

PROJECTE CASA EFICIENT A VILASSAR DE MAR

**AMB UN NOU SISTEMA CONSTRUCTIU
INDUSTRIALITZAT**

Joan Bosch Dalmau

Institut Vilatzara

Curs 2012/2013

Tutor: Jesús Arbués

“No és més ric qui més té sinó qui menys necessita”

Agustí de Hipona

ÍNDEX

1. Introducció	1
2. Construcció industrialitzada	3
2.1 Construcció amb formigó	3
2.2 Construcció modular	5
2.3 Construcció amb fusta	7
2.4 Construcció lleugera	8
2.4.1 Estructura lleugera d'acer galvanitzat	8
2.4.2 Panell sandvitx	12
3. Estudi comparatiu dels diferents sistemes	25
3.1 Consideracions prèvies	25
3.2 Propietats mecàniques	25
3.3 Aïllaments	28
3.3.1 Tèrmic	28
3.3.2 Acústic	28
3.3.3 Assaig experimental de diferents tipus de materials aïllant	30
3.3.3.1 Assaig tèrmic	30
3.3.3.2 Assaig acústic	35
3.4 Rapidesa i muntatge	39
3.5 Qualitat final	39
4. Elecció del millor sistema constructiu	40
5. Estalvi energètic	41
5.1 Consideracions prèvies	41
5.1.1 El confort	41
5.1.2 Construcció bioclimàtica i sostenible	41
5.1.3 Clima i localització	42
5.1.4 Forma i orientació	42

5.1.5 Obstacles.....	43
5.2 Mitjans passius per estalviar energia.....	44
5.2.1 Estiu.....	44
5.2.1.1 Proteccions contra la radiació solar.....	44
5.2.1.2 Ventilació.....	45
5.2.2 Hivern.....	46
5.2.2.1 Captació solar.....	46
5.2.2.2 Aïllament i ventilació.....	47
5.3 Mitjans actius per estalviar energia.....	47
5.3.1 Il·luminació.....	47
5.3.2 Refrigeració.....	48
5.3.3 Calefacció.....	49
5.3.4 Intercanviador / recuperador entàlpic.....	50
5.3.5 Eficiència energètica en els electrodomèstics.....	51
5.3.6 Comunicacions.....	51
5.3.7 Aprofitament racional de l'aigua.....	52
5.3.7.1 Dispositius per disminuir l'ús d'aigua.....	52
5.3.7.2 Recuperació de les aigües pluvials.....	53
5.4 Energies renovables recomanables per un habitatge.....	53
5.4.1 Energia solar.....	54
5.4.1.1 Llum solar.....	54
5.4.1.2 Energia solar fotovoltaica.....	55
5.4.1.3 Energia solar tèrmica.....	58
5.4.2 La biomassa.....	62
6. Projecte casa eficient a Vilassar de Mar.....	65
6.1 Objectius del projecte.....	65
6.2 Municipi i emplaçament.....	65

6.3 Antecedents.....	65
6.3.1 Condicions de l'emplaçament i entorn físic.....	65
6.3.2 Normativa urbanística aplicable	66
6.4 Descripció del projecte.....	68
6.4.1 Descripció general.....	68
6.4.2 Justificació del compliment de la normativa urbanística.....	68
6.4.3 Descripció del programa funcional, usos i relació de superfícies.....	69
6.5 Descripció i requisits dels sistemes que componen l'edifici.....	69
6.5.1 Geobiologia i microclima intern de Vilassar de Mar.....	69
6.5.2 Treballs previs.....	70
6.5.3 Sustentació.....	70
6.5.4 Envolvent, compartició i acabats.....	70
6.5.5 Bioclimatisme present.....	71
6.5.6 Compliment del CTE (Condicions tèrmiques als edificis)....	72
6.5.7 Objectiu de la instal·lació.....	75
6.5.8 Estimació de les necessitats energètiques o tèrmiques.....	76
6.5.8.1 Instal·lació solar fotovoltaica.....	76
6.5.8.2 Instal·lació solar tèrmica.....	81
6.5.8.3 Instal·lació de biomassa.....	81
6.5.8.4 Instal·lació d'aprofitament de les aigües pluvials...	82
6.6 Pressupost i amortització.....	83
7. Conclusions.....	85
8. Agraïments.....	86
9. Bibliografia	87

1. INTRODUCCIÓ

Les emissions globals de GHG (gasos d'efecte hivernacle) han crescut en els últims anys un 70 %. En especial, el CO₂ és en gran part, el responsable del canvi climàtic que estem patint. Molts sectors estan començant a treballar per intentar reduir la emissió d'aquests gasos, per exemple la introducció dels cotxes híbrids al mercat. És lògic que cal estudiar maneres de disminuir les emissions d'aquest gas.

La principal creació del CO₂, s'obté de la crema de combustibles fòssils per crear energia destinada a escalfar, refredar o simplement fer funcionar els nostres edificis.

El sector de l'edificació, és amb un 40 % el sector més consumidor d'energia. Utilitza un 60 % d'aquest per dur a terme la climatització. També, amb un 36 % és el sector que més gasos CO₂ emet. És per això que és el sector amb més potencial per dur a terme un estalvi energètic rentable. Tal com diu la directiva sobre el rendiment energètic dels edificis, a partir de l'any 2021, els edificis nous hauran de tenir una demanda energètica de "gairebé zero".

Per aconseguir tot això, només s'aconsegueix reduint la quantitat de diòxid de carboni que produïm i alhora fent els nostres edificis més eficients energèticament.

L'aïllament tèrmic, és la manera més fàcil i rentable de començar el procés. No necessitar gastar energia és la forma més senzilla de contribuir indirectament a reduir les emissions de CO₂. La utilització d'energies alternatives i renovables a l'habitable, també és important per reduir les emissions de les energies que s'aconsegueixen cremant productes fòssils.

A banda de tot això, el món també és cada cop més exigent amb la indústria de la construcció. Volem que els nostres edificis siguin eficients energèticament i alhora atractius físicament. També volem que es construeixin ràpidament, a temps i dins del pressupost, però sense perdre la qualitat.

És per això que he decidit de fer aquest treball, ja que penso que s'ha de buscar una solució urgentment per tractar aquests fenòmens.

L'estructura del treball serà la següent:

En primer lloc explicaré els diferents sistemes constructius industrialitzats. S'haurà de buscar quin mètode satisfà millor les necessitats exigides per la població com ara la rapidesa d'execució de l'obra, l'aparença física, l'estalvi energètic gràcies a l'aïllament tèrmic per contribuir a l'estalvi energètic, a una demanda inferior d'energia, etc.

En aquesta primera part, també faré proves amb diferents aïllaments per comprovar algunes característiques de materials per ajudar a la millor tria.

Un cop triat el sistema constructiu que millor s'adapti a la construcció d'un habitatge, explicaré maneres d'estalviar energia, de manera passiva i activa i tant a l'estiu com a l'hivern. Tot seguit, explicaré les energies renovables més recomanables i que millor s'adaptin a un habitatge. Aquests sistemes són necessaris per no tenir tanta dependència dels combustibles fòssils, ja que produeixen molta contaminació.

Per darrer lloc, posaré a la pràctica tot l'explicat per dissenyar i alhora simular un habitatge per una família estàndard de 4 persones, fent-la el màxim eficient energèticament i introduint-li les energies renovables.

2. CONSTRUCCIÓ INDUSTRIALITZADA

La construcció industrialitzada és un mètode de construcció que ha sigut revolucionari respecte els mètodes tradicionals com l'obra ceràmica.

El seu objectiu consisteix en convertir la construcció d'un habitatge en una producció industrial, passant la gran part de la feina en una fàbrica. Aquest fet dona avantatges a la qualitat final dels materials, acabats i a més millora els preus i el termini de l'obra. D'aquesta manera s'intenta reduir les feines manuals i de necessitat de mà d'obra per un procés en sèrie.

Això repercuteix en un augment de la productivitat, una especialització de la mà d'obra, una reducció dels accidents laborals a les obres, un augment de la q

ualitat degut al control acurat de la producció i sobretot una reducció de la durada de l'obra. S'evitarà, un cop començada l'obra, haver de fer modificacions ja que tot està prèviament definit en un projecte.

2.1 CONSTRUCCIÓ AMB FORMIGÓ

Aquest sistema constructiu es basa en la substitució de les parets d'obra i l'estructura dels pilars i forjats per panels de formigó armat amb capacitat portant. Dins d'aquest sistema existeixen varies possibilitats per portar-lo a terme: els panells es poden col·locar un cop el formigó ja estigui endurit o bé realitzar un encofrat *in situ* amb formigó auto compacte.



Construcció amb formigó. Font: merle.es

Per la primera opció, és a dir, quan el formigó ja està dur, és necessària la utilització d'una o dues grues (depenent de les dimensions de l'obra) perquè col·loquin els panells al seu lloc. Els panells s'uneixen entre ells i al forjat mitjançant peces metàl·liques o esperes electrosoldades. Per poder realitzar una construcció d'una obra mitjançant aquest mètode cal tenir una planta de prefabricat que pugui subministrar els panells de forma adequada i sense que el transport sigui un augment de cost considerable o bé, tenir espai suficient per poder realitzar les tasques d'encofrat, enduriment i desencofrat sense ralenti el ritme de la producció.

En l'altra possibilitat, s'obté el mateix resultat però el procediment és diferent. Es realitza un encofrat del panell adient i s'introdueix el formigó a dins. S'organitza la jornada de manera que durant el dia es fan els encofrats dels panells necessaris i a última hora s'afegeix el formigó perquè perduri endurint-se durant la nit. Al ser un formigó ràpid, el dia següent ja es pot desencofrar els panells i realitzar un altre cop la mateixa operació per altres parets.

La repetibilitat dels panells, tan si són fets en planta com si estan fets *in situ*, juga a favor de l'obra. S'estalvia temps perquè no cal donar forma cada cop als encofrats i els operaris agafen ritme i pràctica. També si es realitzen en una planta exterior, provoca que el procés sigui encara més industrialitzat i s'aconsegueixen costos més baixos.

On no varia massa aquest sistema de construcció respecte del tradicional d'obra ceràmica és en la cimentació. Les càrregues que ha d'aguantar l'edifici, són molt semblants. Els forjats es poden realitzar *in situ* o fabricar-los a les plantes especialitzades.

Respecte les capes del panell prefabricat de formigó, és un element làmina armat amb acer, de dimensions gruixos i pesos variables. Els panells poden ser homogenis de formigó o multicapa, amb aïllant tèrmic a l'interior per poder complir les exigències funcionals d'un edifici com són l'aïllament acústic i tèrmic. En aquest cas s'utilitza com aïllant el poliestirè extruït. La capa exterior és més gruixuda i és estructural, on hi ha l'armadura que suporta les càrregues. L'altra capa, la interior és més fina i no es estructural.

Els serveis poden posar-se a la capa de formigó no estructural. En aquest cas es preveu prèviament la instal·lació abans de abocar el formigó. Una altra possibilitat és col·locar les instal·lacions de manera tradicional. Per només haver de fer els baixants de les instal·lacions, la resta es passa pel sostre.

A la paret exterior s'haurà de fer un acabat final i rematar les unions entre plaques.

2.2 CONSTRUCCIÓ MODULAR

L'edificació modular, també anomenada construcció en 3D o edificació integral, permet aprofitar al màxim els avantatges de prefabricar el formigó a una planta. La prefabricació del formigó permet la creació d'estructures completes o parcials en plantes de producció, és a dir, es realitzen mòduls compostos per varies unitats constructives, que un cop arriben a l'obra ja acabades només cal que siguin acoblades. Apart de la construcció modular de formigó, també hi ha la construcció modular mixta, amb la diferència que els mòduls estan compostos conjuntament per xapes d'acer i de formigó.



Construcció casa modular. Font: casakyoto.com

Les unitats bàsiques de prefabricats de formigó poden ser tridimensionals (cel·les), bidimensionals (particions interiors, cobertes, tancaments, que

s'acoblaran després a l'obra) o lineals (bigues, pilars,...). Com més s'hagi executat el procés a les plantes, més s'agilitzarà l'obra i el seu muntatge.

Un cop els mòduls són prefabricats, es transporten a l'obra on generalment, s'haurà construït prèviament una cimentació per agilitzar el procés. Un cop són transportats, poden ser instal·lats directament o descarregats a la zona de l'obra.

Els avantatges d'aquest sistema són:

És **ràpida** perquè el major part d'unitats constructives es fabriquen i es munten a la planta, reduint així els processos *in situ*. A més és possible que a la planta ja prevegin algunes instal·lacions com fontaneria, cablejat elèctric,...

Té **resistència mecànica** perquè són mòduls tridimensionals, permetent així una rigidesa i inèrcia superior a les estructures de pilars i bigues.

És **segura** ja que s'eliminen un gran número de processos tradicionals que ja són resolts a les plantes, amb unes condicions de seguretat molt millors, i sense tants riscos laborals. A més el muntatge es fa sense andamis i altres elements amb riscos.

És **flexible** ja que els mòduls es dissenyen segons els requisits del projecte, amb la possibilitat d'afegir ampliacions i modificacions en el futur.

A diferència als altres prefabricats amb formigó, cal destacar que la **qualitat** és superior, ja que hi ha un major control tant a la fase de disseny dels elements tant a la fabricació d'ells mateixos. Tot està fet amb major **precisió** i no hi ha tants errors. També hi ha més precisió ja que tot està comprovat abans de sortir de la fàbrica

Un altre avantatge respecte els altres prefabricats és la **sostenibilitat**. Hi ha una disminució de residus i de consum d'energia al tenir menys maquinaria treballant.

Estèticament, hi ha més opció de personalització, varietat de qualitats i d'acabats interiors.

2.3 CONSTRUCCIÓ AMB FUSTA

La construcció amb fusta s'utilitza des de fa molts anys quan abundava molt aquest material. És molt popular a països amb grans extensions de boscos com EEUU i Canadà. Un dels fets que fa que actualment no sigui gaire utilitzat és que la matèria prima és un bé escàs. Per tal que la fusta tingui millors propietats com son la resistència al foc i la resistència s'utilitzen tractaments o la utilització de la fusta laminada.



Construcció casa fusta. Font: casamadera.info

Pot semblar una contradicció però, davant d'un incendi, és un dels mètodes de construcció més segurs davant aquest aspecte. La fusta es crema molt lentament i permet que la construcció es mantingui en peu més temps i no intervenen fums procedents del plàstic, tèxtil,.. En canvi l'acer provoca un augment de la temperatura provocant un enfonsament de l'estructura i enderrocament de l'edifici abans de que es consumeixin els materials combustibles.

Dins de la construcció amb fusta es poden distingir diferents formes de construcció: es pot fer de manera modular o bé unint els diferents perfils i panells que les empreses dedicades en aquest sector s'encarreguen de fer. Tot el procés de construcció està fet per muntadors especialitzats.

2.4 CONSTRUCCIÓ LLEUGERA

Existeixen diverses possibilitats de construir amb aquest sistema, la primera és realitzar l'obra mitjançant perfils, col·locant-los de manera que aportin rigidesa a l'estructura i que es pugui realitzar els tancaments tot seguit. Una altra forma és construir les parets interiors i exteriors portants de cada planta utilitzant materials lleugers, amb capacitat portant. La última opció seria la de realitzar un mòdul (de la casa sencera o parts d'ella) i trasportar-la a l'obra. Entre aquests diferents mètodes només canvia el procés constructiu.

El primer pas d'aquest tipus de construcció és la part de la cimentació, igual que en els edificis construïts amb mètodes tradicionals. No obstant, les càrregues de l'estructura són molt menors en aquest mètode. També dependrà de les característiques del terreny, les càrregues de l'edifici i les seves necessitats subterrànies.

2.4.1 CONSTRUCCIÓ AMB ESTRUCTURA LLEUGERA D'ACER GALVANITZAT

Aquest sistema constructiu parteix d'una estructura metàl·lica lleugera formada per perfils d'acer galvanitzat¹ que constituïran l'esquelet de l'edifici. Aquesta característica dels perfils, fa que la construcció es pugui realitzar amb rapidesa i pocs mitjans.

Aquesta solució permet la construcció d'un habitatge amb qualsevol distribució. Els perfils metàl·lics es fixen sobre una llosa de formigó mitjançant cargols o tacs d'expansió, tenint en compte que entre el formigó i els perfils s'ha de posar prèviament un aïllant.

¹ L'acer galvanitzat és l'acer que s'obté després de fer-li un procés de recobriment de 3 capes d' aliatges de ferro i zinc, denominades "gamma", "delta" i "zeta". Finalment s'aplica una quarta capa externa de zinc "eta" que dona l'aspecte gris brillant. Això atorga a l'acer una excel·lent protecció, durabilitat i millors propietats mecàniques, com la resistència i la corrosió, com poden ser la protecció davant d'ambients agressius, cops i agents contaminants com l'òxid de sofre.



Estructura d'acer galvanitzat. Font: casasligeras.com

Tot seguit, es fixen les plaques de recobriment mitjançant cargols en aquestes estructures. Les més utilitzades són el cartró – guix (tipus *pladur*), la fibra – guix, i l'OSB. Aquests últims s'utilitzen per els tancaments exteriors, ja que la seva estructura d'estelles de fusta orientades de forma creuada, donen molta resistència i rigidesa al conjunt. En canvi a les divisions interiors, s'utilitzen les plaques de cartró-guix (*pladur*) o fibra - guix. Aquestes capes estan formades amb el nucli de guix d'origen natural i els recobriments estan fets amb unes cel·luloses especials.



