)	Energía (€/kWh)	Energía (€/kWh) (2)	Fecha BOE	Incremento Potencia	Incremento Energia	Potencia	Energiia
		Precios				Incremento		Precio Base 100 2007	

En els últims anys el preu de l'energia en el territori ha patit moltes fluctuacions i canvis de normatives per tant predir un preu futur avui en dia es fa quasi bé impossible.

3.5. VAN I TIR

3.5.1. Valor actual net (VAN)

El VAN (Valor actual net) és un indicador que mostra la rendibilitat d'un projecte, comparant la inversió inicial amb el flux total de caixa acumulat.

Un VAN positiu, indica que un projecte pot ser rentable, per contra si és negatiu no ho serà. En el cas de que el VAN sigui igual a zero indica que el projecte no produirà guanys ni pèrdues.

Seguint aquests criteris s'avalua la inversió o no-inversió en un projecte.

$$VAN = -CInst + \sum_{n=1}^{i} CF_i$$

VAN = Valor actual net, expressat en €.

$CInst$ = Cost total de la instal·lació, expressat en €.

CF_i = Cash-flow en un any "i" , expressat en €.

A continuació es defineixen els valors esmentats en l'equació:

Inversió inicial

Es consideraran com a cost de la instal·lació, els costos de les energies renovables instal·lades és a dir:

- Instal·lació d'energia geotèrmica
- Instal·lació d'energia fotovoltaica
- Instal·lació ACS

Aquestes tindran un cost total de 396.752,91 €.

Cash flow

Per determinar el cost d'accés es consideren diferents aspectes com són:

- Cost base de la companyia depenent de la potència contractada.
- Impost sobre la electricitat
- Lloguer equips de mesura
- IVA

S'estima un cost mig de 20€/mes d' impostos de connexió a la xarxa. Que multiplicat pels 8 apartaments i les bombes de calor, resultarien 2400 euros al any.

És té també en compte el cost del manteniment de les plaques fotovoltaiques i prevenció de la legionel·la, es contactà amb l'empresa Ecoclima Barcelona S.L. i aquesta oferta un preu de manteniment de 1.000 euros.

Per últim es determina el cost del combustible per la caldera de pèl·lets. Segons els càlculs justificatius, es tindrà un consum de 1.488 kg al any a 226 euros la tona. És té un cost aproximat de 339 euros al any.

Estalvi energètic

Per tal de calcular l'estalvi econòmic que es tindrà en la instal·lació s'hauria de conèixer el preu exacte o bé aproximat de la electricitat en els pròxims anys. Però com bé s'ha vist en l'anterior aparta, avui en dia això es ben bé impossible.

Per tant s'ha decidit formular dues hipòtesis pel cas d'estudi

- Hipòtesi 1: el preu de la electricitat romandrà constant en el valor actual de 0,13€/kWh.

- Hipòtesi 2: el preu de la electricitat pujarà un 10% cada 5 anys similar al període abans del 2011.

Taula 12. *Resultats del VAN al llarg de 25 anys. Hipòtesi 1*

Any	1	**2**	3	**4**	5
Inversió inicial	-396.752,91				
Impostos de connexió a la xarxa	2400	2400	2400	2400	2400
Costos de manteniment	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000
Costos pèlets	-339	-339	-339	-339	-339
Estalvi energètic	14121,12	14121,12	14121,12	14121,12	14121,12
Total	-381.570,79	-366.388,67	-351.206,55	-336.024,43	-320.842,31
Any	6	**7**	8	**9**	10
Inversió inicial					
Impostos de connexió a la xarxa	2400	2400	2400	2400	2400
Costos de manteniment	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000
Costos pèlets	-339	-339	-339	-339	-339
Estalvi enèrgetic	14121,12	14121,12	14121,12	14121,12	14121,12
	-305.660,19	-290.478,07	-275.295,95	-260.113,83	-244.931,71
Any	11	**12**	13	**14**	15
Inversió inicial					
Impostos de connexió a la xarxa	2400	2400	2400	2400	2400
Costos de manteniment	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000
Costos pèlets	-339	-339	-339	-339	-339
Estalvi energètic	14121,12	14121,12	14121,12	14121,12	14121,12
	-229.749,59	-214.567,47	-199.385,35	-184.203,23	-169.021,11
Any	16	**17**	18	**19**	20
Inversió inicial					
Impostos de connexió a la xarxa	2400	2400	2400	2400	2400
Costos de manteniment	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000
Costos pèlets	-339	-339	-339	-339	-339
Estalvi energètic	14121,12	14121,12	14121,12	14121,12	14121,12
	-153.838,99	-138.656,87	-123.474,75	-108.292,63	-93.110,51
Any	21	**22**	23	**24**	25
Inversió inicial					
Impostos de connexió a la xarxa	2400	2400	2400	2400	2400
Costos de manteniment	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000
Costos pèlets	-339	-339	-339	-339	-339
Estalvi energètic	14121,12	14121,12	14121,12	14121,12	14121,12
	-77.928,39	-62.746,27	-47.564,15	-32.382,03	-17.199,91

Taula 13. *Resultats del VAN al llarg de 25 anys. Hipòtesi 2*

Any	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Inversió inicial	-396.752,91				
Impostos de connexió a la xarxa	2400	2400	2400	2400	2400
Costos de manteniment	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000
Costos pèl·lets	-339	-339	-339	-339	-339
Estalvi energètic	14121,12	14121,12	14121,12	14121,12	14121,12
	-	-	-	-	-
Total	381.570,79	366.049,67	350.528,55	335.007,43	319.486,31
Any	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Inversió inicial					
Impostos de connexió a la xarxa	2400	2400	2400	2400	2400
Costos de manteniment	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000
Costos pèl·lets	-339	-339	-339	-339	-339
Estalvi energètic	15533,232	15533,232	15533,232	15533,232	15533,232
	-	-	-	-	-
	302.892,08	286.297,85	269.703,62	253.109,38	236.515,15
Any	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Inversió inicial					
Impostos de connexió a la xarxa	2400	2400	2400	2400	2400
Costos de manteniment	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000
Costos pèl·lets	-339	-339	-339	-339	-339
Estalvi energètic	17086,5552	17086,5552	17086,5552	17086,5552	17086,5552
	-	-	-	-	-
	218.367,60	200.220,04	182.072,49	163.924,93	145.777,38
Any	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Inversió inicial					
Impostos de connexió a la xarxa	2400	2400	2400	2400	2400
Costos de manteniment	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000
Costos pèl·lets	-339	-339	-339	-339	-339
Estalvi energètic	18795,2107	18795,2107	18795,2107	18795,2107	18795,2107
	-	-			
	125.921,17	106.064,95	-86.208,74	-66.352,53	-46.496,32
Any	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**
Inversió inicial					
Impostos de connexió a la xarxa	2400	2400	2400	2400	2400
Costos pèl·lets	-1000	-1000	-1000	-1000	-1000
Costos de manteniment	-500	-500	-500	-500	-500
Benefici	20674,7318	20674,7318	20674,7318	20674,7318	20674,7318
	-24.921,59	-3.346,86	18.227,87	39.802,60	61.377,34