Placa aglomerat OSB. Font: beltranfusta.com



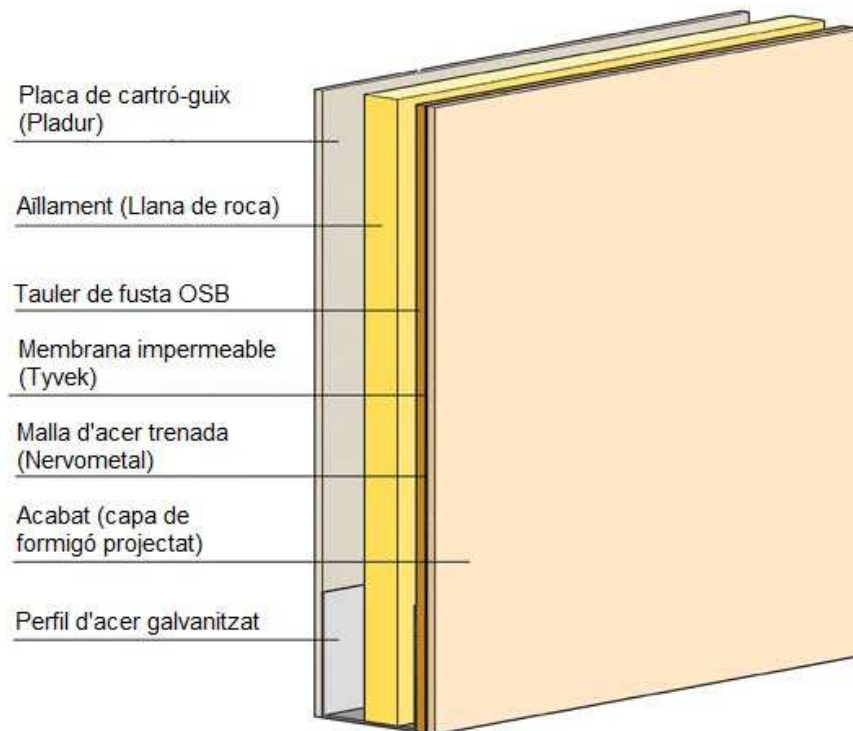
Placa de cartró-guix. Font:beltranfusta.com

Els tancaments es poden fer amb varies capes per obtenir diferents prestacions mecàniques, acústiques, tèrmiques i contra el foc.

Després es passa tota la instal·lació elèctrica per uns forats que es deixen fets prèviament a la perfil·lació que compon les parets interiors.

En tots els casos, es necessari col·locar una placa de llana de roca per l'aïllament.

En les parets exteriors es necessari posar una membrana per impermeabilitzar l'interior i evitar l'entrada de vapors, humitats i filtracions d'aigua. També es posa una malla trenada d'acer o de fibra de vidre per tenir una bona adherència amb l'acabat final, normalment feta per un morter projectat.



Diferents capes paret exterior. Font: upcommens.upc.edu

Finalment es col·loca la segona capa de recobriment (*pladur*) per acabar de tancar les parets.

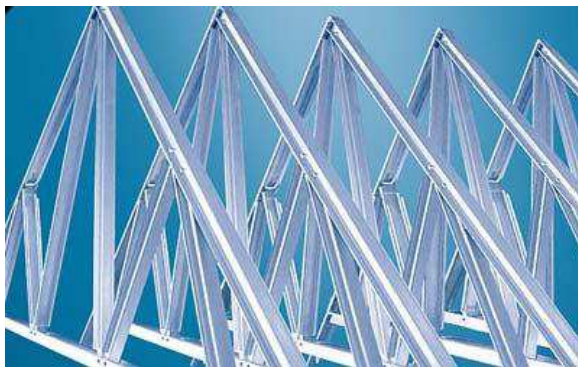
Per últim, cal fer el tractament de juntes i cargols, amb massilles de guix i l'acabat de pintura plàstica final.



Font: expertlecton.es

Hi hauran casos en els quals s'haurà de realitzar un forjat (quan hi hagin més d'un pis o una coberta visitable). És recomanable que el forjat no es faci totalment amb formigó per no incrementar el pes a l'estructura i també per no retardar la execució del pis superior ni inferior, ja que es necessitaria apuntalar l'edifici.

La coberta es fa amb una estructura metàl·lica autoportant d'acer galvanitzat, construïda per encavallades. Sota les encavallades es col·loca una placa sota teula, composta per fibres minerals i de cel·lulosa que serveix per evitar possibles goteres. Per tal de que quedi tot ven aïllat, sota aquestes plaques, es posa una placa de poliestirè d'uns 4 cm de gruix. Per acabar la coberta, es posen teules ceràmiques.



Encavallada d'acer galvanitzat. Font: upcommons.upc.edu

2.4.2 PANELL SANDVITX

Descripció

El panell sandvitx és un material de construcció format de manera industrialitzada i pensat per poder realitzar els tancaments de qualsevol edifici o recinte. Està format per dues parts fonamentals: les capes de cobertura (part exterior del panell) i l'aïllament (nucli o part interior del panell). Destaca per tenir unes grans propietats mecàniques, ser autoportant, tenir unes prestacions molt bones a nivell tèrmic i un fàcil i ràpid muntatge. El fet de que estigui dissenyat i realitzat prèviament a una fàbrica, garanteix aquestes prestacions. Està pensat per satisfer qualsevol tipus d'aplicació, tant en el sector industrial com el residencial. Algunes de les aplicacions més freqüents són les càmeres frigorífiques, edificis, naus industrials, hospitals, laboratoris, poliesportius, etc. Com podem observar a primera vista, es veu que està pensat per aplicacions on cal un bon aïllament. Segons les necessitats en cada cas s'utilitzen diferents capes de cobertura, acabats i aïllaments.



Panell sandvitx de poliuretà. Font: panelsandwich.com

Capes de cobertura

Els panells sandvitx disposen de capes exteriors de cobertura que es triaran en funció de les necessitats bàsiques que han de complir els panells en cada cas.

Les capes de cobertura més utilitzades són:

La xapa d'acer galvanitzat lacat, la d'acer galvanitzat plastificat i la d'acer inoxidable; les fustes com els contraplacats fenòlics i els frisos; el cartró-guix, la

fibra-guix i el formigó alleugerat; els laminats d'alta pressió (HPL); i els acabats de polièster.

Tot seguit explicaré les principals característiques de cada material i els seus usos més freqüents.

L'acer s'obté a partir de fer l'aliatge del ferro i el carboni, sempre i quant aquest últim no superi el 2 % en pes. Un cop s'obté l'acer, s'aplica el bany galvanitzat que consisteix en afegir capes de zinc per disminuir la oxidació i la corrosió. Quan es supera aquest percentatge de carboni i se li afegeixen altres components (com ara manganès, crom, vanadi, níquel, etc.) apareixen els aliatges. S'utilitza sobretot per la fabricació de naus industrials, càmeres frigorífiques, magatzems logístics, etc. Aguanten condicions límit d'humitat i grans diferències de temperatura.

La **xapa d'acer lacat** és el resultat d'afegir una capa de laca de polièster. El seu objectiu és augmentar la durabilitat i inhibir la corrosió del metall. És la més utilitzada ja que té infinitats de d'avantatges. Els més rellevants són que no envelleixen les pintures, resisteixen a la abrasió, no tenen fissures, resisteixen a la corrosió dels productes químics, a la calor i a les ratllades. També resisteixen els rajos UV. A la cara interna hi ha la imprimació per la bona adherència de l'escuma de poliuretà

La **xapa d'acer inoxidable** és el resultat d'afegir crom i níquel a l'acer convencional. S'utilitza en les condicions més exigents de contacte amb productes químics, o atmosferes d'alta corrosió, sals, ambients marins, etc.

La **xapa d'acer plastificat** consisteix en aplicar una capa de PVC a l'acer perquè tingui més resistència i es sumi el poder anticorrosiu. Permet moltes possibilitats d'acabats estètics i decoratius. Com es lògic, permet totes els processos mecànics que es puguin realitzar sobre ell com ara el plegat, el tall, el punxonat, el perfilat, etc.

Les fustes també s'utilitzen per compondre les capes de cobertura d'un panell sandvitx.

Els **contraplacats fenòlics** s'utilitzen en terres, ja que són antilliscants i no els hi afecta la humitat gràcies a les resines fenòliques que contenen. Ofereixen una millor resistència al pas de pes per sobre (Càrregues de compressió). També es poden utilitzar com acabat decoratiu.



Contraplacat fenòlic. Font: maderasdelodio.com

Els **frisos de fusta** estan formats per la unió de diferents plaques d'uns 10 - 15 cm d'amplada units entre si amb un sistema de mascle - femella. Existeixen moltes varietats de fustes com ara d'avet, pi, roure, faig, etc. És utilitzat sobretot en la part interior de la coberta, ja que donen un acabat molt natural.



Fris d'avet. Font: bricolaxe.es

El **cartró-guix**, anomenat *pladur* popularment, consisteix en una placa de guix laminat entre dues capes de cartró. S'utilitza per construir envans interiors, sostres i parets, mitjançant perfils metàl·lics, que s'utilitzen com a estructura portant. També es fa servir per fer de capes exterior del panell sandvitx. És un material no inflamable (A1). És un bon aïllant tant tèrmic com acústic i poc resistent a la humitat. Existeixen variants sobre el producte base destinats per ambients humits i altres amb millor resistència al foc.

La **fibra-guix**, consisteix en una placa de guix reforçada amb fibres de cel·lulosa, obtingudes a partir del reciclatge. Es tracta doncs d'un producte ecològic. Aquestes fibres provoquen que sigui rígida, resistent als xocs, i suportin millor les càrregues (50 kg en un punt). Permet ser utilitzat en llocs humits. Té una classificació al foc com incombustible (A2).



Placa fibra – guix. Font: fermacell.es

El **formigó alleugerat**, consisteix en una placa formada per conglomerat lleuger lligat amb formigó i armat sobre els dos costats amb una malla resistent de fibra de vidre. Té una classificació al foc d'incombustible (A1). És utilitzat en llocs molt humits com ara cuines, piscines, saunes,... i especialment en paraments exteriors.



Placa formigó alleugerat. Font: fermacell.es

Els HPL (**laminats d'alta pressió**), s'obtenen premsant a alta temperatura papers impresos impregnats de resines termoenduribles fenòliques, de manera que en fusionar-se formen aquests laminats d'alta densitat. Té una excel·lent resistència davant els impactes, a altes temperatures, a la abrasió, etc. Hi ha infinitat d'acabats segons l'aplicació. S'utilitza molt per terres (parquet), sales blanques i hospitals, ja que són molt asèptics, durables i resisteixen molt bé els productes químics de neteja.

Aïllaments

El nucli del panell sandvitx és una de les parts més importants del panell ja que determina el grau d'aïllament que ofereix al conjunt total. Les cobertes són importants en l'aïllament però el nucli encara ho és més. Hi han diferents aïllaments amb millors i pitjors qualitats. Els aspectes tècnics que es miren són en primer lloc l'aïllament tèrmic, i en segon lloc l'acústic. Els panells sandvitx destaquen sobretot per tenir un gran comportament tèrmic. Tot seguit veurem els més utilitzats.

Tipus de materials aïllants

Escuma rígida de poliuretà.

L'escuma rígida de poliuretà és un aïllant tèrmic compost per una estructura de cel·les tancades amb excel·lents propietats aïllants, una bona resistència a la compressió i una bona estabilitat dimensional.

L'escuma s'obté de la reacció química produïda per la mescla de dos components, el **poliol** i l'**isocianat**, en estat líquid i a temperatura ambient. També contenen alguns additius (estabilitzadors i activadors). Per tal de que la reacció creixi de volum s'utilitza un líquid amb un baix punt d'ebullició, que s'evapora per la calor generada per els altres dos components principals, provocant l'expansió i donant lloc a una estructura sòlida, uniforme i molt resistent. Aquests gas queda retingut dins de la cel·les tancades de l'escuma. Donat que el gas té un poder aïllant millor que l'aire, provoca que l'escuma tingui un gran poder aïllant.

És un dels materials més aïllants que existeixen avui en dia. Necessita poca espessor per satisfer les necessitats d'aïllament necessàries en els tancaments dels edificis. És durador, ja que funciona al mateix nivell durant tota la vida. És resistent a les infiltracions de vapor d'aigua, aire i el contacte amb l'aigua. No es pot comprimir fàcilment, cosa que el fa diferent d'altres aïllaments com les fibres.

En injectar l'espuma de poliuretà entre dues capes de cobertura, s'obté un element sandvitx que gracies a la bona adherència de l'espuma dona una estructura i resistent i autoportant.



Placa poliuretà. Font: calorcol.com

Poliestirè

El poliestirè és un polímer orgànic del grup dels termoplàstics i amb una gran importància industrial. Un polímer és una molècula molt llarga en forma de cadena amb una o més unitats d'àtom que es repeteixen (monòmer) unides entre si mitjançant un enllaç covalent. Dins dels polímers, existeixen els de procedència natural i els sintètics, que es sintetitzen al laboratori. Dins dels sintètics trobem els termoplàstics, aquells que es poden modificar un cop són escalfats a altes temperatures. Després de l'escalfament s'endureixen. Tenen la particularitat que mantenen sempre les seves propietats. Es poden tornar al seu estat inicial malgrat que hagin estat escalfats i manipulats. Anomenem polimerització l'obtenció d'aquests polímers a partir dels monòmers. El monòmer del poliestirè és l'estirè, un derivat del benzè (hidrocarbur)

Dins del poliestirè distingim el poliestirè expandit i el poliestirè extruït.

El **Poliestirè expandit (EPS)** és una escuma polimèrica unicel·lular i rígida fabricada a partir del modelatge de perles preexpandides de poliestirè expansible, que presenta una estructura cel·lular i tancada i plena d'aire. El poliestirè expandit es fabrica per l'extrusió de perles de poliestirè que contenen un

líquid volàtil, el pentà (poliestirè expansible) Deriva del petroli. Popularment és conegut com el Porexpan.

El poliestirè expandit és un material lleuger i amb una bona resistència mecànica. Dins de l'estructura cel·lular del poliestirè hi ha una gran quantitat d'aire inclòs, cosa que fa que tingui una bona capacitat com a aïllament tèrmic. És un material bastant estable amb la temperatura (es pot utilitzar fins a 100°C i a 20 kPa). Malgrat això, té alguns inconvenients físics com per exemple que el vapor d'aigua es pot difondre's a l'interior de l'estructura, la contracció li pot produir una forta variació dimensional i la radiació UV prolongada produeix un deteriorament del material, produint-li un aspecte groguenc i fràgil.



Placa poliestirè expandit (EPS). Font: generalpack.com.mx

El **poliestirè extruït** és una escuma rígida resultant de la extrusió del poliestirè en presència d'un gas escumant, i utilitzat com a aïllant tèrmic. Comparteix moltes característiques amb el poliestirè expandit, ja que la seva composició és idèntica. La diferència es troba en el procés de conformació, ja que l'extrusionat, produeix una estructura de bombolla tancada, la qual la converteix en un bon aïllant tèrmic i incapaç de mullar-se.

S'utilitza a causa de la seva elevada resistència mecànica, la seva tolerància a l'aigua. És comercialitza en plaques de gruixos de pocs centímetres.



Placa poliestirè extruït. Font: archiexpo.es

La **llana de roca** és un tipus d'aïllant tèrmic que s'obté a partir del basalt, la roca més abundant de l'escorça terrestre. El basalt es fon a temperatures similars a 1600°C en uns forns. El material es transforma en unes fibres, cosa que fa que se'l anomeni llana de roca. Aquestes fibres s'aglutinen posteriorment amb una resina. El resultat final són uns plafons d'aquestes fibres de gruixos i mides diferents. A més, la llana de roca també és un bon aïllant acústic i actua com a sistema passiu contra els incendis, ja que és no combustible.

La llana de roca s'utilitza com a placa aïllant en moltes ocasions com per exemple a l'interior de les façanes ventilades, com a aïllant acústic en les habitacions, en insonoritzacions completes... No només s'utilitza com a placa, també es fa servir ocasionalment com a nucli d'un panell sandvitx en envans de sectorització.

Té alguns inconvenients com ara degradació per pèrdua de fibres, el mal comportament mecànic, i el mal comportament en contacte amb l'aigua i la humitat.

Des del punt de vista mediambiental és millor que els altres aïllants ja que té origen natural i no del petroli. També es pot reciclar.



Placa llana de roca. Font: archiexpo.es

FABRICACIÓ DEL PANELL

Per obtenir els panells sandvitx s'utilitzen dos sistemes: l'encolat o l'injectat. L'encolat és pot fer en tots els tipus de materials aïllants partint de blocs de materials aïllants. S'encolen a les capes de cobertura amb coles de poliuretà d'un o dos components i de diferents reactivitats. Un cop encolats es mantenen en una premsa durant un temps determinat.

L'injectat és un sistema exclusiu de l'escuma de poliuretà.

Els panells sandvitx es poden fabricar en línies de continu o discontinu.

La instal·lació **continua** de panells sandvitx també s'anomena de doble banda transportadora i treballa de la següent manera:

Es projecta la mescla reactiva del poliuretà sobre la capa de cobertura inferior del panell, repartint-la de la forma més homogènia possible. La mescla reactiva en expansió es transporta per la banda cap a una premsa, en la qual es du a terme la unió amb la capa de cobertura superior. La premsa té uns límits que determinen el gruix del panell desitjat en cada cas. Després de que la mescla es curi i s'aconsegueixi l'efecte sandvitx, una cisalla tallarà el panell a les longituds desitjades. Permet fer panells de grans dimensions que s'utilitzen normalment en naus o edificis industrials.

En la fabricació **discontinua** es disposen una sèrie de motlles independents. A cada un dels motlles s'injecta la mescla reactiva del poliuretà necessària

corresponent a les dimensions i espessor de cada panell. El sistema discontinu permet la utilització d'elements d'unió per facilitar el muntatge del panell. També té l'avantatge de poder utilitzar diferents tipus de capes de cobertura i poder alternar-les. En resum, és un sistema molt més flexible i que permet un control de qualitat més acurat.