3.5.2. Taxa Interna de rendiment (TIR)

EL TIR (Taxa interna de rendibilitat) és un indicador percentual que ens mostra si la inversió d'estudi es rentable. Aquest, està altament relacionat amb el prèviament esmentat VAN, ja que s'extreu d'igualar el VAN a 0 i aïllar la "k". Representa la rendibilitat anual mitja dels diners invertits durant tot el projecte suposant que aquests diners es van reinvertint any darrera any.

$$TIR \rightarrow \ VAN = 0 \rightarrow \ \ -CInst + \sum_{n=1}^{i} \frac{CF_i}{(1+TIR)^i} = 0$$

TIR = Taxa interna de rendiment, expressat en tant per cent.

VAN = Valor actual net, expressat en €.

$CInst$ = Cost total de la instal·lació, expressat en €.

CF_i = Cash-flow en un any "i", expressat en €.

Hipòtesi 1

S'obté un TIR de -0.87%

Hipòtesi 2

S'obté un TIR del 0,51 %

3.5.3. Anàlisi dels resultats

Hipòtesi 1

Per la hipòtesi 1, no es produeix el "pay-back" ja que en els 25 anys que es considera útil la instal·lació fotovoltaica no es recupera la inversió inicial.

Pel que fa al VAN s'observa que al any 25 la instal·lació no està amortitzada ja que queda un balanç negatiu de -17.199,91 €.

El TIR ens indica que aquesta inversió no és rentable amb el seu valor negatiu de -0.87.

Hipòtesi 2

Per la hipòtesi 2, el "pay-back" es produeix en l'any 23.

Pel que fa al VAN s'observa que al any 25 la instal·lació està amortitzada i queda un balanç positiu de 61.377,34 €.

El TIR ens indica que aquesta inversió és rentable amb el seu valor positiu de 0,51% .

CAPÍTOL 4: IMPACTE MEDIAMBIENTAL DEL NZEB

En aquesta última part del projecte, s'analitza l'impacte mediambiental que redueix el fet d'implantar un edifici nZEB.

Un dels factors més importants avui en dia en la construcció d'un nou edifici és l'impacte que té sobre el medi ambient. El principal factor de contaminació que tenen els edificis ve donat per l'alta demanda d'energia elèctrica i també per l'energia tèrmica.

En la majoria de processos de producció d'energia elèctrica s'alliberà CO_2 a l'atmosfera, per tant la demanda energètica anirà lligada a les emissions de CO_2. Aquestes emissions contribueixen a l'efecte hivernacle i estan provocant actualment l'anomenat canvi climàtic. Per això cal prendre consciencia de la importància que té l'assumpte, ja que s'estima que al voltant del 40% del consum d'energia elèctrica de la Unió Europea prové dels edificis.

És per això que es portarà a terme una comparativa entre un edifici com el de l'objecte d'estudi amb un edifici convencional, per veure com les diferents instal·lacions poden reduir aquestes emissions.

4.1. Marc europeu

El camp dels edificis nZEB encara està molt lluny de les seves possibilitats pel que fa a la seva implantació. Però des de fa uns anys la Unió Europea i ha reparat en la importància del problema que és la contaminació global i per aquesta raó s'han marcat diverses directives.

4.1.1. Directiva 2010/31/UE

Aquesta directiva va ser creada pel creixent problema que suposa l'actual alta demanda energètica en els edificis ja que al voltant del 40% del consum total d'energia en la Unió Europea prové dels edificis, que aquest sector es troba en fase d'expansió i que per tant, augmentarà el consum d'energia. És per això que es dóna importància a la reducció del consum d'energia i l'ús d'energia procedent de fonts renovables en aquest sector, i d'aquesta manera aconseguir reduir la dependència energètica de la UE i les emissions de gasos d'efecte hivernacle.

Al llarg de la directiva es recullen diversos articles on es determinen diferents consignes per tal de reduir aquest alt consum d'energia als edificis. A continuació es remarquen aquells de més importància:

Article 2

Es defineix el concepte d'edifici de consum d'energia quasi nul (nZEB).

Un edifici de consum d'energia quasi nul és un edifici amb un nivell d'eficiència energètica molt alt. La quantitat quasi nul·la o molt baixa d'energia requerida haurà d'estar coberta, en una ample mesura, per energia procedent de fonts renovables, inclosa l'energia procedent de fonts renovables produïda in situ o properes a partir de microxarxes o sistemes d'energia distribuïda.

Es defineix també el que es consideren reformes importants, així doncs es consideren reformes importants la renovació d'un edifici quan:

- Els costos totals de la renovació referents a l'envolupant de l'edifici o instal·lacions tècniques són superiors al 25% del valor de l'edifici.
- Renovar més del 25% de la superfície de l'envolupant de l'edifici.

Els estats membres poden escollir si apliquen la primera o la segona opció.

Article 3

S'implanta la metodologia de càlcul de l'eficiència energètica dels edificis, la qual hauran d'aplicar els estats membres.

Article 4

Es defineixen els requisits mínims d'eficiència energètica.

Que quan es procedeixi a la substitució o a la millora dels elements d'un edifici els quals integren l'envolupant d'aquest i repercuteixen de manera significativa en l'eficiència energètica, es fixin uns requisits mínims per a ells per poder aconseguir uns nivells òptims de rendibilitat.

I que aquests requisits que estableixin podran distingir entre edificis nous i existents i també entre les diferents categories.

Tots els requisits mínim d'eficiència energètica hauran de ser rendibles al llarg del cicle de vida útil estimada.

Article 8

Especifica que amb el fi d'optimitzar el consum d'energia en les instal·lacions tèrmiques de l'edifici, els estats membres fixaran uns requisits en relació amb l'eficiència de energètica general, la instal·lació correcta, el dimensionat, el control i ajust adequat.