Propietats mecàniques

Els panells sandvitx són elements de construcció lleugers gràcies a les baixes densitats dels nuclis. El panell sandvitx amb nucli de poliuretà és el que té millors propietats mecàniques. L'efecte sandvitx generat amb l'adherència de l'espuma i les capes de cobertura dona un producte de gran resistència mecànica, és a dir la resistència a la compressió, tracció i flexió. Aquests valors del panell estan determinats per la Norma UNE-EN 14509.

Els panells sandvitx són elements autoportants, cosa que permet salvar grans llums amb mínimes estructures.

Els panells de llana de roca tenen pitjors propietats ja que és poden deslaminar.

Comportament al foc

El comportament al foc dels materials ha sigut un aspecte molt vigilat de cara a la seguretat d'una instal·lació. Segons el seu comportament davant d'aquest agent exterior, es poden determinar els materials segons la seva reacció com combustibles o incombustibles o segons la resistència al foc, el temps que resistirà un material al pas del foc.

La llana de roca és el material aïllant amb millors propietats davant el foc. Es tracta d'un material inorgànic i incombustible (no es crema).

El poliuretà i el poliestirè, són elements orgànics, i per tant es cremen a diferents ritmes.

Les capes de cobertura exteriors d'un panell també experimenten una reacció determinada davant al foc, que influirà en la reacció final del panell. Les xapes

acaben desprenent-se de l'element sandvitx . Les plaques de guix i fibra guix ten un comportament òptim.

Muntatge

El muntatge dels panells sandvitx és un dels avantatges més importants respecte altres sistemes constructius tradicionals. Només necessiten fixacions senzilles per unir-se entre si. Existeixen els sistemes de ganxo i altres com l' *Instaclack®*, que asseguren un muntatge hermètic entre panells i els fa estancs de la humitat i l'aire.



Sistema ganxo excèntric. Font: kide.es



Sistema instaClack. Font: taver.es

Els panells es col·loquen entre uns perfils inferiors i superiors d'acer galvanitzat en forma de U o Ω , entre d'altres, cargolats prèviament a una llosa de formigó.

Com que són elements prefabricats i amb les juntes ja preparades, necessiten menys mà d'obra i redueixen el temps de construcció.

L'ús de panells sandvitx de coberta, redueix el risc dels treballs a altures i un cop son muntats, proporcionen un suport segur per poder-lo trepitjar.

Aquest sistema constructiu, permet escurçar la duració dels projectes notablement. La seva lleugeresa permet treballar amb facilitat i rapidesa. La baixa densitat del poliuretà facilita i abarateix econòmicament el transport i la manipulació. El fet de que el panell sigui autoportant, és a dir, capaç de suportar la seva pròpia càrrega fa que no es necessitin l'ús d'estructures metàl·liques fins a llums petites d'uns 4 m. En grans llums si que s'utilitzen uns elements estructurals lleugers, que suporten totes les càrregues.



Estructura metàl·lica lleugera amb panell sandvitx de poliuretà. Font: taver.es

En tots els envans interiors, s'utilitzen panells amb canalitzacions interiors per tal de facilitar el pas de totes les instal·lacions.

Manteniment

La seva resistència química, biològica i la gran estabilitat en condicions extremes, doten el panell sandvitx d'una gran durabilitat. Les propietats inicials dels panells, es conserven durant molts anys.

A l'estar compostat d'una estructura de cel·les tancades dona una gran resistència al pas de vapor i d'humitats, que farà que l'aïllament es conservi amb les condicions inicials.

Impacte visual

A nivell visual, el panell sandvitx no representa cap limitació alhora d'escollir els acabats finals. Permet fer tots els acabats utilitzats normalment en la construcció tradicional o ceràmica com ara arrebossats decoratius, pintures plàstiques, alicatats, amb pedra, etc.

A la coberta també podem optar per utilitzar les teules ceràmiques tradicionals o bé les tègules les americanes, de material asfàltic i impermeable que proporcionen un acabat estètic i original. Hi ha moltes gammes de colors i figures.



Tègula americana. Font: eurocasetas.com

Impacte mediambiental

Degut a que el poliuretà té un gran poder aïllant, necessita un mínim espessor per aconseguir els nivells d'eficiència tèrmics desitjats, molt menys que altres aïllants. Això porta a uns estalvis energètics i a les emissions de CO₂.

3. ESTUDI COMPARATIU DELS DIFERENTS SISTEMES

Un cop explicats tots els sistemes industrialitzats que s'utilitzen actualment, és l'hora de veure quin és el més òptim per la utilització en la construcció d'una casa unifamiliar bàsica. Per fer-ho, compararé els aspectes més importants que ha de tenir un sistema constructiu, com són les propietats mecàniques, l'aïllament, la rapidesa del muntatge, etc. Un cop vistos, podré decidir quin és el millor sistema.

3.1 CONSIDERACIONS PRÈVIES

Un cop vistos els diferents sistemes, puc dir que tant la construcció amb prefabricats de formigó, com la modular de formigó, són les que menys s'adapten per construir una casa unifamiliar d'un planta, ja que es necessiten molts mitjans per construir-la, s'utilitzen peces de grans dimensions i pes. La construcció tot i ser molt més ràpida que la tradicional s'allarga massa. També tot i tenir les millors propietats mecàniques, l'aïllament que s'obté no és tant elevat com en altres sistemes.

La fusta, que és molt utilitzada en països com Canada ja que abunda aquest material, també la descarto ja que es necessita molta cura a l'hora de preparar les peces i el procés de construcció és bastant lent i manual.

3.2 PROPIETATS MECÀNIQUES

Les propietats mecàniques dels materials es refereixen a la capacitat d'ells mateixos a resistir accions de càrrega o forces. Es Classifiquen segons l'acció:

- **Estàtiques:** les càrregues o forces actuen constantment o creixent poc a poc
- **Dinàmiques:** les càrregues o forces actuen momentàniament (xoc)
- **Cícliques o de signe variable:** les càrregues o forces actuen per valor, per sentit o pels dos a l'hora.

Perquè un material de construcció sigui ideal, ens interessa que sigui cohesionat, poc plàstic, resistent, poc higroscòpic i que tingui resiliència.

En el quadre de continuació es pot veure com es comporten tant els sistemes amb estructures d'acer galvanitzat i els panells sandvitx.

ESTRUCTURA LLEUGERA D'ACER GALVANITZAT		
COHESIÓ	RESISTÈNCIA MECÀNICA	PES
No està cohesionat perquè no és un sol element.	Resistència baixa perquè l'aïllant i les plaques es munten independentment.	Moderat, tot i que la llana de roca que el compon té una densitat alta respecte altres aïllants, és molt inferior que l'obra ceràmica.
ELASTICITAT	HIGROSCOPICITAT	RESILIÈNCIA
Moderada, tot i que no és rígida permet una certa deformació.	Tant les plaques de guix com la llana de roca no són adequats per zones humides.	Molt sensible a cops al ser plaques independents de l'aïllament.
PANEL SANDVITX AMB NUCLI DE POLIURETÀ		
COHESIÓ	RESISTÈNCIA MECÀNICA	PES
Molta cohesió degut a l'efecte sandvitx.	Bona resistència mecànica degut a l'efecte sandvitx.	Baix degut a la baixa densitat del poliuretà.
ELASTICITAT	HIGROSCOPICITAT	RESILIÈNCIA
Molt elàstica ja que permet deformacions notables sense malmetre.	Molt bona degut a que el nucli és de cel·la tancada.	Admet impactes sense afectar la seva integritat estructural ja que no són rígids.
PANEL SANDVITX AMB NUCLI DE POLIESTIRÈ EXPANDIT		
COHESIÓ	RESISTÈNCIA MECÀNICA	PES
Cohesió mitja degut a que les capes de	Poc resistent degut a que el nucli és de cel·la	Molt baix

cobertura estan encolades amb el nucli.	oberta i d'estructura poc resistent.	
ELASTICITAT	HIGROSCOPICITAT	RESILIÈNCIA
No tant elàstic que el de poliuretà ja que està encolat.	Al ser cel·la oberta no és indicat per zones humides. Es pot arribar a saturar.	Admet impactes sense afectar la seva integritat estructural ja que no són rígids.
PANEL SANVITX AMB NUCLI DE POLIESTIRÈ EXTRUÏT		
COHESIÓ	RESISTÈNCIA MECÀNICA	PES
Cohesió mitja degut a que les capes de cobertura estan encolades amb el nucli.	Inferior als panels sandvitx injectats ja que no tenen les propietats d'adherència de l'efecte sandvitx.	Baix pes degut a la baixa densitat del nucli.
ELASTICITAT	HIGROSCOPICITAT	RESILIÈNCIA
Molt elàstic ja que permet deformacions notables sense malmetre.	Al ser cel·la tancada és similar al poliuretà	Admet impactes sense afectar la seva integritat estructural ja que no són rígids.
PANEL SANDVITX AMB NUCLI DE LLANA DE ROCA		
COHESIÓ	RESISTÈNCIA MECÀNICA	PES
Baixa cohesió degut a que el nucli es deslaminava amb una certa facilitat.	Resistència baixa. No s'utilitza com element autoportant, només com a envà.	Superior a tots els altres degut a l'alta densitat del nucli.
ELASTICITAT	HIGROSCOPICITAT	RESILIÈNCIA
Baixa, és deforma degut a la baixa resistència mecànica	No recomanable per zones humides ja que és un material de cel·la oberta	Admet impactes sense afectar la seva integritat estructural ja que no són rígids.

3.3 AÏLLAMENTS

3.3.1. TÈRMIC

Un aïllant tèrmic és una material caracteritzat per la seva alta resistència tèrmica i té com a funció limitar o dificultar la transmissió d'energia calorífica entre dos ambients.

La conductivitat tèrmica és la mesura de la facilitat amb la que la calor passa a través del material, i depèn únicament de la natura del material i no de la seva forma. La unitat és el coeficient de conductivitat tèrmica λ , expressada en $W/(m \cdot K)$

En el següent quadre podem veure els valors λ dels materials aïllants estudiats.

CONDUCTIVITAT TÈRMICA (MATERIAL) λ	
ESCUMA DE POLIURETÀ (PU)	0,021 – 0,025 $W/(m \cdot K)$
POLIESTIRÈ EXPANDIT (EPS)	0,034 – 0,041 $W/(m \cdot K)$
POLIESTIRÈ EXTRUÏT (XPS)	0,033 – 0,036 $W/(m \cdot K)$
LLANA DE ROCA	0,034 – 0,041 $W/(m \cdot K)$

El panell sandvitx amb nucli de poliuretà serà el millor aïllant tèrmic segons el coeficient de conductivitat tèrmica.

3.3.2 ACÚSTIC

L'aïllament acústic es refereix al conjunt de materials, tècniques i tecnologies desenvolupades per aïllar o atenuar el nivell sonor en un determinat espai.

Aïllar suposa impedir que un so penetri en un mitjà o que surti d'ell. Per això, per aïllar, s'utilitzen tant materials absorbents, com materials aïllants.

En incidir l'ona acústica sobre un element constructiu, una part de l'energia es reflecteix, una altra s'absorbeix i una altra es transmet a l'altre costat. L'aïllament que ofereix l'element és la diferència entre l'energia incident i l'energia transmesa, és a dir, equival a la suma de la part reflectida i la part absorbida. Hi ha diversos factors bàsics que intervenen en la consecució d'un bon aïllament acústic:

Factor màssic. L'aïllament acústic s'aconsegueix principalment per la massa dels elements constructius: a major massa, major resistència oposa al xoc de l'ona sonora i major és l'atenuació.

Factor multicapa. Quan es tracta d'elements constructius constituïts per diverses capes, una disposició adequada d'elles pot millorar l'aïllament acústic fins a nivells superiors als quals la suma de l'aïllament individual de cada capa, pogués assolir. Cada element o capa té una freqüència de ressonància que depèn del material que el compon i del seu gruix. Si el so (o soroll) que arriba a l'element té aquesta freqüència produirà la ressonància i en vibrar l'element, produirà so que se sumarà al transmès. Per això, si es disposen dues capes del mateix material i diferent espessor, i que per tant tindran diferent freqüència de ressonància, la freqüència que deixi passar en excés la primera capa, serà absorbida per la segona.

Factor de dissipació. També millora l'aïllament si es disposa entre les dues capes un material absorbent. Aquests materials solen ser de poca densitat (30 kg/m³ - 70 kg/m³) i amb gran quantitat de porus i es col·loquen normalment perquè a més solen ser també bons aïllants tèrmics. Així, un material absorbent col·locat en l'espai tancat entre dos envans paral·lels millora l'aïllament que oferirien aquests envans per si sols.

La reflexió del so pot atenuar també col·locant una capa de material absorbent en els paraments dels elements constructius, encara que aquestes tècniques pertanyen més pròpiament a l'àmbit de l'acústica.

Per tant, vist això, puc dir que el millor aïllant acústic és la llana de roca, gràcies a la seva estructura porosa i de cel·la oberta. El poliuretà, i els poliestirens, al ser de cel·la tancada no es comporten tan bé com la llana davant el so.

3.3.3 ASSAIG EXPERIMENTAL DELS DIFERENTS TIPUS DE MATERIALS AÏLLANTS

3.3.3.1 ASSAIG TÈRMIC

Objectius de la pràctica

Un cop vistos els diferents coeficients de conductivitat dels materials aïllants, vull demostrar, d'una forma més visual i pràctica, l'efecte que tenen aquests materials i la importància que tenen.

La pràctica consistirà en mesurar la temperatura de l'interior d'una caseta de cartró amb un termòmetre en funció de la capa d'aïllament que s'hagi col·locat a la paret de la façana en cada cas.

La irradiació solar serà simulada per un focus que escalfarà, per igual en tots els casos, el material aïllant. L'objectiu serà determinar com varia la temperatura de l'interior de la caseta quan la il·luminem amb el focus durant un cert temps. D'aquesta manera veurem quin material aïlla més la temperatura.

Material utilitzat

- Model de casa bioclimàtica del sub-projecte 9b del PSE- ARFRISOL.

En concret utilitzaré la base, la peça de mur triple, el sostre, el mur de cartró, la teulada, el voladís i el protector del termòmetre.

- Focus de llum halògena de 150 W.
- Termòmetre Chektemp 1, de *Hanna Instruments*.
- Plaques dels diferents materials aïllants, (Poliuretà, poliestirè expandit, poliestirè extruït i llana de roca).
- Altres elements com per exemple, suport trípod pel focus, metre, cronòmetre, celo, pots refrigerants, etc.

Muntatge

En primer lloc cal construir el model de la casa bioclimàtica. Per fer-ho, començarem encaixant el triple mur a la base. També col·locarem el protector del protector al suport de la base perquè, d'aquesta manera, capti l'aire ambient de l'interior i no la llum directa del focus.



Tot seguit, introduïrem el mur de cartró a la ranura de la façana de la casa.

Seguidament posarem la coberta, fent coincidir les parets amb les canals de la part inferior de la coberta. Podem ja també introduir el sensor en punta del termòmetre per la obertura superior.



Per aconseguir una millor estètica, posarem un voladís i la teulada.

Les capes dels materials aïllants es col·locaran davant de la paret de cartró aprofitant el doble espai que disposa la base en aquesta part. El motiu de col·locar sempre la paret de cartró a darrera és el poc espessor de les plaques aïllants, aconseguint d'aquesta manera un lloc on recolzar-se i un millor efecte.

Amb l'ajuda d'algun tros de celo acabaran d'encaixar a la perfecció.



El focus estarà situat a 10 cm de distància de la planxa d'aïllament a la mateixa alçada. Per aconseguir-ho, posaré la casa sobre la caixa del model bioclimàtic.

Un cop estigui tot preparat, ja podrem encendre el focus i començar la pràctica.

Valors experimentals

En totes les proves que duré a terme hi ha variables dependents o controlades. Tant la distància entre el focus i l'aïllant (d), l'altura de la paret on es projectaran els rajos respecte el terra (h), la inclinació dels rajos amb la horitzontal (α) i el interval de temps durant el qual s'il·lumina serà sempre iguals.

El gruix de les plaques aïllants són iguals en tots els materials i iguals que les altres parets de cartró de la casa.