També dicta que s'hauran d'imposar requisits per a les instal·lacions tècniques dels edificis que siguin noves, que substitueixin a les existents o les millorin.

Article 9

Aquest article és dels més importants i fa referència als edificis de consum d'energia quasi nul i dicta que:

a) **A partir del 31 de desembre del 2020, tots els edificis nous han de ser edificis de consum d'energia quasi nul**.

b) **Després del 31 de desembre del 2018, els edificis nous que estiguin ocupats i siguin propietat de les autoritats públiques han de ser edificis de consum d'energia quasi nul**.

Tots els Estats membres hauran d'elaborar plans nacionals destinats a augmentar el número d'aquest tipus d'edifici i que poden incloure objectius diferents d'acord amb la categoria de l'edifici.

A més a més, estipula que el sector públic haurà de ser un exemple i conseqüentment l'Estat haurà de formular polítiques i adoptar mesures per estimular la transformació d'edificis en edificis de consum d'energia quasi nul.

S'ha de fer referència també que en el punt 3 d'aquest article diu que els plans nacionals de cada estat haurà d'incloure:

- l'aplicació detallada en la pràctica per l'estat membre la definició d'edificis de consum d'energia quasi nul, que reflecteixi les seves condicions nacionals, regionals o locals i inclogui un indicador numèric d'ús d'energia primària expressat en kWh/m^2 a l'any. Aquests factors d'energia primària per a la determinació de l'ús d'energia primària es poden basar en valors mitjos anuals nacionals o regionals i tenint en compte les normes europees pertinents. Actualment Espanya encara no ha publicat cap pla com aquests.
- També haurà d'informar sobre les polítiques i mesures financeres o d'altre tipus adoptades per promoure edificis de consum d'energia quasi nul, i també ha d'incloure els detalls i les mesures nacionals sobre l'ús d'energia d'origen renovable en edificis nous i en edificis existents en els quals si realitzi-hi reformes importants (rehabilitació)

4.1.2 Directiva 2012/27/UE

La Directiva 2012/27/UE del consell de 25 d'Octubre del 2012 relativa a l'eficiència energètica, tracta els reptes vinents degut a l'augment de la dependència de les importacions d'energia, de l'escassetat de recursos energètics i de la necessitat de fer front al canvi climàtic.

Considera l'eficiència energètica un mitjà molt important per a superar aquests i per això estableix l'objectiu d'aconseguir pel estalviar un 20% en el consum d'energia.

La principal estratègia de la UE per reduir els consum és l'eficiència en el seu ús, sostenible i integrador. Estableix que els Estats membres hauran d'organitzar-se establint objectius nacionals dialogant amb la Comissió i indicant de quina manera pretendran els seus programes de reforma nacional.

En l'Article 1 es defineix l'objectiu i l'àmbit d'aplicació d'aquesta directiva. En el punt 1 s'explica que l'objectiu d'aquesta Directiva és establir un marc comú de mesures per al foment de l'eficiència energètica dins de la Unió Europea, per tal d'assegurar arribar a l'objectiu principal d'eficiència energètica de la UE d'un 20% d'estalvi per al 2020, i així també preparar el camí per a millores d'eficiència energètica més allà d'aquest any. En aquesta Directiva s'estableixen normes destinades a eliminar barreres en el mercat de l'energia i a superar deficiències del mercat que obstaculitzen l'eficiència en l'abastament i el consum d'energia. També es disposa l'establiment d'objectius nacionals orientatius d'eficiència energètica per al 2020.

En l'article 5 fa referència a l'article 7 de la Directiva 2010/31/UE, en que diu que cada estat membre s'assegurarà de que a partir del dia 1 de Gener del 2014, el 3% de la superfície total dels edificis amb calefacció i/o sistema de refrigeració que tingui en propietat i ocupi la seva administració central es renova cada any, de forma que compleixi com a mínim els requisits de rendiment energètic mínims que hagi fixat en l'aplicació de l'article 4 de la Directiva 2010/31/UE.

4.1.3. Directiva EPBD 2010

Estableix que un edifici Nearly Zero Energy Building és un edifici que té un comportament energètic molt eficient amb un consum energètic baix, incloent-hi calefacció, refrigeració, il·luminació i ACS, i que aquesta demanda reduïda d'energia s'ha de satisfer a base d'energies renovables, produïdes localment o a prop.

En l'Article 9 d'aquesta directiva, en el punt 3, estableix que els plans nacionals hauran d'incloure, entre d'altres coses, els següents elements:

- L'aplicació detallada a la pràctica per l'estat membre de la definició d'edificis de consum d'energia quasi nul, que reflecteixi les seves condicions nacionals, regionals o locals i que inclogui un indicador numèric d'ús de l'energia primària expressat en kWh/m^2·any.
- Uns objectius intermedis per a millorar l'eficiència energètica dels edificis nous al 2015 com a molt tard.
- Informació sobre les polítiques i mesures financeres o d'algun altre tipus, incloent-hi els detalls de les exigències i mesures nacionals sobre l'ús d'energia procedent de fonts renovables en edificis nous i en edificis existents en els que s'estan realitzant reformes importants.

4.1.4. Marc Nacional

Pel que fa al estat espanyol, els plans nacionals concernents a edificis d'energia quasi nul·la encara no han estat definits. Encara que des del Ministeri de Foment s'ha anunciat que aquest tipus d'edifici serà similar a un de qualificació energètica A. Actualment s'estan postulant quins seran els paràmetres que definiran els edificis nZEB ralentint l'aplicació de les directives europees ja aprovades fa anys.

D'igual manera està previs ampliar el "*Código Técnico de Edificiación"* en una tercera revisió, per tal d'incloure el concepte d'edifici de consum quasi nul. Aquesta revisió es preveu aprovar en 2018 i definir totalment en 2019.

4. 2. Anàlisi energètic i mediambiental del nZEB

A continuació s'examinarà com afecten les instal·lacions proposades pel nZEB i com repercutiran en els consums energètics i en l'impacte mediambiental.

4.2.1. Sistema de classificació d'energia neta zero.

Ja que no tots els edificis d'energia neta zero arriben ser-ho de la mateixa forma, El NREL (National Renewable Energy Laboratory) va crear, un sistema de classificació per aquests edificis titulat "Net-Zero Energy Buildings: A Classification System Based on Renewable Energy Supply Options"

Aquest sistema de classificació, funciona a base de lletres de la A a la D, semblant a la classificació d'eficiència energètica dels edificis actuals, i prioritza l'aplicació d'energies renovables per donar més valor en l'alta prioritat de les aplicacions d'energia renovable.