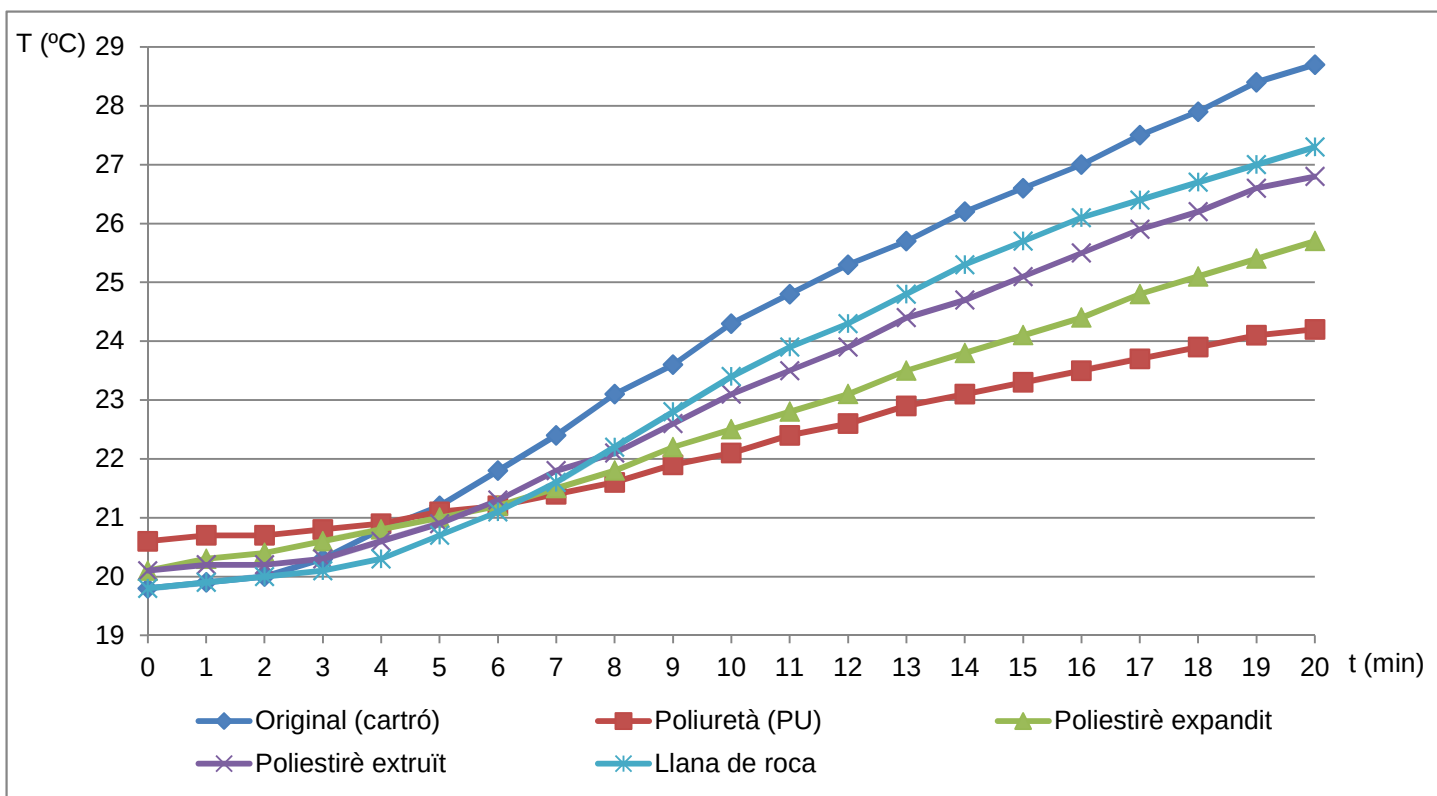
La variable que serà independent i variarà en cada cas serà l'augment de temperatura de l'interior de la caseta (Δt).

GRÀFIC 1: MATERIAL DEL MUR

El primer gràfic mostrarà l' augment de temperatura de l'interior de la casa (ΔT) en funció del temps (min). Serà la mesura extreta directament del termòmetre segons el temps.

La temperatura inicial rondarà a la temperatura exterior de l'habitació de la casa (19,5-21 °C).

d : 10 cm - h : centre de la paret - α : 0 ° - Δt : 20 min



GRÀFIC 2: INCREMENT DE TEMPERATURA TOTAL SEGONS MATERIAL (ΔT)

En el següent gràfic, és mostra quins valors de temperatura a assolit l'interior de la caseta respecte el temps, però començant sempre per el valor 0, de manera que es poden veure de millor manera els increments, la velocitat amb la qual puja la temperatura, etc.

d: 10 cm - h: centre de la paret - α : 0 ° - Δt : 20 min

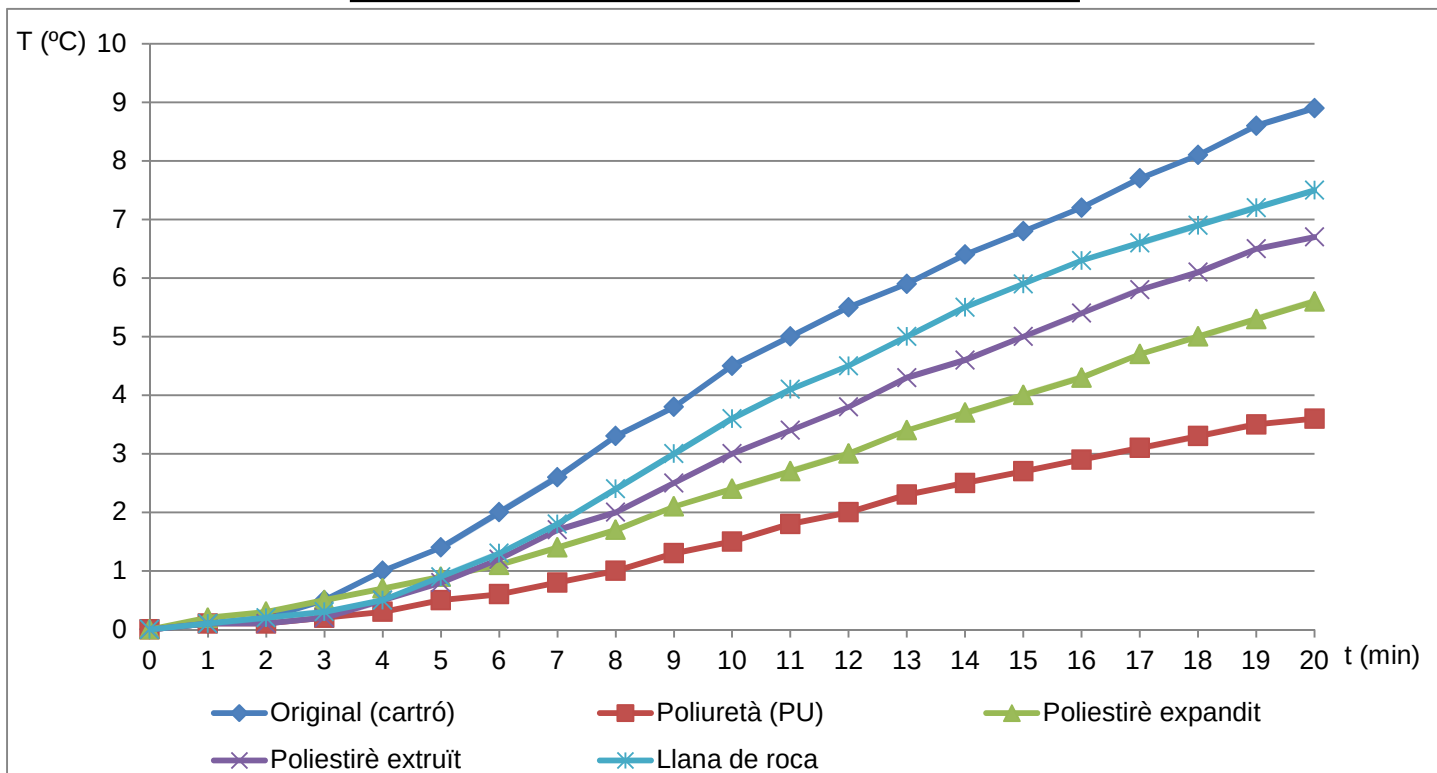
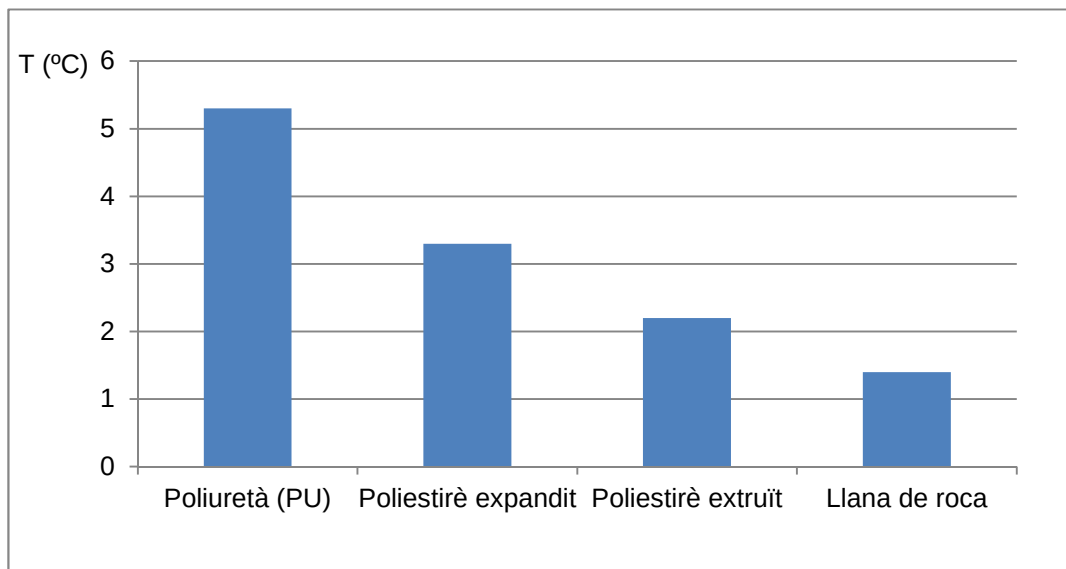


DIAGRAMA DE BARRES: TEMPERATURA AÏLLADA

Per últim, el següent diagrama de barres mostra quants °C ha aconseguit aïllar cada material. Per elaborar-lo s'ha obtingut la diferència entre la temperatura assolida quan no hi havia cap material aïllant i la temperatura que ha arribat per cada material aïllant.



Problemes de la pràctica i conclusions extretes

En primer lloc, vull dir que vaig tenir alguns problemes per trobar la distància ideal entre el focus i la capa del material aïllant. Començant per 25 cm, no variava suficientment la temperatura; a 12,5 cm es podien apreciar millor les variacions per cada material; a 5 cm les variacions es veien de manera clara degut a estar tant a prop, però gairebé tots els materials es començaven a deformar-se i fins i tot el poliestirè extruït es va cremar. Per això vaig acabar fent una separació de 10 cm.

Apart d'aquests problemes, els resultats i conclusions obtinguts són els següents:

El poliuretà és el millor aïllant tèrmic amb molta diferència als altres. La temperatura augmenta de manera progressiva sense pujades brusques.

El poliestirè expandit i el poliestirè extruït, són bastant semblants fins als 6 min, però a partir d'aquest l'expandit supera l'extruït.

La llana de roca és el pitjor aïllant tèrmic pel que he vist.

També he pogut veure com els coeficients de conductivitat dels materials es compleixen i en alguns casos podrien variar una mica per la densitat de cada material.



3.3.3.2 ASSAIG ACÚSTIC

Objectius de la pràctica

L'objectiu de la següent pràctica és veure quin material aïllant respon millor davant un so acústic.

La pràctica consistirà en posar un so constant a l'interior de la caseta i mesurar els dB produïts a l'exterior en funció del material aïllant que es posi en cada cas.

Material utilitzat

- Model de casa bioclimàtica del sub-projecte 9b del PSE- ARFRISOL.

En concret utilitzaré la base, la peça de mur triple i el mur de cartró

- Coberta de fullola de pi de 4 mm
- Plaques dels diferents materials aïllants
- Altaveu
- Ordinador
- Soroll rosa (constant)
- Smartphone i l'aplicació d'android *Decibel-O-Meter*. Font: foto pròpia
- Altres elements com per exemple, celo, goma elàstica, llibre pesat etc.



Muntatge

El primer pas serà muntar la triple paret de cartró a la base. Tot seguit col·locaré la paret de cartró a la façana de la casa.

El següent pas és introduir l'altaveu a dins de la casa. Els cons de l'altaveu han d'anar dirigits cap a la paret que volem treballar, és a dir, a la de la façana.

La placa del material aïllant anirà a la part interior de la casa, aprofitant la doble ranura de la base.



Tot seguit col·locarem la coberta al cap d'amunt. La coberta del kit d'ARFRISOL en aquest cas no ens servirà. Haurà de tenir un tall en una cantonada per poder passar el cable de l'altaveu.

Per últim col·locarem un pes sobre la coberta perquè quedi el màxim estanca possible. També posarem una goma elàstica que fixi totes les parets per aconseguir la mateixa finalitat.

Valors experimentals

A continuació veurem com es comporten els diferents materials aïllants davant del so. Per poder fer la pràctica el màxim correcta i exacte, s'ha procurat mantenir en tots els casos les mateixes variables dependents.

Cal dir que a l'ambient on s'ha realitzat la prova hi ha 38 dB sense cap mena de soroll.

El volum del so emès per l'altaveu, ha sigut sempre constant igual que el soroll rosa.

La distància de la paret on hi havia l'aïllament i el smartphone, que feia la funció de sonòmetre, ha estat sempre la mateixa

DIAGRAMA DE BARRES 1: dB DE L'EXTERIOR EN FUNCIÓ DEL MATERIAL

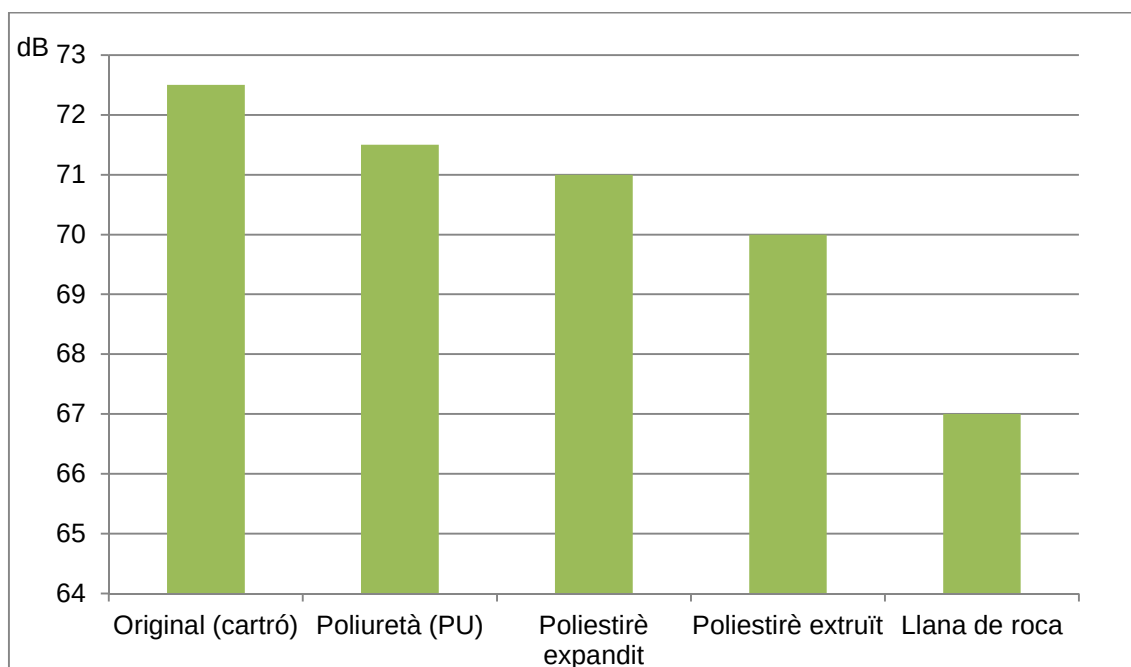
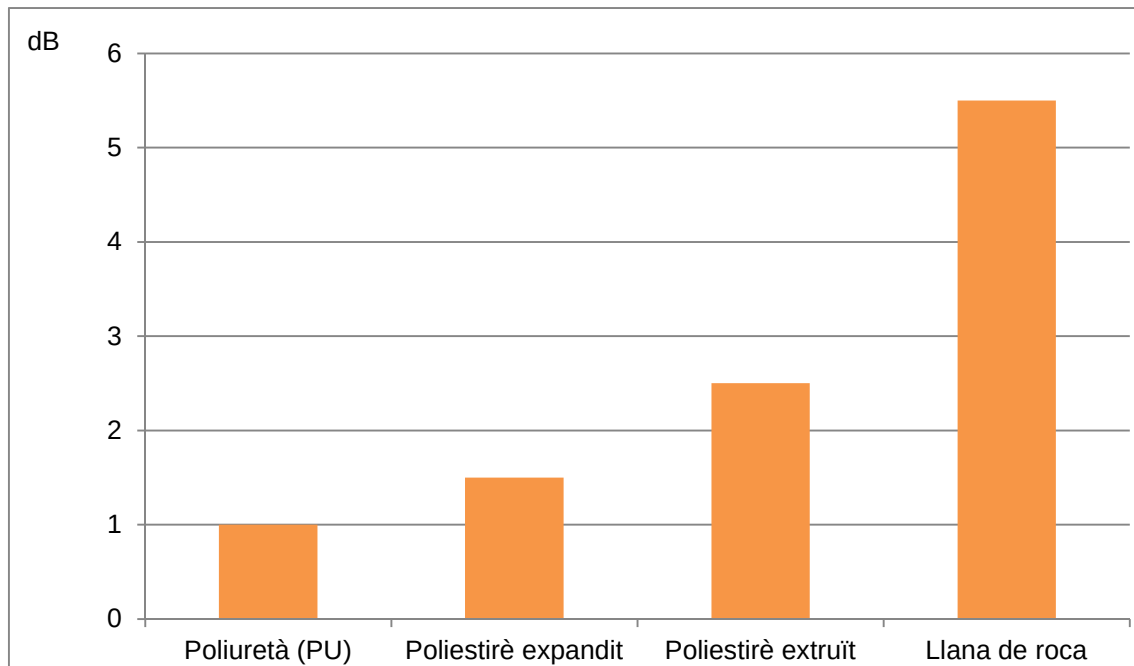


DIAGRAMA DE BARRES 2: SOROLL TOTAL AÏLLAT

El següent diagrama mostra quants decibels ha aconseguit aïllar cada material.

Per elaborar-lo s'ha fet la diferència entre la mesura quan no hi havia aïllant i la mesura obtinguda de cada aïllant.



Problemes de la pràctica i conclusions extretes

Un dels problemes de la pràctica ha sigut com trobar la millor aplicació per fer la funció de sonòmetre. Algunes aplicacions limitaven els dB, i altres els i costava molt establir-se en un valor determinat.