Classificació A

Edifici de molt baixa demanda d'energia amb una suficient generació d'energia renovable provinent de fonts situades dins de l'empremta de l'edifici.

Classificació B.

Edifici de molt baixa demanda d'energia amb una suficient generació d'energia provinent de fonts situades dins del projecte, dins d'un límit.

Classificació C

Edifici de molt baixa demanda d'energia utilitza fonts d'energia renovable muntades dins de l'edifici i des de fora.

Classificació D

Edifici de molt baixa demanda d'energia que utilitza fonts d'energia renovable muntades en el propi edifici i en el lloc, però compra i ven fora del lloc.

4.2.2. Impacte de la instal·lació d'energia geotèrmica al sistema

En el següent apartat es veurà quines reduccions aporta l'energia geotèrmica al consum elèctric del sistema i conseqüentment de quina manera redueix l'impacte mediambiental a l'atmosfera.

Per veure els beneficis que aporta la climatització l'energia geotèrmica es compara amb un sistema de climatització mitjançant bombes de calor convencionals connectades a "*fan-coils*":

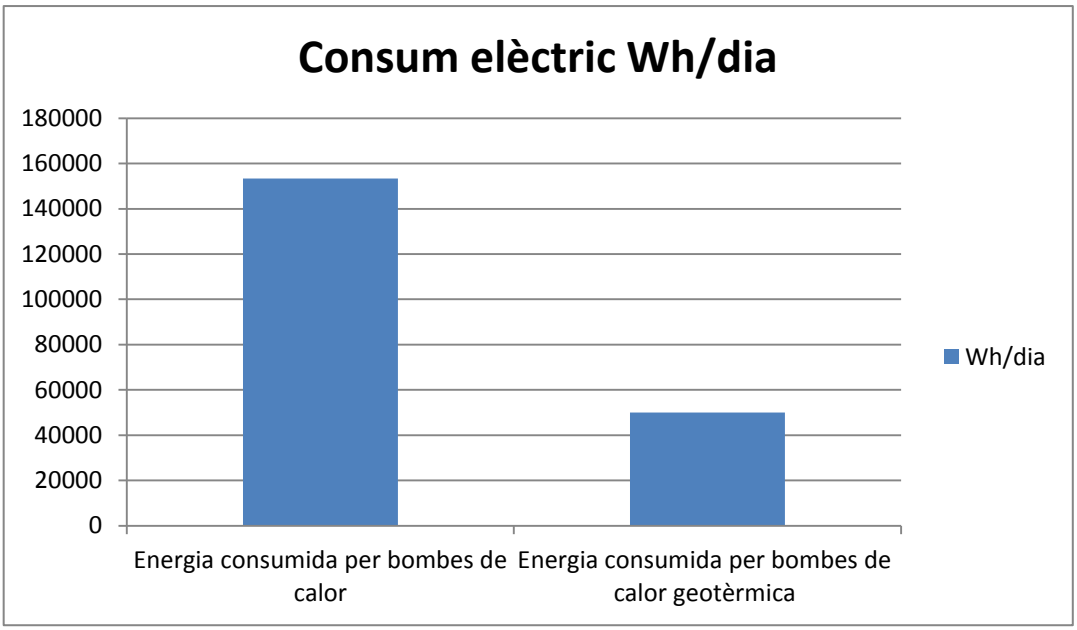


Figura 31. *Comparativa entre consum elèctric d'una bomba de calor geotèrmica i una bomba de calor*

Es pot veure a la figura 24 com la utilització de l'energia geotèrmica redueix el consum elèctric en 103.400 Wh/ dia, és a dir que redueix una tercera part el consum elèctric per climatització.

Conseqüentment comptant que el consum energètic repercuteix directament en les emissions de CO_2 , aquestes es reduiran de igual manera.

Per veure quina quantitat d'emissió de gas CO_2 a l'atmosfera s'evita amb la bomba de calor geotèrmica, es considera segons l'Agència Catalana del Canvi Climàtic el mix de producció bruta en 2015 en 302 gCO_2/kWh generat. Per tant es donaran els següents resultats, com es mostra a la figura 25.

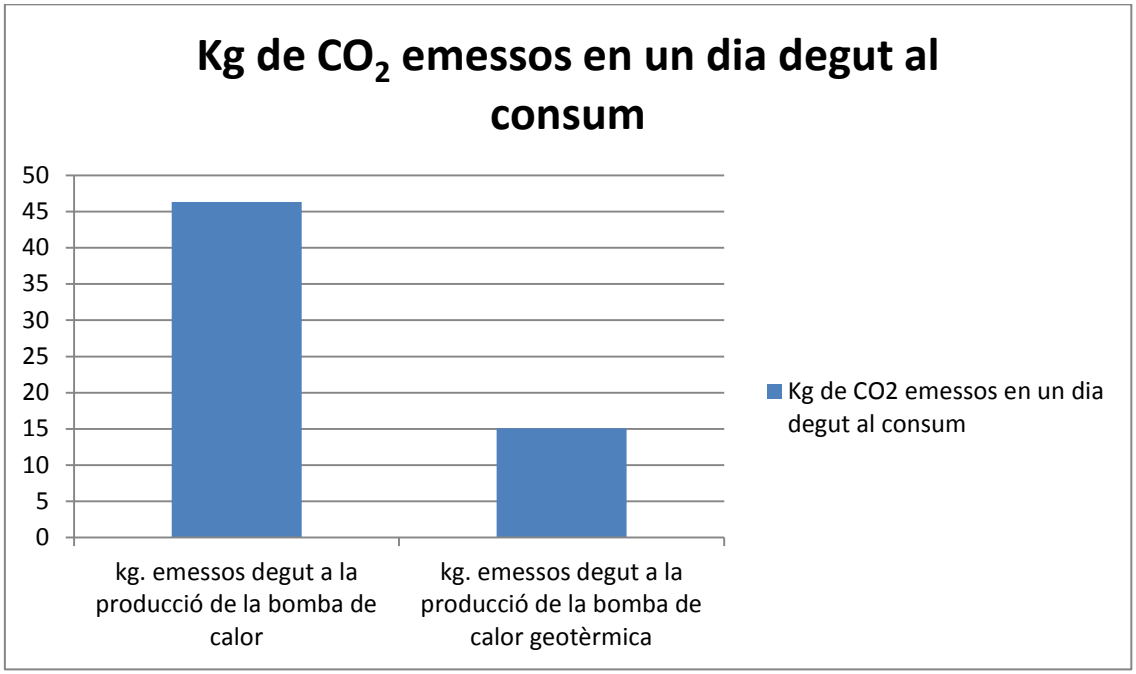


Figura 32. *Comparativa entre l'emissió de CO_2 produït per una bomba de calor geotèrmica i una bomba de calor*

4.2.3. Impacte de la instal·lació d'energia fotovoltaica al sistema

Un cop s'ha vist com l'energia geotèrmica redueix notablement el consum del sistema i conseqüentment, es passa a veure com afecta en termes de emissions la instal·lació d'energia fotovoltaica.

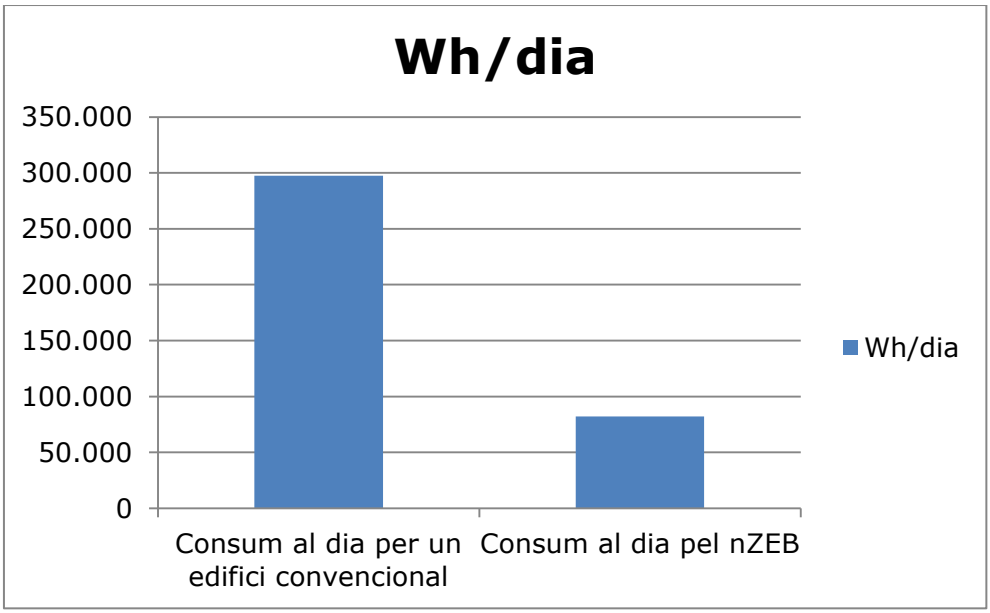


Figura 33*. Comparativa entre consum elèctric d'un edifici convencional i un nZEB*

L'energia fotovoltaica és una energia neta que no genera cap tipus d'emissió a l'atmosfera. Això vol dir que gràcies a la instal·lació fotovoltaica dimensionada, no es tindran consums d'electricitat externs, ja que el subministrament pels habitatges i pel grup de bombes de calor estaran garantits per la instal·lació fotovoltaica, segons es mostra a la figura 27 on les emissions de CO_2 son pràcticament despreciables (únicament caldria comptabilitzar les produïdes en la producció de plaques fotovoltaiques, en l'electrònica de regulació i altres externalitats de les instal·lacions).

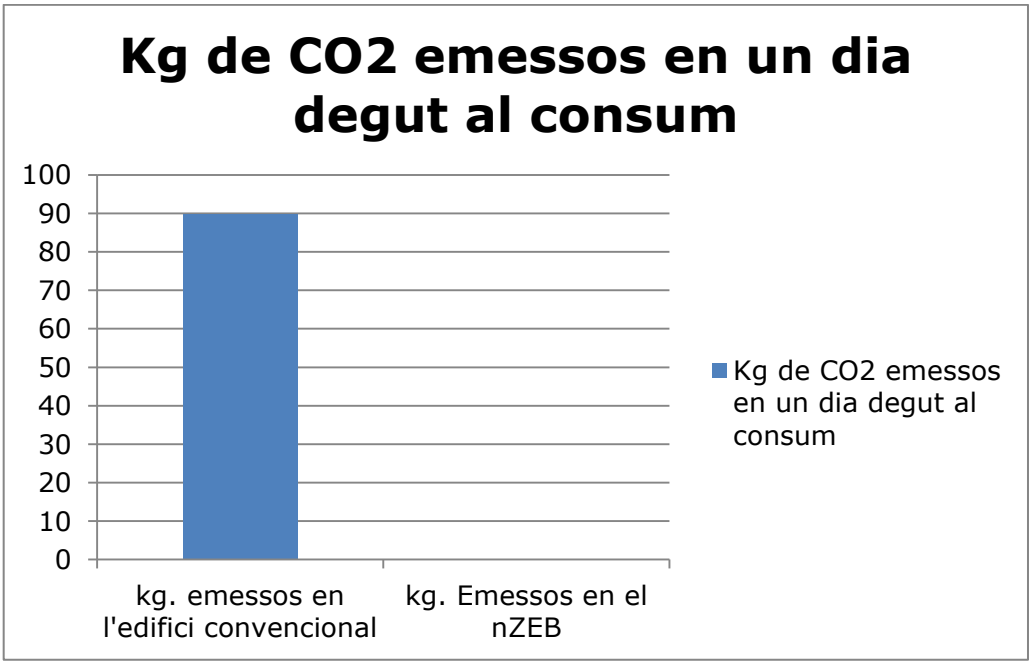


Figura 34. *Comparativa entre l'emissió de CO_2 produït per una bomba de calor geotèrmica i una bomba de calor*

D'aquesta manera es podrà determinar que el nZEB objecte d'estudi es un edifici d'energia neta zero ja que tindria unes emissions directes de 0 gr. de CO_2 a l'atmosfera.

CAPÍTOL 5: CONCLUSIONS

Un cop establerts els diferents estudis de viabilitat del nZEB objecte d'estudi es procedeix a extreure'n les conclusions pertinents.

Pel que fa a la viabilitat tècnica, s'han determinat tant el dimensionament de l'edifici com així el de les seves instal·lacions. Un cop determinat l'edifici s'ha procedit a calcular el consum del mateix que s'ha estimat en 29.996 kW/any. S'ha dimensionat una instal·lació d'energia geotèrmica per tal de reduir la demanda d'energia per climatització i producció d'aigua calent sanitària. Per acabar de dimensionar el sistema d'aigua calent sanitària s'ha disposat una caldera de biomassa que funciona amb pèl·lets amb uns consums de 485W. Seguidament s'ha disposat el sistema d'energia fotovoltaica per l'autoproducció d'energia elèctrica. Aquest s'ha ubicat a la mateixa coberta de l'edifici (1225 m^2), aprofitant l'ampli espai disponible. A més a més s'ha dimensionat un sistema d'acumulació d'energia elèctrica amb 3 dies d'autonomia pels dies nuvolats o amb deficiències al sistema que suposa l'emmagatzemament amb 7 bateries de 48 V i 2317 Ah .