Les conclusions extretes d'aquesta prova són:

La llana de roca és el millor aïllant acústic que trobem amb molta diferència respecte a la resta.

El poliuretà, el poliestirè expandit i el poliestirè extruït estan molt per sota la llana.

S'ha pogut comprovar com els materials de cel·la tancada responen malament davant el so i en canvi els de cel·la oberta com la llana de roca responen bé degut a que el so rebotja en el seu interior.

3.4 RAPIDESA I MUNTATGE

La rapidesa d'execució d'una obra és un fet molt important i molt valorat. Segons quin sistema es triï es podrà acabar l'obra amb més o menys rapidesa. És lògic que les estructures lleugeres seran els millors sistemes en aquest sentit. Tot seguit compararem l'estructura lleugera d'acer galvanitzat amb el panell sandvitx.

ESTRUCTURA LLEUGERA D'ACER GALVANITZAT	PANEL SANDVITX
Necessitat de molts perfils de suport per poder muntar les plaques de cartró-guix o OSB. El material aïllant es posa per separat, de manera que s'alenteix una mica el procés de muntatge. És molt còmode per passar instal·lacions elèctriques a través de l'espai entre l'aïllament i la placa de guix i també per sobre del falç sostre.	Es necessiten únicament uns perfils en forma U o Ω a la part inferior i superior per suportar els panells. Al ser elements autoportants no necessiten estructures addicionals per transmetre les càrregues (exceptuant grans llums). Disposen de sistemes d'unió entre ells com el ganxo i l'<i>instaclack</i>, cosa que fa que sigui una construcció molt ràpida. També s'estalvia la feina de tractament de juntes, i la preparació per els acabats finals.

3.5 ACABATS FINALS

Es necessari que el sistema constructiu no produeixi una limitació en l'acabat final de l'edifici. Cap dels sistemes estudiats no suposa limitacions d'aquest tipus. En especial, el panell sandvitx, permet qualsevol acabat possible.

4. ELECCIÓ DEL MILLOR SISTEMA CONSTRUCTIU

Degut a que es vol fer un habitatge unifamiliar bàsic d'una planta, la utilització del panell sandvitx seria la millor solució, ja que per petites llums, el propi panell seria suficient i no caldrien estructures per suportar les càrregues de l'edifici. D'aquesta manera, s'aconseguiria finalitzar la construcció amb un termini molt curt i de manera fàcil, sense la utilització de grans mitjans humans i tècnics, eines i maquinàries, etc.

Es tracta doncs d'una construcció econòmica mantenint o inclús millorant les seves propietats d'aïllament i confort tèrmic. Per això, decidiré utilitzar panells amb nucli de poliuretà ja que s'ha pogut veure que és el que millor respon en aquest apartat. Aquest fet, proporcionarà a l'habitatge una disminució de la seva demanda energètica i la farà més eficient. També es veurà repercutit en la disminució de les despeses energètiques.

En l'assaig acústic realitzat, s'ha pogut veure el mal comportament del panell sandvitx de poliuretà. Per solucionar això, en els tancament que necessitin millor aïllament acústic, es farà un trasdosat, és a dir, complementar el panell sandvitx amb més aïllament complementari i una placa de fibra - guix. S'utilitzarà la llana de roca per dur a terme aquesta funció degut a les seves excel·lents propietats davant el so. També, al ser un material inorgànic, donarà unes molt bones prestacions de reacció i resistència al foc. Utilitzarem en aquests casos, una combinació dels dos sistemes.

Respecte les capes de cobertura, per un habitatge, les més recomanables són la fibra – guix, per parets interiors i el formigó alleugerat, per parets amb contacte amb la humitat i la intempèrie.

Per últim, el panell sandvitx, ens permetrà oferir un molt bon acabat final al conjunt, donant un aspecte molt similar al d'una obra ceràmica tradicional. La coberta és podria construir amb tègula americana, d'origen bituminós que garanteix la impermeabilitat a l'aigua, té un pes molt reduït i fàcil de col·locar.

5. ESTALVI ENERGÈTIC

5.1 CONSIDERACIONS PRÈVIES

5.1.1 EL CONFORT

L'objectiu d'una casa és obtenir el confort, és a dir, tenir una temperatura interior adequada, que dependrà de l'època de l'any.

A l'estiu la temperatura ha d'oscil·lar entre 24 i 26 °C

A l'hivern, durant el dia, la temperatura ha d'oscil·lar entre 20 i 22 °C i durant la nit, entre 15 i 17 °C.

Perquè una habitatge sigui confortable, ha de donar sensació de benestar. Podem diferenciar dos tipus de confort:

El confort tèrmic: és el confort climàtic, la humitat la quantitat i el moviment de l'aire i el vestuari.

El confort lumínic: es basa en el nivell d'il·luminació, l'enlluernament provocat per una diferència excessiva entre brillantor,...

5.1.2 CONSTRUCCIÓ BIOCLIMÀTICA I SOSTENIBLE

L'**arquitectura bioclimàtica o passiva** és aquella que aprofita els fluxos energètics locals per tal de minimitzar la utilització d'energies aportades amb sistemes actius. Utilitza materials i tecnologies apropiades, maximitzant l'eficiència en l'ús dels recursos naturals que ofereix l'emplaçament.

En un edifici bioclimàtic cal integrar en el projecte d'arquitectura criteris de disseny que utilitzin els elements constructius i funcionals que permetin aconseguir un nivell de confort, higiene i control dels paràmetres ambientals més grans.

Els aspectes constructius més importants que s'han de tenir en compte a l'hora de construir un edifici són la forma i l'orientació, l'aïllament tèrmic, la climatització i la il·luminació natural.

L' **arquitectura sostenible** és la que té en compte l'impacte ambiental de tots els processos implicats en un habitatge, des dels materials de fabricació (obtenció que no produeix residus tòxics i augmenti la producció de CO₂) fins les tècniques de construcció (que suposin una mínima deterioració ambiental).

5.1.3 CLIMA I LOCALITZACIÓ

A l'hora de dissenyar l'edifici s'han d'estudiar quines característiques té l'emplaçament escollit per tal d'aprofitar al màxim els recursos que ofereix un territori. Un dels factors a tenir en compte és el clima.

El **clima** és un conjunt de condicions atmosfèriques que caracteritzen una regió. A Catalunya, ens trobem davant del clima mediterrani, un clima temperat i que experimenta canvis entre l'estiu i l'hivern però no molt bruscos.

El **microclima** és el conjunt de factors atmosfèrics que caracteritzen un contorn o àmbit més reduït. Els factors que el determinen són l'orientació, l'altitud, l'orografia del terreny, el vent, la presència propera d'una massa d'aigua, la plantació d'una massa forestal i la disposició de les edificacions dins les àrees urbanes.

A l'hora de projectar un edifici cal conèixer molt bé el microclima exterior exacte on s'hagi d'actuar.

5.1.4 FORMA I ORIENTACIÓ

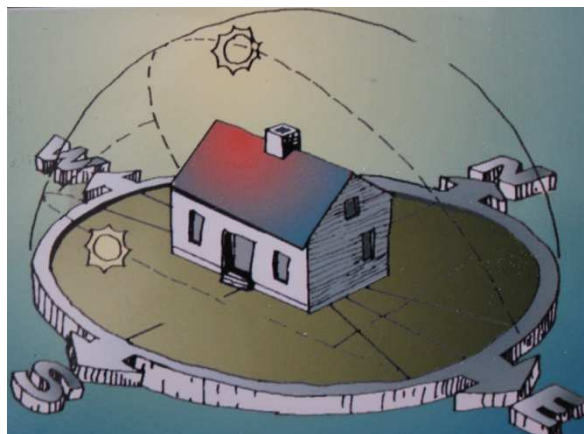
La forma i l'orientació determinaran la quantitat de radiació solar que rebrà l'edifici. És important conèixer com incideix el sol en cada cas per poder valorar quina és la forma més adequada per a l'edifici, sempre tenint en compte les possibilitats que ofereixi l'emplaçament. La radiació solar és diferent en funció de la façana en la que incideixi.

SUD → Es rep el sol tot el dia.

EST → Es rep el sol pel matí.

OEST → Es rep el sol per la tarda.

NORT → No es rep el sol en tot el dia.



Casa orientada al sud. Font: ciemat

Per a climes temperats, la forma més eficient és la que situa l'edifici en la direcció de l'eix est-oest, amb la façana principal mirant cap al sud, per rebre el màxim de radiacions solars. Cal no allargar excessivament l'edifici, ja que augmentaria la superfície exterior i es donarien pèrdues de calor a l'hivern. En general, cal minimitzar la superfície exterior de l'edifici, sobretot en aquelles orientacions que no reben aportacions solars.

L'objectiu d'aquesta forma és minimitzar les necessitats de calefacció a l'hivern i reduir les necessitats de refrigeració a l'estiu. Cal procurar que les dimensions més grosses estiguin orientades cap al sud. Si no és possible una orientació cap al sud, és preferible que es desvii cap a l'est, de manera que s'aprofitaria el sol de matí a l'hivern i es fugiria del sol de tarda a l'estiu.

Tenint en compte aquests aspectes, s'hauria d'aplicar a la distribució de les estances:

Les estances amb més ocupació s'haurien de situar a les zones amb més radiació (SUD) i protegir-les de les orientacions o alçades més desfavorables interposant espais amb menys exigències de confort.

5.1.5 OBSTACLES

Per tenir l'aprofitament màxim de la llum del sol, també és important que ens fixem si tenim obstacles que dificultin aquest aprofitament. Hem de mirar de no tenir arbres i altres edificis que donin ombra a la casa. En cas de tenir vegetació a prop, s'ha de procurar que sigui de fulla caducifòlia i no perenne.



Font: ciemat



Font: ciemat

D'aquesta manera, a l'estiu provocaria ombra a la casa per ajudar a que els rajos no escalfin més del compte la casa i a l'hivern no intervinguin en ajudar a escalfar-la.

5.2 MITJANS PASSIUS PER ESTALVIAR ENERGIA

5.2.1 ESTIU

A l'estiu la temperatura de confort es situa entre 24 i 26 °C. És molt important controlar la humitat, ja que si és excessiva (per sobre del 75 %), provoca sensació sufocant i així impedeix que la suor s'evapori i es refrigeri. És per això que en aquesta època de l'any cal evitar que la casa absorbeixi calor, ja que d'aquesta manera s'augmentaria molt la temperatura.

També és important eliminar el màxima calor quan sigui possible.

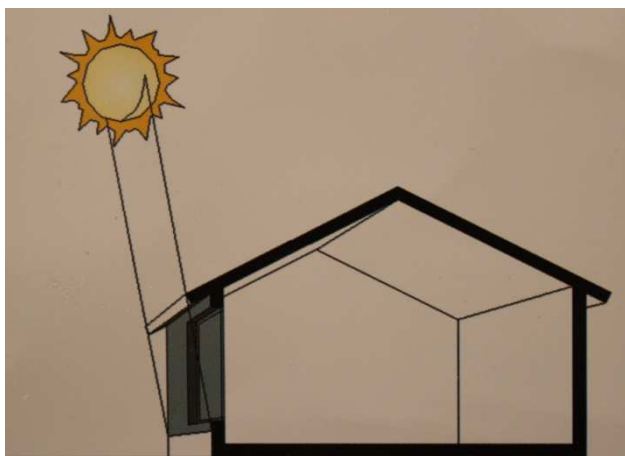
Als climes més humits és molt efectiu el moviment d'aire (ventilació), ja que activen l'evaporació de la suor, mentre que als més secs és millor intentar refrescar l'ambient humitejant-lo.

5.2.1.2 PROTECCIONS CONTRA LA RADIACIÓ SOLAR

A l'estiu el sol està situat molt verticalment. Amb aquestes proteccions s'aconsegueix que el sol no entri directament per les obertures.

Elements fixos com voladissos compleixen aquesta funció. Els porxos fan també aquesta funció ja que deixen passar el sol a l'hivern fins a l'interior de l'habitatge i el priva d'entrar tan sols als vidres a l'estiu.

També es pot aconseguir protecció solar mitjançant la vegetació. Els arbres de fulla caduca a la façana sud, impedeixen l'entrada del sol a l'estiu i la permeten a l'hivern.



Voladís teulada. Font: ciemat

Altres elements mòbils com persianes, cortines, també ajuden per evitar l'entrada de la radiació solar.

Totes aquestes accions estan destinades a evitar l'efecte hivernacle, ja que si el sol travessa els vidres i escalfa els materials interiors, s'augmentaria la temperatura excessivament.

La coberta és l'element més exposat als diversos intercanvis, sobretot a l'estiu ja que el sol incideix perpendicularment. Per això cal que es disposi d'un bon aïllament amb una càmera d'aire que ens absorbeixi les diferències de temperatura. A l'estiu funcionen bé les cobertes ventilades per evitar l'acumulació d'escalfor.

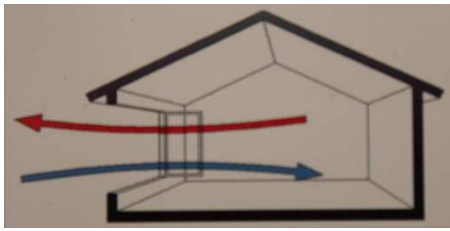
5.2.1.2 VENTILACIÓ

La ventilació ha de permetre una bona qualitat de l'aire interior, per poder respirar, evitar les males olors i riscos de salut. Part de la renovació es pot obtenir per la pròpia transpiració de l'edifici, però sovint cal una ventilació voluntària per assolir els mínims desitjats.

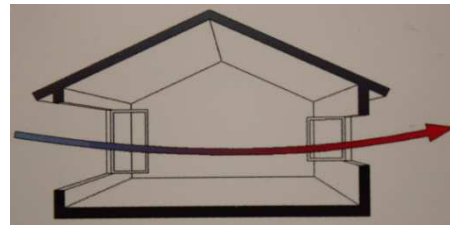
La ventilació voluntària només és efectiva si la temperatura exterior és menor que la del interior. És per això que és recomanable la ventilació nocturna.

Distingim dos tipus de realitzar la ventilació.

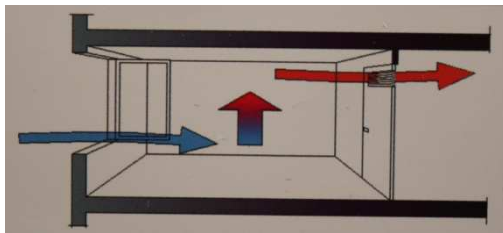
- La **ventilació simple**: es produeix a l'obrir la finestra de l'habitació. L'aire entra i surt pel mateix forat.
- La **ventilació creuada**: es produeix a l'obrir la finestra i la porta o bé dues finestres que no estiguin a la mateixa paret. L'aire entra per una obertura i surt per l'altre, creuant l'habitació. És molt més efectiva que la simple.
- L'**efecte xemeneia**: es pot produir si es disposa de reixetes a la part superior de les portes o finestres. Es basa en que l'aire calent pesa menys que el fred, de manera que tendeix a pujar a dalt de l'habitació. Mitjançant la ventilació pot ser evacuat per aquestes obertures superiors.



Ventilació simple. Font: ciemat



Ventilació creuada. Font: ciemat



Efecte xemeneia. Font: ciemat

5.2.2 HIVERN

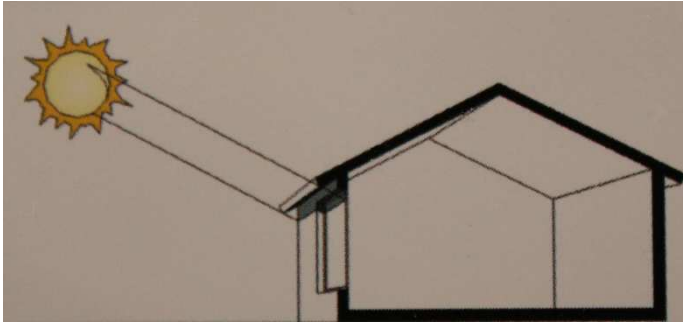
A l'hivern, l'objectiu és absorbir i acumular la màxima quantitat de calor possible. També cal evitar que s'escapi el calor acumulat, tenint molta cura de les superfícies fredes (vidres i zones mal aïllades). Una humitat per sota del 30 % dona sensació de sequedat, mentre que per sobre del 80 % pot generar malestar a causa de la roba humida o la sensació de suor. Un moviment excessiu de l'aire provoca sensació de fredor.

5.2.2.1 CAPTACIÓ SOLAR

A l'hivern, l'objectiu és afavorir l'entrada de la radiació solar, evitant qualsevol tipus de protecció.

Les finestres són uns elements molt importants, ja que són una font d'il·luminació natural, sempre hi quant es regulin els enlluernaments amb elements reguladors (cortines).

En aquesta estació de l'any, el sol està a menys alçada que l'estiu de manera que els voladissos pensats per l'estiu no afectarien l'entrada dels rajos solars. Els arbres de fulla caducs tampoc evitarien l'entrada de la radiació solar.



Entrada sol estiu. Font: ciemat

Si es disposa de galeries amb finestres, hauran d'estar tancades perquè no es produeixi l'efecte hivernacle. Les cortines i persianes, haurien d'estar alçades per permetre que entrés la màxima quantitat de llum possible.

5.2.2.2 AÏLLAMENT I MÍNIMA VENTILACIÓ

Evitar les pèrdues energètiques a través de les parets i les finestres és un dels objectius més importants a l'hivern.

L'aïllament, ha d'estar situat en tots els tancaments que componen l'edifici, sobretot a la coberta i als llocs freds on no toca gaire el sol.