A la part de viabilitat econòmica s'ha estudiat l'actual mercat de l'energia a l'estat espanyol. Aquest té grans fluctuacions en els últims anys, per tant s'ha decidit disposar dos escenaris en els quals es pugui desenvolupar ja que la determinació de valors exactes o fins i tot aproximats dels preus d'energia vinents són en l'actualitat un complert desconeixement. La primera de les hipòtesis on el preu del mercat es considera constant, ha resultat ser no rentable. Mentre que la segona hipòtesi on es sospesa un increment gradual del preu de l'energia del

10%, cada 5 anys, al llarg dels pròxims anys ha resultat ser rentable. De totes manera considerant que la vida útil de la gran part de la instal·lació geotèrmica és d'almenys 50 anys i suposant que la instal·lació fotovoltaica, amb un bon manteniment, podria allargar la seva vida útil fins als 35-40 anys, la inversió total s'acabaria amortitzant, produint uns guanys considerables a partir de l'any 27 per a la hipòtesi 1 i 23 per la hipòtesi 2. A més a més s'ha de mencionar que el preu dels elements de les instal·lacions d'energia fotovoltaica està disminuint a gran velocitat (FieldFare Renewables l'ha ofert a 58,98 dòlars per MWh) alhora que la tecnologia fotovoltaica millora en rendiment, i per tant cada cop seran més rentables aquest tipus d'instal·lacions.

Per últim s'ha fet incís en la situació actual mediambiental, repassant les normatives europees relacionades amb l'alt consum energètic i conseqüentment mediambiental dels edificis en Europa. Seguidament s'ha avaluat com redueixen el consum energètic i conseqüentment l'impacte mediambiental les instal·lacions proposades pel nZEB. Per acabar s'ha comparat un edifici amb instal·lacions d'energies no renovables amb el nZEB d'estudi. S'ha vist que la instal·lació de geotèrmia redueix fins a una tercera part el consum energètic, mentre que l'energia fotovoltaica que abasteix l'edifici d'energia elèctrica fent que les emissions de CO_2 al medi ambient siguin nul·les.

Un cop realitzat l'estudi de viabilitat del nZEB es determina que en els pròxims anys la implantació d'aquests tipus d'edificis creixerà gradualment. Encara que els costos d'aquestes encara són elevats i les amortitzacions es produeixen al llarg de molts anys, la situació mediambiental actual s'està tornant insostenible i sembla que la societat n'està prenent consciencia. És per això que s'estan

articulant decisions de cara al futur per implantar aquest tipus d'edificis, es preveu per tant, que un cop estiguin regulats i comencin a construir-se apareixerà un gran mercat i farà que la implantació creixi ràpidament.

A la vista dels objectius inicials s'ha comprovat que el present nZEB compleix amb tots els criteris establerts.

CAPÍTOL 6: PRESSUPOST

PRESSUPOST PARCIAL Nº 1 ACONDICIONAMENT DEL TERRENY

Nº	U	DESCRIPCIÓ	QUANTITAT	PREU	TOTAL
1.1	**Ud**	Desplaçament, muntatge, desmuntatge i retirada de l'obra d'equip complet per a la perforació.	1,00	1.100,00	**1.100,**
1.2	**m³**	Formació de farciment envolupant dels instal·lacions en rases, amb sorra de 0 a 5 mm de diàmetre i compactació en tongades successives de 20 cm d'espessor màxim.	25,00	30,00	**750,00**
1.3	**m³**	Formació de farciment envolupant de les instal·lacions en rases, amb terra seleccionada procedent de la pròpia excavació i compactació en tongades successives de 20 cm d'espessor màxim.	120,00	7,50	**900,00**

TOTAL PRESSUPOST PARCIAL Nº 1 ACONDICIONAMENT DEL TERRENY: 2.750,00

PRESSUPOST PARCIAL Nº 2 ESTRUCTURES

Nº	U	DESCRIPCIÓ	QUANTITAT	PREU	TOTAL
2.1	**m²**	Forjat sanitari de formigó armat, cant 30 = 25+5 cm, realitzat amb formigó HA-25/B/20/IIa fabricat en central.	1.300,00	120,00	**156.000,00**
2.2	**m²**	Formació d'estructura de formigó armat, realitzada amb formigó HA-25/B/20/IIa.	2.500,00	90,00	**225.000,00**
TOTAL PRESSUPOST PARCIAL Nº 2 ESTRUCTURES:					**381.000,00**

PRESSUPOST PARCIAL Nº 3 FAÇANES I PARTICIONS

Nº	U	DESCRIPCIÓ	QUANTITAT	PREU	TOTAL
3.1	**m²**	Formació d'estructura de formigó armat, realitzada amb formigó HA-25/B/20/IIa fabricat en central, i abocament amb cubilot.	850,00	50,00	**42.500,00**
3.2	**m²**	Execució de fulla interior de tancament de façana ventilada de 14 cm d'espessor, de fàbrica de maó ceràmic perforat, per revestir, 29x14x5 cm.	802,50	450,00	**361.125,00**
3.3	**m²**	Formació de fulla de partició interior de 7 cm d'espessor de fàbrica, de maó ceràmic buit.	3.275,00	25,00	**81.875,00**
TOTAL PRESSUPOST PARCIAL Nº 3 FAÇANES I PARTICIONS:					**485.500,00**

PRESSUPOST PARCIAL Nº 4 INSTAL·LACIONS

Nº	U	DESCRIPCIÓ	QUANTITAT	PREU	TOTAL
4.1	**U**	Subministrament i instal·lació de regulació i control centralitzat, format per: controlador de fancoil (FCC); sonda de temperatura per a impulsió per a aire primari; termòstat d'ambient (RU) multifuncional. Totalment muntat, connexionat i engegat per l'empresa instal·ladora per a la comprovació del seu correcte funcionament.	8,00	321,50	**2.572,00**

PRESSUPOST PARCIAL Nº 4 INSTAL·LACIONS

Nº	U	DESCRIPCIÓ	QUANTITAT	PREU	TOTAL
4.2	**U**	Subministrament i instal·lació de fancoil horitzontal, model RFP 430 "YORK", sistema de dos tubs, potència frigorífica total nominal de 8,82kW	8,00	1.337,39	**10.699,12**
4.3	**m²**	Formació de conducte rectangular per a la distribució d'aire climatitzat format per panell rígid d'alta densitat de llana mineral natural (LMN), Climacoustic "KNAUF INSULATION".	853,21	37,09	**31.645,56**
4.4	**U**	Subministrament i muntatge de difusor circular d'alumini, ADLR-C/1/D0/0/0/I6-C-0 "TROX".	107,00	63,67	**6.812,69**
4.5	**U**	Subministrament i muntatge de reixeta de tornada d'alumini, de 200x100 mm, RSDV020010AK "AIRZONE"	32,00	20,49	**655,68**
4.6	**U**	Subministrament i muntatge de reixeta de tornada d'alumini, de 350x100 mm, model RSDV035010AK "AIRZONE".	6,00	24,54	**147,24**
4.7	**U**	Subministrament i muntatge de reixeta de tornada d'alumini extruït, de 200x150 mm, model RSDV020015AK "AIRZONE".	6,00	22,59	**135,54**
4.8	**U**	Subministrament i muntatge de reixeta de tornada d'alumini extruït, de 200x150 mm, model RSDV020015AK "AIRZONE"	2,00	103,81	**207,62**
4.9	**m**	Subministrament i instal·lació de canonada de distribució d'aigua freda i calenta de climatització formada per tub de polietilè reticulat (PE-X) de 32 mm de diàmetre exterior i 2,9 mm d'espessor.	447,89	25,40	**11.376,41**
4.10	**m**	Subministrament i instal·lació de canonada de distribució d'aigua freda i calenta de climatització formada per tub de polietilè reticulat (PE-X) amb barrera d'oxigen (EVOH), de 40 mm de diàmetre exterior i 3,7 mm d'espessor.	1,44	34,79	**50,10**
4.11	**m**	Subministrament i instal·lació de canonada de distribució d'aigua freda i calenta de climatització formada per tub de polietilè reticulat (PE-X) amb barrera d'oxigen (EVOH), de 50 mm de diàmetre exterior i 4,6 mm d'espessor.	14,28	45,30	**646,88**
4.12	**U**	Subministrament i instal·lació de punt de buidatge de xarxa de distribució d'aigua, per a sistema de climatització, format per 2 m de tub de polietilè reticulat (PE-X), amb barrera d'oxigen (EVOH), de 25 mm de diàmetre exterior i 2,3 mm d'espessor.	4,00	27,93	**111,72**

PRESSUPOST PARCIAL Nº 4 INSTAL·LACIONS

Nº	U	DESCRIPCIÓ	QUANTITAT	PREU	TOTAL
4.13	**U**	Subministrament i instal·lació de electrobomba centrífuga, de ferro colat, de tres velocitats, amb una potència de 0,071 kW.			
			2,00	422,08	**844,16**
4.15	**U**	Subministrament i instal·lació de purgador automàtic d'aire amb boia i rosca d'1/2" de diàmetre.	2,00	12,90	**25,80**
4.16	**U**	Subministrament de sonda geotèrmica per a instal·lació vertical, de 150 m de longitud i 96 mm de diàmetre, formada per un tub de polietilè d'alta densitat (PE 100) de 32 mm de diàmetre i 2,9 mm d'espessor.	12,00	3.123,25	**37.479,00**
4.17	**m**	Subministrament i instal·lació de col·lector modular de plàstic reforçat amb fibra de vidre, de 40 mm de diàmetre interior, amb connexions principals d'1 1/4" de diàmetre, per 6 circuits.	2,00	618,60	**1.237,20**
4.18	**m**	Subministrament i instal·lació de canonada per a circuit de connexió de bomba de calor amb col·lector, enterrada, formada per tub de polietilè d'alta densitat (PE 100), de 110 mm de diàmetre exterior.			
			677,70	111,50	**75.563,55**
4.19	**Ud**	Subministrament de solució anticongelant aigua-monoetilenglicol, concentració d'anticongelant puro del 25%.			
			4,99	4,20	**20,96**
4.18	**Ud**	Subministrament i instal·lació d'unitat aigua-aigua bomba de calor reversible, geotèrmica, per a instal·lació en interior, potència calorífica nominal 36,34 kW	2,00	8.818,26	**17.636,52**
4.21	**Ud**	Subministrament i instal·lació, de acumulador de ACS de la casa "Buderus", model Logalux SU, amb una capacitat de 750 L			
			1,00	2.566,8	**2.566,80**
4.22	**Ud**	Subministrament i instal·lació de caldera de pèl·lets, model "BCclass 43" de la casa "DOMUSA" amb una potència útil de 42,7kW.			
			1,00	3980,78	**3.980,78**
4.23	**Ud**	Subministrament i instal·lació de mòduls fotovoltaics de 24V, model "A-300P" de la casa "ATERSA" amb una potència útil de 300W.			
			246,00	289,45	**71.205,93**
4.24	**Ud**	Subministrament i instal·lació Estructura Panells solars marca ATERSA de 2 unitats			
			123,00	151,45	**18.628,97**