Normalment, els habitatges tenen zones sense aïllar com per exemple les finestres i les caixes de persiana. Aquestes zones suposen el 40 % de les pèrdues totals. Poden arribar a ser un pont tèrmic important. Per evitar-ho, cal que les obertures siguin de doble vidre amb perfils sense pont tèrmic i tinguin elements aïllants com persianes, cortines i porticons. Les juntes han d'impedir les filtracions d'aire.

La ventilació a l'hivern és necessària però no fa falta gaire temps per renovar l'aire d'una habitació. Amb 10 minuts tots els matins seria suficient.

5.3 MITJANS ACTIUS PER ESTALVIAR ENERGIA

5.3.1 IL·LUMINACIÓ

Evitar l'ús indiscriminat de la llum artificial i aprofitar al màxim la llum natural el possible té un cost 0.

En les situacions que no sigui possible utilitzar la llum natural, s'haurà d'utilitzar l'artificial per força. El tipus de làmpada més comuna és la bombeta

incandescent. Energèticament és molt poc eficient. Dissipa molta energia en forma de calor i la seva vida és curta.

Existeixen les bombetes de baix consum, que consumeixen $\frac{1}{4}$ part de l'energia que consumeixen les incandescents.

La il·luminació LED és la que millor rendiment té:

1 W LED equival a 8-9 W incandescent.

1 W LED equival a 2 W baix consum.



Bombeta LED. Font: tecnologyc.com

Aquest millor rendiment del LED millora la pèrdua en forma de calor que tenien els altres tipus.

Tant el baix consum com el LED suposen una inversió major, però que s'amortitza ràpidament degut a la llarga vida útil.

Segons com s'il·lumini, també suposa un estalvi energètic. La il·luminació pròxima i focal per treballs com estudiar és molt més efectiva que les llums generals, que necessiten més potència per arribar amb la mateixa intensitat al punt de treball.

5.3.2 REFRIGERACIÓ

La refrigeració evaporativa és una de les tecnologies més utilitzades a Espanya, tant a les indústries com en habitatges.

S'utilitza el principi natural de l'evaporació de l'aigua per produir aire fresc, igual que es refresca la brisa marina.

El seu funcionament és molt senzill. Els aparells recullen l'aire de l'exterior i mitjançant un ventilador, l'impulsen a l'interior de l'habitatge, fent-lo passar prèviament per un filtre mullat amb aigua. L'aire es refreda en entrar en contacte amb el filtre humit a causa de l'evaporació de l'aigua, reduint d'aquesta forma la temperatura de 8 a 10 °C.



Principi d'evaporació. Font: biocool.info



Refrigerador evaporatiu. Font: biocool.info

El seus principals avantatges són:

Estalvien energia, ja que només consumeixen la del ventilador. Tenen un baix cost d'instal·lació i de manteniment. No utilitza gasos CFC's (provocadors de l'efecte hivernacle de les emissions de CO_2), només aigua que es retorna a l'atmosfera en forma de vapor

Altres sistemes com l'aire acondicionat, que incorporen compressors, arriben a consumir un 70 % més d'energia que aquest sistema.

Existeixen nous sistemes com el "fred solar", que utilitzen l'energia solar per refrigeració de l'ambient mitjançant un sistema d'absorció. És una tecnologia que pot funcionar tant amb plaques fotovoltaïques com en solars tèrmiques. És molt novador cosa que es veu reflectiu en el preu del sistema. Actualment no és un sistema econòmicament rentable.

Video explicatiu <http://www.biocool.info/video.htm>

5.3.3 CALEFACCIÓ

La calefacció elèctrica, exceptuant la bomba de calor té un mal rendiment i no es recomanable. 1W elèctric equival a 1 W de calor. No utilitzarem mai l'energia elèctrica per escalfar, amb aparells com calefactores, estufes elèctriques,...

La temperatura de confort està entre 20 i 22 °C. Un abús pot ser perjudicial per la salut. Per cada grau que s'augmenta la temperatura es consumeix un 5 % més d'energia.

La calefacció ha de ser centralitzada ja que resulta més econòmica i produeix un millor benestar que la individualitzada. Té l'inconvenient que requereix un

control més gran que no pas la individual. Per això, instal·lant aixetes termostàtiques a cada radiador, es pot aconseguir mantenir la temperatura de confort sense malgastar energia.

Mai s'han de tapar els radiadors per una bona distribució de l'energia. És important apagar la calefacció si s'ha d'estar més d'un dia fora.

5.3.4 RECUPERADOR / INTERCANVIADOR ENTÀLPIC

L'objectiu de la ventilació és garantir la qualitat de l'aire de l'interior dels edificis assegurant alhora el manteniment de la temperatura de confort. La renovació de l'aire dependrà de l'ocupació i el tipus d'activitat.

Els recuperadors de calor són aparells de ventilació que tenen la funció d'extreure l'aire malmès de l'interior de qualsevol recinte tancat, com per exemple les diferents estances d'un habitatge, i substituir-lo per aire net impulsat de l'exterior. Tenen la peculiaritat que aprofiten les propietats de l'aire que s'expulsa, és a dir la temperatura i la humitat i intercanviar-les amb l'aire que impulsem. En definitiva, ens beneficiem de les propietats tèrmiques de l'aire que expulsem a la vegada que ventilem el local adequadament.

En aquest procés d'intercanvi no hi ha mescla entre l'aire de l'exterior i l'aire de l'interior.

L'element que facilita aquest transport es denomina intercanviador. Consisteix en un conjunt de làmines amb unes obertures oposades per on circula l'aire d'impulsió i l'aire d'extracció. Cadascun dels corrents d'aire està en contacte amb les superfícies sòlides en les quals es produeix una cessió de calor de l'aire més calent al més fred.



Intercanviador. Font: solerpalau.es

5.3.5 EFICIÈNCIA ENERGÈTICA EN ELS ELECTRODOMÈSTICS

Els electrodomèstics són els aparells que més energia gasten. Tots els electrodomèstic, porten una etiqueta el la que es pot llegir el consum d'energia de l'aparell. Es recomana utilitzar les millors categories energètiques més eficients (A+, A++, A+++).



Tant les rentadores com els rentaplats, utilitzen la major part de l'energia que consumeixen per escalfar l'aigua per rentar. Es convenient proporcionar l'aigua ja escalfada anteriorment per una caldera per reduir el consum d'aquests aparells. Els rentaplats bitèrmics permeten aquesta funció.

3.5.6 COMUNIACIONS

La major part d'equipaments municipal, habitatges i oficines, entre d'altres, disposen d'ordinadors, impressores, fotocopiadores, equips electrònics, telèfons, etc. Es per això que es molt important tenir en compte un aspecte que sovint passa per alt.

Un dels punts d'eficiència energètica en aquests tipus de màquines és el concepte de consum en **Stand by**.

Es considera que un equip està en *stand by* o en repòs quan tot i que no està en ple funcionament de la seva activitat habitual, segueix consumint un mínim d'energia de l'ordre del 5-10 % del total. Per evitar aquest fet, pot resultar útil disposar d'un interruptor general que desconnecti la funció d' *stand by* quan no s'ha de fer ús d'aquests dispositius.

Aquest interruptor està situat en un punt de fàcil accés per tal de quan per exemple marxem de casa, poder apagar-lo.

3.5.7 APROFITAMENT RACIONAL DE L'AIGUA

3.5.7.1 DISMINUCIÓ ÚS D'AIGUA

El consum domèstic per habitant a Catalunya és aproximadament de 130 litres diaris distribuïts de la següent manera:

30% Vàter i rentamans, 20 % dutxa – banyera, 20 % rentadora i el 10 % rentavaixelles.

Existeixen en el mercat diversos dispositius per disminuir aquests xifres que són excessives.

La pressió que envia la companyia d'aigua mai no és sempre la mateixa, varia entre 2-6 bars. Els **reductors de cabal** a les aixetes, permeten disminuir la pressió excessiva d'aquestes. És recomana utilitzar uns 2-3 bars de pressió.

Els limitadors a les aixetes també limiten el temps de l'ús de l'aigua a un cabal determinat. S'anomenen **aixetes temporitzades** i poden ser mecàniques o bé amb un sensor que detecta la presència de la mà per posar-la en funcionament i l'atura en retirar-les.



Font tresgriferia.com

També existeixen les **vàlvules termostàtiques** i els controladors electrònics de temperatura, que regulen l'aigua freda i l'aigua calenta de manera automàtica de manera que s'aconsegueix no malgastar aigua buscant la temperatura ideal.

Pel que fa referència als vàter, cal incorporar la possibilitat de poder triar la **descàrrega d'aigua variable** de 3 o 6 litres, enlloc dels habituals 10-12 litres fixes. També és recomanable que disposin de pulsadors de flux interromput, amb la possibilitat d'interrompre la descàrrega en un moment donat.

3.5.7.2 RECUPERACIÓ DE LES AIGÜES PLUVIALS

L'aigua de la pluja pot ser un complement de l'aigua utilitzada i a l'hora pot ajudar a reduir els costos de l'abastament que suposa. No es pot considerar un substitut al 100 %, ja que no es pot preveure amb exactitud la seva disponibilitat, però quan se'n disposa pot ajudar a fer baixar la factura mensual.

Es tracta d'un dipòsit, sovint soterrat, destinat a acumular l'aigua de la pluja recollida de la teulada a través de canaleres de baixada de pluja. Passant per un filtre, es diposita aquesta aigua dins del dipòsit. Una vàlvula de 3 vies acciona la bomba del dipòsit sempre i quan es disposi d'aigua dins. Si s'acaba l'abastament, pren automàticament l'aigua de la xarxa.



Canonades teulada recollida aigua pluvial. Font: foto pròpia.

Aquesta aigua pot ser útil en equipaments de reg, sanitaris, rentadores, etc.

5.4 ENERGIES RENOVABLES RECOMENABLES PER UN HABITATGE

L'energia renovable és el conjunt de fonts d'energia que periòdicament es troben a disposició dels humans i que aquests són capaços de transformar en energia útil. Teòricament són inesgotables, ja que provenen de l'energia del sol. Considerem que es regeneren, o es renoven, naturalment de manera més ràpida a la velocitat que les consumim.

Les energies renovables es consideren alternatives comparades amb el model energètic tradicional, tant per la seva disponibilitat (present i futura) garantida, a diferència dels combustibles fòssils, que necessiten milers d'anys per la seva formació i són exhauribles. També tenen un impacte mediambiental menor.

Són energies renovables les produïdes pel sol com l'energia solar tèrmica i l'energia solar fotovoltaica; la produïda pel vent com l'energia eòlica; la produïda pels rius i corrents d'aigua com l'energia hidràulica i la mini hidràulica; la produïda per els mars i oceans com l'energia mareomotriu, de les ones, dels corrents marins, de diferències de temperatura; la produïda per la matèria orgànica com la crema de biomassa, residus sòlids, biogàs; i la produïda per la calor de la terra com l'energia geotèrmica.

Els avantatges de les energies renovables són l'abundància d'aquestes fons, el cost menor i la menor quantitat d'emissions i residus.

Els desavantatges són l'elevat cost econòmic, la quantitat irregular i incontrolable d'energia obtinguda. Algunes produeixen efectes com la contaminació visual (dels aerogeneradors).

Per un habitatge situat en el nucli urbà d'un poble, les energies renovables més aconsellables tant a nivell econòmic, visual, acústic i efectiu són les que aprofiten la llum del sol per aconseguir energia i la biomassa.

5.4.1 ENERGIA SOLAR

5.4.1.1 LLUM SOLAR

Aprofitant la llum del sol ens podem abastir d'il·luminació natural de manera il·limitada. Coneixem dos sistemes per fer-ho:

Els **sistemes de pas** de llum com són les finestres, les claraboies, cobertes transparents, etc. Són sistemes que deixen passar de manera directa la llum a les estances de l'interior.

Els **sistemes de conducció** de llum són conductes que capten la llum natural i la condueixen de diferents maneres a l'interior.

Un exemple de sistema de conducció de llum natural recentment utilitzada és els sistemes SUNPIPE de l'empresa *Sunlux* ®. És un sistema d'il·luminació natural que capta la claror solar de la coberta, present des de la sortida del sol fins la posta, tant a l'estiu com a l'hivern i inclús amb núvols, a través de la seva exclusiva cúpula en forma piramidal, transportant-la per un tub d'alumini amb

un acabat interior de mirall fins a l'espai interior a il·luminar. La llum que s'aconsegueix és blanca, natural, relaxant i molt saludable. El sistema queda estanc, evitant així l'entrada de fred o de pèrdues de calor. Les mides de l'aparell es troben de 25 a 53 cm de diàmetre i estan pensats per il·luminar espais interiors com banys, escales, passadissos i altres com cuines.



Font: sunlux.es

5.4.1.2 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

L'energia solar fotovoltaica consisteix en obtenir electricitat directament a partir de la radiació solar mitjançant un dispositiu semiconductor anomenat cèl·lula fotovoltaica.

Quan un determinat material és il·luminat amb la part visible de l'espectre solar, part dels electrons que configuren els seus àtoms absorbeixen energia dels fotons de la llum, alliberant-se així de les forces que els lliguen al nucli i adquirint llibertat de moviment. Aquest espai que ha deixat l'electró tendeix a atraure qualsevol altre electró que estigui lliure. Per convertir aquest moviment d'electrons en corrent elèctric és necessari direccionar el moviment dels electrons creant un camp elèctric en el sí del material.

La cèl·lula solar és un semiconductor on artificialment s'ha creat un camp elèctric permanent, amb la qual cosa, quan s'exposa la cèl·lula solar a la llum del sol, es produeix la circulació d'electrons i l'aparició del camp elèctric entre les dues cares de la cèl·lula.

Entre diversos materials semiconductors utilitzats per la fabricació de cèl·lules fotovoltaïques, el més emprat és el silici (monocristal·lí, policristal·lí o amorf). Aquest silici dopat (contaminat artificialment) per el fòsfor o el bor, constitueix una cap de semiconductor amb excés de càrrega negativa, en el cas del fòsfor que s'anomena "n" o amb excés de càrrega positiva en el cas del bor, que s'anomena "p". La unió d'aquestes dues capes semi conductores "n-p" proveïda dels contactes elèctrics adequats fa possible l'aparició del corrent elèctric quan s'il·lumina la capa "n"

La potència nominal de les cèl·lules es mesura normalment en vats pic (Wp), que és la potència que pot proporcionar la cèl·lula amb una intensitat de radiació constant de 1.000 W / m^2 a $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Per aconseguir una potència utilitzable, cal unir un cert nombre de cèl·lules en el que s'anomena placa fotovoltaica.

Per optimitzar el rendiment de les instal·lacions solars fotovoltaïques cal orientar les plaques al sud i inclinar-les per aprofitar al màxim la radiació solar. Això es dona quan la inclinació de la placa és igual a la de la latitud de l'emplaçament menys 10° .

Existeixen dos tipologies d'instal·lacions fotovoltaïques:

Instal·lacions autònomes o aïllades de la xarxa elèctrica: permeten oferir un servei a corrent contínua o a corrent alterna (equivalent a la xarxa elèctrica) en emplaçament on la xarxa elèctrica no arriba. Proveeix un servei elèctric de manera fiable, segura i respectuosa amb el medi ambient. Pot cobrir el 100 % de les necessitats elèctriques d'un emplaçament, encara que pot acompanyar-se d'altres sistemes de suport.

Els principals components d'una instal·lació solar fotovoltaica són:

- **Camp fotovoltaic:** que capta la radiació solar i la transforma en electricitat a corrent continu.
- **Bateries o acumuladors:** que emmagatzemen l'energia produïda durant les hores de radiació solar, i permeten disposar-ne durant les 24 hores del dia i en dies d'escassa radiació.
- **Regulador de càrrega i bateries:** és un equip electrònic encarregat de protegir les bateries de descàrregues i sobrecàrregues. En el cas de sobrecàrrega el regulador posa les plaques en curtcircuit i talla el pas del corrent a les bateries. En cas de descàrrega avisa al consumidor amb una alarma o bé talla el subministrament si el consum continua.
- **Inversor:** transforma el corrent continu (12V a 24V) generat per la instal·lació fotovoltaica en corrent altern (220V i 50Hz) per poder ser utilitzats en els aparells de consum.

CAMP FOTOVOLTAIC	BATERIES
	
Font: foto pròpia	Font: foto pròpia
REGULADOR	INVERSOR
	
Font: foto pròpia	Font: foto pròpia

Instal·lacions connectades a la xarxa elèctrica: on tota l'electricitat generada s'aboca a la xarxa elèctrica de distribució.

Tenen els components en comú respecte les instal·lacions aïllades: Camp fotovoltaic i l'inversor.

Per tal de controlar la instal·lació disposen de:

- **Proteccions:** equips que desconnecten la instal·lació en el cas de no detectar tensió a la xarxa, en el cas de pèrdua d'aïllament. Altres proteccions són els diferencials i els magneto tèrmics. Els diferencials protegeixen contra contactes directes i els magneto tèrmics contra sobrecàrregues, evitant que es facin malbé els cablejats o els equips.

- **Comptadors de compra – venda:** s'encarrega de quantificar l'energia bruta que s'ha abocat a la xarxa elèctrica i la que s'ha consumit en la pròpia instal·lació fotovoltaica per així, poder facturar a la companyia elèctrica l'energia neta que finalment s'ha abocat.
- **Comptador d'entrada de l'habitatge o emplaçament:** comptabilitza, de manera independent de la instal·lació fotovoltaica, l'energia que es consumeix a l'habitatge, local, etc.

5.4.1.3 ENERGIA SOLAR TÈRMICA

L'energia solar tèrmica consisteix en l'aprofitament directe, en forma d'escalfament o energia calorífica, de la radiació solar incident. Una instal·lació solar tèrmica, està formada bàsicament per un camp de col·lectors solars, un conjunt de canonades aïllades tèrmicament i un dispositiu acumulador d'aigua.

Els **sistemes de captació actius** són els sistemes basats en la captura de la radiació solar per part d'uns col·lectors mitjançant un fluid, que després transfereixen l'escalfor generada a un sistema d'utilització o d'emmagatzematge.

Segons les dimensions de la instal·lació, la temperatura assolida i el seu ús podem diferenciar els següents sistemes solars.

Els sistemes solars d'alta temperatura, els de mitjana temperatura i els de baixa temperatura. Per un habitatge ens interessa centrar-nos en els de baixa temperatura ja que els altres són centrals on s'aconsegueixen altes radiacions i temperatures.

Els sistemes solars de baixa temperatura, estan formats per un camp de captadors solars plans fixos. Amb aquestes instal·lacions es genera calor a baixa temperatura, inferior als 100°C. Es solen utilitzar bàsicament per obtenir ACS i calefacció. Menys freqüentment, es pot utilitzar per escalfar piscines o bé per alimentar una màquina de refrigeració per absorció, que utilitza calor en lloc d'electricitat per produir fred amb el que es pot acondicionar l'aire dels locals.

Producció d'aigua calenta sanitària (ACS)

És l'aplicació més rendible i la més comuna. La instal·lació no està pensada per cobrir el 100 % de les necessitats d'aigua calenta, ja que a l'hivern la radiació és molt menor que a l'estiu. Caldrien grans instal·lacions difícilment amortitzables. És per això que s'utilitzen també altres mecanismes d'escalfament, com ara la caldera de biomassa, que combinada amb l' ACS resoluria una part dels consum d'energia.

Aquestes instal·lacions es componen bàsicament per:

- **El captador solar:** també anomenat col·lector solar, transforma la radiació solar en calor. El més utilitzat és el captador pla de coberta vidrada. El seu funcionament es basa en l'efecte hivernacle, és a dir, capta la radiació solar en el seu interior, la transforma en energia tèrmica i evita la sortida a l'exterior. Això s'aconsegueix interposant una superfície sòlida, l'absorbent, amb un coeficient d'absorció molt elevat (per això la majoria de captadors solars són de color negre que absorbeix la màxima radiació).

Un cop absorbit el 90% de l'energia incident, que es transforma en calor, s'ha d'evitar que aquesta es dissipï. Per això s'aïllen els laterals i la part posterior amb materials aïllants. També es col·loca un vidre entre la cara superior i l'ambient per reduir les pèrdues per convecció i radiació. Per facilitar la transmissió de la calor captada per l'absorbent al fluït tèrmic (aire, aigua) es fa circular aquest fluït de forma que tingui la màxima superfície de contacte possible amb l'absorbent.

La radiació solar, en arribar al captador, travessa la coberta transparent i incideix sobre la superfície absorbent, que capta aquesta radiació i la transmet, en forma d'energia tèrmica, al fluid que circula. En els circuits oberts, circula directament l'aigua de consum.

- **Dipòsit acumulador:** Serveix per acumular l'energia en els moments del dia en que es genera (quan hi ha sol) i utilitzar-la quan es produeix la demanda. En instal·lacions molt petites, es possible col·locar l'acumulador a la part superior del captador, equips coneguts com

termosifons, que aprofiten la circulació de l'aigua per diferència de temperatures (convecció).

- **Sistema de distribució de calor i consum:** Consta de sistemes de control i gestió de les instal·lacions, canonades, bombes per fer circular l'aigua, purgadors d'aire i vàlvules diverses.
- **Sistema de suport:** s'incorpora a la instal·lació un sistema de suport com ara un sistema convencional d'escalfament d'aigua o bé de biomassa. Aquests s'utilitzen quan la instal·lació solar no és suficient per cobrir la demanda d'aigua. Això passa en períodes sense sol.

CAPTADOR SOLAR	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓ
 Font: foto pròpia	 Font: foto pròpia
ACUMULADOR	
 Font: foto pròpia	

Calefacció

La calefacció es pot fer de dues maneres, mitjançant aire calent o bé mitjançant elements calefactors per dins dels quals circula aigua.

La demanda d'aquests sistemes, es produeix quan menys radiació solar hi ha (hivern) de manera que pot provocar una utilització anual baixa del sistema solar. Tenint en compte aquests aspecte, hem de dimensionar la instal·lació perquè cobreixi únicament una petita part (15-25%) i dedicant el sistema durant la resta de l'any a la producció d'ACS. La resta de les necessitats de calefacció a l'hivern les proporciona un sistema de suport.

La distribució de la calefacció es pot fer per diferents sistemes:

- **Terra radiant:** l'aigua circula per unes canonades situades a sota el paviment del local o habitatge. No s'escalfa l'aire sinó les parets, terres i objectes que el toquen. Finalment l'aire també s'escalfa però no de forma directa. Permet temperatures de l'aigua més baixes.



Instal·lació terra radiant. Font: inproinstalations.com

- **Radiadors:** l'aigua circula per el serpentí interior provocant la convecció de l'aire del local que passa a traves d'ell, de manera que s'escalfa.
- **Convectors forçats "Fan-coils":** l'aigua circula per un conjunt de tubs on un corrent d'aire travessa aquesta aigua i s'escalfa de manera que es distribueix a l'ambient.

5.4.2 LA BIOMASSA

Què és la biomassa?

El terme biomassa es refereix al conjunt de tota la matèria orgànica d'origen vegetal o animal, que inclou els materials que procedeixen de la transformació natural o artificial. L'energia que es pot obtenir de la biomassa prové de la llum solar, la qual, gràcies al procés de fotosíntesi, és aprofitada per les plantes verdes i transformada en energia que queda acumulada a l'interior de les seves cèl·lules.

Els diferents productes que es consideren dins del terme genèric de biomassa poden ser de tipus forestal, agrícola, del sector ramader i agroalimentari o bé de biomassa del tipus residual.

La major part d'aquests components es pot utilitzar com a combustible, ja sigui de forma directa, és a dir cremant-los o transformant-los en altres formes de combustible, com ara el biogàs o biodièsel.

L'aprofitament de l'energia de la biomassa contribueix notablement a la millora i conservació del medi, ja que no té un impacte mediambiental significatiu, atès que el CO_2 que s'allibera a l'atmosfera durant la combustió ha estat prèviament captat pels vegetals durant el seu creixement, per tant, el balanç final és nul. D'aquesta manera, s'aconsegueix substituir els combustibles fòssils que generaven emissions que no formaven part de l'atmosfera anteriorment i que eren causants del canvi climàtic.

També és beneficiosa per l'entorn, ja que a l'eliminar residus, disminueix el risc d'incendis.

Aplicacions de la Biomassa

Les **Calderes de biomassa** produeixen aigua calenta per alimentar els radiadors de la casa i alhora aigua calenta sanitària (ACS) per utilitzar-la en banys i cuines. Han d'estar situades en una sala de màquines. Tenen potències grans per abastir grans locals.

Les **estufes de biomassa** es posen en habitacions determinades i serveixen per calefactar l'ambient on es troben. Ho fan per mitjà de la irradiació i la distribució de l'aire calent des de les reixes frontals, a través de ventiladors. Algunes estufes permeten canalitzar l'aire calent a altres locals.

Tenen un alt rendiment, aproximadament del 90%. El 10% es perd per la sortida de fums. Cal dir que les utilitzades llars de foc, només aprofiten el 10% de l'energia que produeixen.

Les **termoestufes de biomassa** serveixen per escalfar tota la casa i produir aigua calenta sanitària per a tots els usos. Alimenten la instal·lació de calefacció utilitzant conductes i radiadors. Permeten col·locar-se en els llocs on més temps s'hi passa com ara menjadors i sales d'estar. Són la millor opció per locals no excessivament grans. Són un gran complement per utilitzar-se com a mecanisme de suport de les plaques solars tèrmiques.



Termoestufa de pèl·lets. Font: edlikammin.com

Combustibles utilitzats

Des de l'antiguitat, la **llenya** és el combustible més utilitzat. Amb els sistemes actuals s'aconsegueix un millor aprofitament de la mateixa i substituir els combustibles fòssils no renovables. És un recurs renovable i local, que aconsegueix emissions neutres de CO² amb preus estables. Per aprofitar al màxim l'energia de la llenya, aquesta ha de ser seca, amb uns dos anys d'assecatge en un lloc sec i ventilat. La llenya amb més energia que podem aconseguir en la nostra zona és l'alzina, el roure, el faig, entre d'altres. Els

menys recomanables són els de les famílies de les coníferes, com ara els pins, ja que la seva resina provoca molt sutja a les xemeneies i els vidres dels aparells.

Un altre recurs que s'utilitza per cremar i obtenir energia és l'anomenat **pèl·let**, una fusta triturada i compactada que forma uns cilindres de 5 o 6 mm de diàmetre per uns 30 o 40 mm de llarg. Aquest format el fa ser molt net i fàcil d'utilitzar. Les estufes o calderes, disposen d'un dipòsit que va alimentant automàticament la màquina i un altre on es recullen les cendres. La seva principal aplicació és la d'obtenció de calefacció i ACS per a qualsevol tipus d'instal·lacions, incloent-hi els habitatges. És un 50 % més barat que els combustibles fòssils i amés procedeixen de la fusta, un bé natural i renovable.



Pèl·let. Font: pelletshome.com

6. PROJECTE CASA EFICIENT A VILASSAR DE MAR

6.1 OBJECTIUS DEL PROJECTE

L'objectiu d'aquest projecte és simular un cas real de casa eficient posant a terme els coneixements i els sistemes exposats a la part teòrica. Es tractarà d'una construcció d'un habitatge unifamiliar que necessiti la mínima demanda d'energia externa perquè pugui tirar endavant. S'intentarà construir-la el més ràpid possible.

6.2 MUNICIPI I EMPLAÇAMENT

La casa es situa en el municipi de Vilassar de Mar, que es troba a la comarca del Maresme, a la província de Barcelona.

Concretament, la façana dona al carrer Cristòfol Colom nº 1. Pertany al nucli urbà de Vilassar de Mar.

La parcel·la escollida fa 985,5 m². Aquesta segueix els requisits d'una parcel·la 13d segons els POUM de Vilassar de Mar.

6.3 ANTECEDENTS

6.3.1 CONDICIONS DE L'EMPLAÇAMENT I ENTORN FÍSIC

L'emplaçament es troba en el nucli urbà de Vilassar de Mar, en un dels carrers més importants del poble.

Respecte l'entorn físic, cal dir que Vilassar de Mar és un poble costaner i per tant el tipus de terreny és sedimentari. Té una altitud d'uns 11 m sobre el nivell del mar. El terreny és pròxim a una riera.

Vilassar de Mar està a uns 25 km de Barcelona.

Anteriorment en aquesta parcel·la hi havia un magatzem de flor i el seu respectiu aparcament.

6.3.2 NORMATIVA URBANÍSTICA APLICABLE

La parcel·la correspon segons el PGOU de Vilassar de Mar en una zona extensiva de Ciutat Jardí (13d).

Norma general

1. En aquesta zona, l'edificació respon al tipus d'ordenació segons edificació aïllada, en habitatges voltats de jardí.
2. Correspon a la subzona extensiva (13d) de la zona de ciutat jardí.

Article 99. Edificabilitat

1. L'índex d'edificabilitat neta d'edificació en metres quadrats de sostre per metre quadrat de parcel·la en la subzona 13d és de $0,4 \text{ m}^2/\text{m}^2$.

Article 100. Condicions d'edificació

1. La superfície mínima de parcel·la, la llargada mínima de façana de la parcel·la i l'ocupació màxima de parcel·la en aquesta subzona s'estableix en la taula següent:

	Sup. Mínima parcel·la	Façana mínima parcel·la	Ocupació màxima
Subzona 13d	800 m ²	20 m	20 %

2. A totes les subzones, l'alçada màxima d'edificació és de 7,0 metres corresponent a planta baixa, un pis i golfes.
3. Separacions:
 - a) La separació de l'edificació principal i de les auxiliars a les particions de les parcel·les, respectaran les distàncies mínimes següents:

SUBZONA	carrer	laterals	fons
13d	10 m	5 m	5 m

Això no obstant, s'exceptua del compliment d'aquesta regla en els casos següents:

b) Les separacions al carrer podran variar mitjançant l'aprovació d'un estudi de detall, en aquells casos en que les edificacions veïnes consolidades no s'hi ajustin.

1. Punt d'aplicació de l'alçada reguladora. L'alçada reguladora s'aplicarà en la cota natural del terreny en el centre de gravetat del solar.
2. Sobre l'alçada reguladora es podrà construir el volum comprès en el díedre generat pels pendents de la coberta, recolzat a l'alçada reguladora màxima sobre un línia de façana i l'oposada. Aquesta coberta tindrà un pendent màxim del 35 %.
3. Zones lliures d'edificació. Les zones lliures d'edificació seran destinades a verd privat. En les zones de verd privat, queden prohibides les construccions soterrades.

En les sol·licituds de llicència per a obres de nova planta i/o ampliacions, serà obligatori mantenir la vegetació existent i completar-la fins a una densitat mínima d'un arbre per cada 25 m² de verd privat, la localització i la identificació dels quals es reflectirà en els plànols corresponents.

4. Zones lliures d'edificació. Les zones lliures d'edificació seran destinades a verd privat. En les zones de verd privat, queden prohibides les construccions soterrades.

En les sol·licituds de llicència per Es considera material no apte:

- Aplacat de pedra d'aparell irregular en més del 50 % de la superfície de façanes.
- Pissarra i imitacions de pissarra en la coberta i, a la façana, amb les imitacions del punt anterior.
- Aplacat vertical de fusta, excepte en petites proporcions com a elements decoratiu puntual.

- Colors estridents o que no s'ajustin a l'entorn, en pintura, estucat o en general, acabat de les façanes.

Article 102. Usos.

L'ús residencial s'admet a la subzona 13d exclou l'habitatge plurifamiliar.

6.4 DESCRIPCIÓ DEL PROJECTE

6.4.1 DESCRIPCIÓ GENERAL

El disseny d'aquest habitatge sorgeix per intentar ser un exemple de casa eficient i alhora sostenible i respectuosa amb el medi ambient. Per aconseguir-ho, la construcció de la casa es durà a terme amb sistemes lleugers, combinant el panell sandvitx, que oferirà unes grans prestacions com aïllant tèrmic, i una estructura lleugera d'acer galvanitzat, que acabarà de compondre els tancaments aportant prestacions acústiques al conjunt. Disposarà d'energies renovables com la solar fotovoltaica, la tèrmica i la biomassa. D'aquesta forma, l'únic abastament que necessitarà l'habitatge serà el de l'aigua potable, que serà mínim gràcies al sistema de recuperació d'aigües pluvials.

6.4.2 JUSTIFICACIÓ DEL COMPLIMENT DE LA NORMATIVA URBANÍSTICA

El compliment de la normativa urbanística es pot veure en el següent quadre:

	Valors de normativa Subzona 13d	Valors de Parcel·la	Valors del projecte
Ocupació	20%	985,5 m ²	108 m ²
Edificabilitat	0,4 m ² /m ²	985,5 m ²	108 m ²
Pendent màxima	35,00%	30,00%	30,00%
Distància a l'indes	10m vial + 5m+5m+5m	10m vial + 5m+5m+5m	10m vial + 5m + 18m+ 5m
Número de plantes	2	2	1
Parcel·la mínima	800 m ²	985,5 m ²	985,5 m ²
Façana mínima	20 m	22 m	22 m
Filera d'arbres a la façana	Sí	Sí	Sí
Alçada màxima	7 m	7 m	4,315 m

Cal dir que s'ha triat els punts més importants d'aquest.

6.4.3 DESCRIPCIÓ DEL PROGRAMA FUNCIONAL, USOS I RELACIÓ DE SUPERFÍCIES

L'habitatge disposa d'una planta baixa de 80,77 m² útils. Es disposarà d'un menjador-cuina, dues habitacions, una de les quals serà doble, un lavabo i un distribuïdor. També es disposarà d'un porxo exterior i una sala de màquines, destinada a controlar tots els sistemes energètics .

La cuina menjador serà l'espai més gran de la casa i ocuparà 29,40 m², representant un 36,39% del total. L'habitació doble ocuparà un espai de 12,65 m², representant el 15,66% del total. L'habitació senzilla ocuparà un espai de 8,05 m², representant el 9,96% del total. El lavabo ocuparà 6,67 m², representant un 8,25% del total. La sala de màquines ocuparà 6,92 m², representant el 8,56% del total. El distribuïdor ocuparà 5,43 m², representant el 6,72% del total. El porxo ocuparà 11,65 m², representant el 14,42% del total

6.5 DESCRIPCIÓ I REQUISITS DELS SISTEMES QUE COMPOSEN L'EDIFICI

6.5.1 GEOBIOLOGIA I MICROCLIMA INTERN DE VILASSAR DE MAR

Està determinat per els següents factors:

- **Clima:** El clima és mediterrani temperat.
- **Temperatura:** La temperatura mitja anual és de 16,3 °. Els estius són calorosos, amb una temperatura mitja de 28,3 ° i els hiverns són moderats, amb una temperatura mitja de 6,2 °.
- **Altitud:** està situat a 11 m sobre el nivell del mar, amb una inclinació del 20,89 %
- **Latitud:** 41°30'12" N
2°23'30" E
- **Pluviometria:** la precipitació anual varia entre els 550 mm i els 800 mm en tot el maresme. A Vilassar de Mar és de 587 mm.

6.5.2 TREBALLS PRÈVIS

En primer lloc, caldrà enderrocar l'edifici anterior ja que actualment està en dessús. També s'aplanarà el terreny, el qual presenta certa pendent.

No serà necessari realitzar un estudi geològic del terreny, ja que al construir-se amb un sistema constructiu lleuger, el terreny haurà de suportar poc pes i no caldrà fer perforacions profundes.