PRESSUPOST PARCIAL Nº 4 INSTAL·LACIONS

Nº	U	DESCRIPCIÓ	QUANTITAT	PREU	TOTAL
4.25	**Ud**	Subministrament i instal·lació de Bateries OPzS 3100 de 2V, amb una capacitat de nominal de 10h de 2317Ah	168,00	781,94	**131.366,34**
4.26	**Ud**	Subministrament i instal·lació Regulador de càrrega, marca "ATERSA" model LEO 20 Mestre de 50A 48V, amb display, pantalla LCD i sistema d'alarmes. Incorpora proteccions contra sobretensions i sobreintensitats.	4,00	422,52	**1.267,56**
4.26	**Ud**	Subministrament i instal·lació Regulador de càrrega, marca "ATERSA" model LEO 20 Esclau de 50A 48V, sense display ni teclat. Incorpora proteccions contra sobretensions i sobreintensitats.	24,00	376,68	**9.417,06**
4.27	**Ud**	Subministrament i instal·lació d'inversor solar de 48/230 V de 10kW, model "Quattro" de la casa "VICTRON ENERGY" amb capacitat de sortida monofàsica o trifàsica	3,00	3.629,74	**10.889,24**
4.28	**Ud**	Subministrament i instal·lació de fusible i portafusible NH gG 63A i 500V.	18,00	28,91	**520,40**
4.28	**Ud**	Subministrament i instal·lació de fusible i portafusible NH2gG 500A i 500V. B) Inclou: Replanteig de la unitat. Connexió, muntament de les unitats.	7,00	50,42	**352,99**
4.28	**Ud**	Subministrament i instal·lació de fusible i portafusible NH2gG 800A i 500V. B) Inclou: Replanteig de la unitat. Connexió, muntament de les unitats.	11,00	75,14	**826,55**
4.29	**Ud**	Subministrament i instal·lació de cable de coure flexible RV-K de 0,6kV amb aïllament XLPE i secció 6mm2	500,00	1,19	**598,00**
4.30	**Ud**	Subministrament i instal·lació de cable de coure flexible RZ-K de 0,6kV amb aïllament XLPE i secció 25mm2	34,50	4,08	**140,85**
4.31	**Ud**	Subministrament i instal·lació de cable de coure flexible RZ-K de 0,6kV amb aïllament XLPE i secció 50mm2	625,00	7,59	**4.743,75**
4.32	**Ud**	Subministrament i instal·lació de cable de coure flexible RZ-K de 0,6kV amb aïllament XLPE i secció 95mm2	50,00	15,11	**755,55**

PRESSUPOST PARCIAL Nº 4 INSTAL·LACIONS

Nº	U	DESCRIPCIÓ	QUANTITAT	PREU	TOTAL
4.32	**Ud**	Subministrament i instal·lació de cable de coure flexible RZ-K de 0,6kV amb aïllament XLPE i secció 3x25mm2	15,00	103,66	**1.554,92**
4.33	**Ud**	Instal·lació exterior de posada a terra de protecció de l'edifici de transformació, degudament muntada i connexió, emplenant conductor de coure nu.	1,00	2.100	**2.100**
4.34	**Ud**	Armari metàl·lic auto suportat 2000x800x800 IP55 de la marca LEGRAND	3,00	1.300	**3.900**
TOTAL PRESSUPOST PARCIAL Nº 4 INSTAL·LACIONS:					**462.683,43**

PRESSUPOST PARCIAL Nº 5 AÏLLAMENTS I IMPERMEABILITZACIONS

Nº	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
5.1	**m²**	Subministrament i col·locació d'aïllament per l'exterior de façana ventilada format per panell rígid de llana mineral.	975,00	15,00	**14.625,00**
5.2	**m²**	Subministrament i col·locació d'aïllament entre els muntants de l'estructura portante del trasdosado autoportante de plaques (no inclòs en aquest preu), format per panell de llana de vidre	3.000,00	7,00	**21.000,00**
5.3	**m²**	Subministrament i col·locació d'aïllament en particions interiors de fulla de fàbrica, format per panell rígid de llana mineral.	1.600,00	6,50	**10.400,00**
5.4	**m²**	Subministrament i col·locació d'aïllament acústic sobre fals sostre de plaques, format per panell semirrígid de llana mineral.	2.200,00	8,00	**17.600,00**
TOTAL PRESSUPOST PARCIAL Nº 5 AÏLLAMENTS I IMPERMEABILITZACIONS:					**63.625,00**

PRESSUPOST PARCIAL Nº 6 COBERTES

Nº	U	DESCRIPCIÓ	QUANTITAT	PREU	TOTAL
6.1	**m²**	Formació de coberta plana transitable, ventilada, tipus convencional, per a tràfic per als vianants privat, composta dels següents elements: solera de tauler ceràmic buit encadellat de 80x25x3,5 cm amb una capa de regularització de morter de ciment, industrial, M-5, de 3 cm d'espessor.	1.250,00	115,00	**143.750.00**

PRESSUPOST PARCIAL Nº 6 COBERTES

Nº	U	DESCRIPCIÓ	QUANTITAT	PREU	TOTAL
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL Nº 6 CUBIERTAS:					**143.750,00**

PRESSUPOST PARCIAL Nº 7 REVESTIMENTS I TRASDOSATS

Nº	U	DESCRIPCIÓ	QUANTITAT	PREU	TOTAL
7.1	**m²**	Subministrament i col·locació d'enrajolat amb taulell llis.	1.150,00	35,00	**40.250,00**
7.2	**m²**	Formació de capa de pintura plàstica amb textura llisa, color blanc, acabat mat, sobre paraments horitzontals i verticals interiors de guix o escaiola.	4.350,00	15,00	**62.250,00**
7.3	**m²**	Subministrament i muntatge de trasdosat autoportant lliure, W 625 "KNAUF", de 63 mm d'espessor total, compost per placa de guix laminat tipus Standard (A) de 15 mm d'espessor,	3.230,00	25,00	**80.750,00**
7.4	**m²**	Formació de base per a paviment de graveta de de 5 a 10 mm de diàmetre, en capa de 2 cm d'espessor,	1.750,00	2,50	**4.375,00**
7.5	**m²**	Subministrament i col·locació de sòl tècnic continu format per plaques de guix amb fibra, de 1200x600 mm i 25 mm d'espessor,	435,00	79,00	**34.365,00**
7.6	**m²**	Subministrament i execució de paviment mitjançant el mètode de col·locació en capa fina, de rajoles ceràmiques de gres esmaltat.	350,00	28,00	**9.800,00**
7.7	**m²**	Subministrament i col·locació de paviment laminat, de Classe 21: Domèstic moderat, amb resistència a l'abrasió AC1.	1.800,00	17,50	**31.500,00**
TOTAL PRESSUPOST PARCIAL Nº 7 REVESTIMENTS I TRASDOSSATS:					**266.290,00**

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ DE MATERIAL

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ DE MATERIAL

Nº	CAPÍTOL	IMPORT (€)
1	ACONDICIONAMIENT DEL TERRENY	**2.750,00**
2	ESTRUCTURES	**381.000,00**
3	FAÇANES Y PARTICIONS	**485.500,00**
4	INSTAL·LACIONS	**462.683,43**
5	AÏLLAMENTS I IMPERMEABILITZACIONS	**63.625,00**
6	COBERTES	**143.750,00**
7	REVESTIMENTS Y TRASDOSSATS	**266.290,00**
Pressupost de execució material		**1.805.598,43**

El pressupost d'execució material s'eleva fins l'expressada quantitat de UN MILIÓ VUIT-CENTS CINC MIL CINC-CENTS NORANTA-VUIT EUROS AMB QUARANTA TRES CÈNTIMS