6.5.3 SUSTENTACIÓ

Es farà una llosa de formigó armat de 12 m x 9 m. Tindrà uns 20 cm de gruix i estarà formada per un entramat de barres d'acer per donar-li més consistència al conjunt.

Ens trobem en un terreny coherent amb el qual tenim una resistència al terreny de $2 \text{ kg} / \text{cm}^2$, suficient per suportar el pes de l'edifici.

Aquesta llosa estarà per sobre del sòl per prevenir que l'aigua de la pluja afecti a l'habitatge.

6.5.4 ENVOLVENT, COMPARTICIÓ I ACABATS

Els tancaments de façana estan formats de manera composta. Per una banda, la part exterior de la paret està formada per panells sandvitx amb nucli de poliuretà amb la capa de cobertura exterior de formigó alleugerat i la interior de xapa. Es col·locarà una placa d'uns 40 mm de llana de roca, per crear una barrera acústica amb l'exterior. Per acabar quedarà l'aïllament tapat per una estructura lleugera d'acer galvanitzat amb plaques de fibra guix.

La coberta també seguirà aquest procediment però tindrà algunes variacions. El panell sandvitx tindrà la capa de cobertura exterior de xapa lacada per una bona adherència de les tègules americanes de color teula. L'aïllament de llana de roca i la seva pròpia estructura d'acer amb les plaques de fibra guix faran la funció de fals sostre.

Els envans o divisions interiors estaran formats per panells sandvitx de poliuretà de 70 mm amb les dues capes de cobertura de fibra guix. En els llocs amb humitat com el lavabo i la cuina es posarà formigó alleugerat.

Per fer els acabats exteriors, es posarà sobre el formigó un morer adhesiu, seguit d'una imprimació i un arrebossat decoratiu final.

Les finestres i obertures d'aquest estil, estaran fetes amb vidre doble 4/10/4 i amb tall de pont tèrmic. Els marcs seran de PVC, ja que són els més aïllants.

6.5.5 BIOCLIMATISME PRESENT

- Partint d'un bon aïllament tèrmic es podrà fer un gran estalvi energètic.
- La majoria de les habitacions estaran orientades al sud, mentre que les de serveis i màquines estan al nord.
- S'establirà ventilació creuada en el menjador cuina i l'habitació doble. A més a més, hi haurà un sistema ventilació mitjançant un intercanviador entàlpic. També hi haurà la possibilitat que els usuaris obrin les finestres de forma manual.
- Hi haurà un sistema de refrigeració evaporativa.
- Les vidrieries seran sempre de doble vidre i amb tall de pont tèrmic. Estaran majoritàriament en les zones sud. Les obertures en el nord i l'oest seran petites.
- Es disposarà de proteccions solars com els voladissos produïts per la coberta, de manera que a l'estiu no entraran rajos però a l'hivern si. També hi hauran elements mòbils a totes les obertures com ara persianes enrotllables amb lames aïllades amb poliuretà i cortines.
- La vegetació exterior serà del tipus caducifòlia de manera que produeixin ombra a l'estiu i deixen passar el sol a l'hivern.
- Tota la il·luminació serà del tipus LED per disminuir el consum energètic.
- S'utilitzarà el sistema d'il·luminació natural "*sunpipe*" per il·luminar el passadís i la cuina.
- Per reduir el consum, els electrodomèstics seran de categoria A com a mínim, la rentadora serà bitèrmica per evitar utilitzar resistències. No s'utilitzaran resistències calefactores.

- Hi haurà un interruptor general per apagar tots els stand by's de la casa.
- Es reduirà el consum d'aigua potable i del volum d'aigües usades mitjançant aixetes amb monocomandament i sensors, vàters de doble descàrrega d'aigua i un sistema de recuperació de les aigües pluvials.

6.5.6 COMPLIMENT NORMATIVA

Justificació del compliment de la NBE-CT-79 (Norma bàsica de l'edificació "condicions tèrmiques als edificis")

1. Càlcul de la transmitància tèrmica dels tancaments

La **transmitància tèrmica** és la magnitud que expressa la quantitat d'energia que travessa el tancament en una unitat de temps. Ens interessa que sigui el més baix possible per evitar fugues tèrmiques.

Per fer el càlcul de la transmitància tèrmica caldrà utilitzar l'expressió:

$$K = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}}$$

K : coeficient de transmitància tèrmica

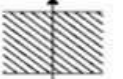
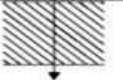
R_{si} : coeficient superficial de transmissió interior

R_{se} : coeficient superficial de transmissió exterior

e : espessor

λ : coeficient de conductivitat tèrmica

Tabla 3 Resistencia superficial de cerramientos en contacto con el aire exterior en m²K/W

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	R_{se}	R_{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal 	0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente 	0,04	0,1
Cerramientos horizontales y flujo descendente 	0,04	0,17

Font: norma NBE-CT-79

a) Tancaments parets exteriors

MATERIAL	λ (W/mK)	e (mm)	e/λ (m²K/W)
Placa formigó alleugerat	0,173	12,5	0,072
Aïllant PU	0,023	87	3,782
Xapa acer lacat	47	0,5	0,00001
Llana de roca	0,034	40	1,176
Placa fibra-guix	0,320	10	0,031
TOTAL			5,062

$$K_p = \frac{1}{0,13 + 5,062 + 0,04} = 0,191 \text{ W/m}^2\text{K}$$

b) Tancaments en contacte amb el terreny

MATERIAL	λ (W/mK)	e (mm)	e/λ (m²K/W)
Parquet flotant	0,17	15	0,088
Xapa acer lacat	6,7	0,5	0,00001
Aïllant PU	0,023	99	4,304
Xapa acer lacat	47	0,5	0,00001
Llosa formigó	1,4	200	0,1428
TOTAL			4,534

$$K_t = \frac{1}{0,17 + 4,534 + 0,04} = 0,210 \text{ W/m}^2\text{K}$$

c) Tancaments de coberta

MATERIAL	λ (W/mK)	e (mm)	e/λ (m²K/W)
Placa fibra-guix	0,320	10	0,0312
Llana de roca	0,034	60	1,7647
TOTAL			1,795

$$K_c = \frac{1}{0,10 + 1,795 + 0,04} = 0,516 \text{ W/m}^2\text{K}$$

d) Tancament finestres PVC

Una finestra amb marc de PVC i vidre doble 4/12/4 té un valor de transmissió tèrmica de **2,63 W/m²K**.

$$K_f = 2,63 \text{ W/m}^2\text{K}$$

2. Càlcul del coeficient global de transmissió tèrmica de l'edifici K_G

Per fer el càlcul del coeficient global de transmissió tèrmica (K_G) caldrà utilitzar l'expressió:

$$K_G = \frac{\sum K_p S_p + \sum K_f S_f + 0,5 \sum K_t S_t + 0,8 \sum K_c S_c}{\sum S_p + \sum S_f + \sum S_t + \sum S_c}$$

		S	K	S·K	Correcció	Total
Tancaments parets exterior	Paret	80,48	0,191	15,371	1	15,371
	Finestres	17,54	2,63	46,130	1	46,130
	Portes	1,98	2,63	5,207	1	5,207
					TOTAL	66,708
Tancament en contacte amb el terreny		76	0,210	15,96	0,5	7,980
					TOTAL	7,980
Tancament de coberta		76	0,516	39,216	0,8	31,372
					TOTAL	31,372

$$K_G = \frac{\sum SK}{\sum S} = \frac{66,708 + 7,980 + 31,372}{80,48 + 17,54 + 1,98 + 76 + 76} = \frac{106,06}{252} = \mathbf{0,42}$$

3. Factor de forma de l'edifici

El factor de forma és la superfície total entre el volum total

$$Factor\ de\ forma = \frac{S_{Total}}{V_{Total}} = \frac{252}{197,6} = 1,27$$

Apliquem la taula 1 del CTE

Tabla 1

KG

Tipo de energía para calefacción	Factor de forma $f(m^{-1})$	Zona climática según Mapa 1 (art. 13.º)				
		A	B	C	D	E
Caso I						
Combustibles sólidos, líquidos o gaseosos	$\leq 0,25$	2,10 (2,45)	1,61 (1,89)	1,40 (1,61)	1,26 (1,47)	1,19 (1,40)
	$\geq 1,00$	1,20 (1,40)	0,92 (1,08)	0,80 (0,92)	0,72 (0,84)	0,68 (0,80)
Caso II						
Edificios sin calefacción o calefactados con energía eléctrica directa por efecto Joule	$\leq 0,25$	2,10 (2,45)	1,40 (1,61)	1,05 (1,19)	0,91 (1,05)	0,77 (0,91)
	$\geq 1,00$	1,20 (1,40)	0,80 (0,92)	0,60 (0,68)	0,52 (0,60)	0,45 (0,52)
Valor límite máximo de Kg en kcal/h m ² °C (W/m ² °C)						

Font: norma NBE-CT-79

- Zona climàtica C
 - Tipus d'energia I
 - Factor de forma $1,27 > 1$
- Valor a cumplir= 0,92

Valor K_G obtingut $0,42 < 0,92$

6.5.7 OBJECTIU DE LA INSTAL·LACIÓ

L'objectiu de la instal·lació és la de poder abastir-se al màxim ella mateixa mitjançant energies renovables. S'implementarà un sistema de producció d'ACS mitjançant plaques solars tèrmiques. Aquestes plaques també ajudaran un 15% a cobrir la calefacció de l'habitatge. La major part d'aquesta tasca sen ocuparà la caldera de biomassa. L'electricitat es produirà amb plaques solars fotovoltaïques. També hi haurà un sistema de recollida de les aigües pluvials.

Amb tots aquests sistemes es podrà generar un estalvi important que en un període de temps raonable es pugui recuperar la inversió feta i surti a compte.

A més, s'estarà contribuint a disminuir l'impacte mediambiental creat per l'excés de la utilització de combustibles fòssils o les instal·lacions d'electricitat convencionals.

6.5.8 ESTIMACIÓ DE LES NECESSITATS ENERGÈTIQUES

En primer lloc, s'ha de determinar les necessitats energètiques en funció de l'ús i del número d'usuaris.

Es tracta d'un habitatge unifamiliar, amb 4 usuaris. Es tractarà de la primera residència i per tant, se'n farà ús al 100 %.

L'habitatge com bé hem dit abans, està distribuït en 6 locals, amb una superfície total útil a cobrir de 80,77 m².

Per tal d'aconseguir el 100 % de cobertura energètica, s'utilitzarà l'energia solar fotovoltaica amb un sistema de bateries per emmagatzemar energia elèctrica, de manera que es pugui abastir ella mateixa. Per l'aigua calenta sanitària i la calefacció s'utilitzarà energia solar tèrmica i una termoestufa de biomassa.

L'objectiu d'aquesta estimació és conèixer la quantitat d'energia necessària per complir totes les necessitats. Per tant, s'haurà de determinar la superfície de captació i el volum d'acumulació necessari.

6.5.8.1 INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA

Seguidament es pretén calcular la potència elèctrica necessària per cobrir les necessitats de la casa.

Estimació energètica

	Potència	Consum
Il·luminació LED interior	40 W per habitació · 6 locals = 240 W	480 Wh
Il·luminació LED exterior	-	300 Wh
Nevera / congelador classe A++	-	500 Wh
Rentadora bitèrmica	-	300 Wh

Microones sense grill	700 W	175 Wh
Cuina inducció	1000W	1000 Wh
Telecomunicacions (ordinador, TV LED,...)	-	300 Wh
Consum màquines	-	500 Wh
Imprevistos	-	200 Wh
TOTAL CONSUM ELÈCTRIC		3755 Wh

Dimensionat de la instal·lació

Un cop hem obtingut la potència consumida per els aparells que s'utilitzaran, aquesta potència s'haurà d'augmentar degut a les pèrdues energètiques de tota la instal·lació.

Consum → 3755 Wh

Pèrdues

Pèrdues	% pèrdues		
Cablejat (caiguda de tensió)	3 %	1,03	112,65 Wh
Inversor / regulador	20 %	1,20	751 Wh
Bateries	10 %	1,10	375 Wh
Camp FV (plaques)	5 %	1,05	187,75 Wh
TOTAL PÈRDUES INSTAL·LACIÓ			1426,90 Wh

Consum corregit

Per saber l'energia necessària un cop s'ha aplicat les diferents pèrdues haurem de sumar l'energia necessària amb la suma de les pèrdues.

Total energia necessària = 3.755 + 1.426,90 = **5.181,90 Wh**

Estudi monogràfic

Un cop sabem la potència que farà falta per la instal·lació hem de conèixer la radiació solar que tindrem a Vilassar de Mar.

Segons la taula de radiació solar de l'estació meteorològica de Barcelona, la més propera a Vilassar de Mar, podem observar l'energia del sol en aquesta zona.

Orientació: 0°													
Inclinació	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des	Anual
0°	6,80	9,65	13,88	18,54	22,25	24,03	23,37	20,42	16,05	11,40	7,73	6,04	15,04
5°	7,70	10,56	14,72	19,15	22,58	24,21	23,63	20,93	16,85	12,32	8,66	6,94	15,71
10°	8,56	11,41	15,47	19,67	22,78	24,25	23,74	21,31	17,54	13,17	9,55	7,80	16,29
15°	9,37	12,19	16,14	20,07	22,84	24,13	23,70	21,59	18,13	13,95	10,38	8,61	16,78
20°	10,12	12,90	16,70	20,35	22,76	23,87	23,52	21,76	18,61	14,63	11,15	9,37	17,17
25°	10,81	13,52	17,17	20,51	22,60	23,48	23,24	21,80	18,98	15,23	11,85	10,07	17,46
30°	11,43	14,07	17,52	20,54	22,32	23,02	22,86	21,71	19,23	15,73	12,47	10,71	17,65
35°	11,97	14,52	17,77	20,45	21,90	22,43	22,34	21,48	19,36	16,13	13,01	11,28	17,73
40°	12,44	14,88	17,91	20,23	21,35	21,70	21,69	21,12	19,37	16,43	13,47	11,77	17,71
45°	12,83	15,15	17,94	19,89	20,67	20,84	20,90	20,63	19,26	16,63	13,85	12,19	17,58
50°	13,14	15,32	17,86	19,43	19,87	19,86	20,00	20,02	19,03	16,72	14,13	12,53	17,33
55°	13,36	15,40	17,67	18,85	18,95	18,77	18,97	19,29	18,68	16,71	14,32	12,78	16,98
60°	13,49	15,37	17,36	18,16	17,92	17,60	17,84	18,44	18,22	16,59	14,42	12,95	16,53
65°	13,53	15,25	16,95	17,36	16,83	16,41	16,71	17,48	17,65	16,36	14,42	13,04	16,00
70°	13,49	15,03	16,44	16,46	15,70	15,14	15,48	16,43	16,97	16,03	14,33	13,03	15,38
75°	13,35	14,72	15,83	15,47	14,48	13,78	14,18	15,35	16,19	15,60	14,14	12,94	14,67
80°	13,13	14,31	15,12	14,41	13,18	12,36	12,80	14,17	15,31	15,08	13,86	12,77	13,87
85°	12,82	13,81	14,32	13,29	11,82	10,93	11,35	12,93	14,34	14,45	13,50	12,51	13,00
90°	12,43	13,23	13,44	12,11	10,41	9,57	9,99	11,62	13,30	13,74	13,04	12,16	12,08

Font: Atlas de radiació solar de Catalunya

Com podem veure en l'anterior taula, la inclinació de 30° és una de les més irradiades. S'escollirà aquesta per que és una de les més usuals. La desviació respecte el Sud serà de 0° (situació idònia).

S'agafarà com a referència el pitjor mes, és a dir, el Desembre que té una radiació de 10,71 MJ/m². Si expressem la radiació en KWh/m², el resultat és de 3,2 KWh / m².

Hem de tenir en compte que cada metre quadrat de placa aprofita aproximadament el 14 %. Per tant, un metre quadrat fotovoltaic són uns 140 Wp.

Amb aquesta radiació solar de 3,2 KWh / m² multiplicant-la per 140 Wp trobem que tindrem 448 Wh per metre quadrat.

Necessitarem 11,43 m². ,12 plaques aproximadament. 12 plaques de 140 W són 1680 Wp.

Dimensionat del regulador

Les dimensions del regulador surten gràcies el següent càlcul:

$$\text{ISC} \cdot \text{numero de plaques en paral·lel} \cdot \text{marge de seguretat}$$

ISC = intensitat de curtcircuit, per exemple de 4,5 A

Nº mero de plaques = 12

Marge de seguretat, per exemple del 30 %

$$4,5 \text{ A} \cdot 12 \cdot 1,30 = 70,2 \text{ A} \rightarrow \text{Regulador de 70 A.}$$

Tenir grans intensitats en la instal·lació no es recomanable ja que calen cables amb molta secció i els reguladors són molt cars. Per això, es més recomanable dividir la instal·lació en dos.

El regulador també discriminarà si fa falta una font exterior d'energia exterior per si hi hagués una emergència.

Inversor

- Simultaneïtat
- Pics d'arrancar motors

Caldrà un inversor d'uns 3,5 KVA $\rightarrow$ Kilo Volt Amper

Bateria

Respecte les bateries, cal dir que cadascuna d'elles s'anomena vas.

Es posaran bateries de 2 V per cada vas. El total serà de 12 vasos que en total tindran 24 V.

Es calcularan el nombre de vasos tenint en compte uns dies d'autonomia, que servien per subministrar energia de sobres per utilitzar-la en els dies ennuvolats i sense sol.

Podrem obtenir la capacitat neta de la bateria multiplicant aquests 5 dies d'autonomia per el consum diari, és a dir:

$$5 \times 5.181 = \mathbf{25.905 \text{ Wh}}$$

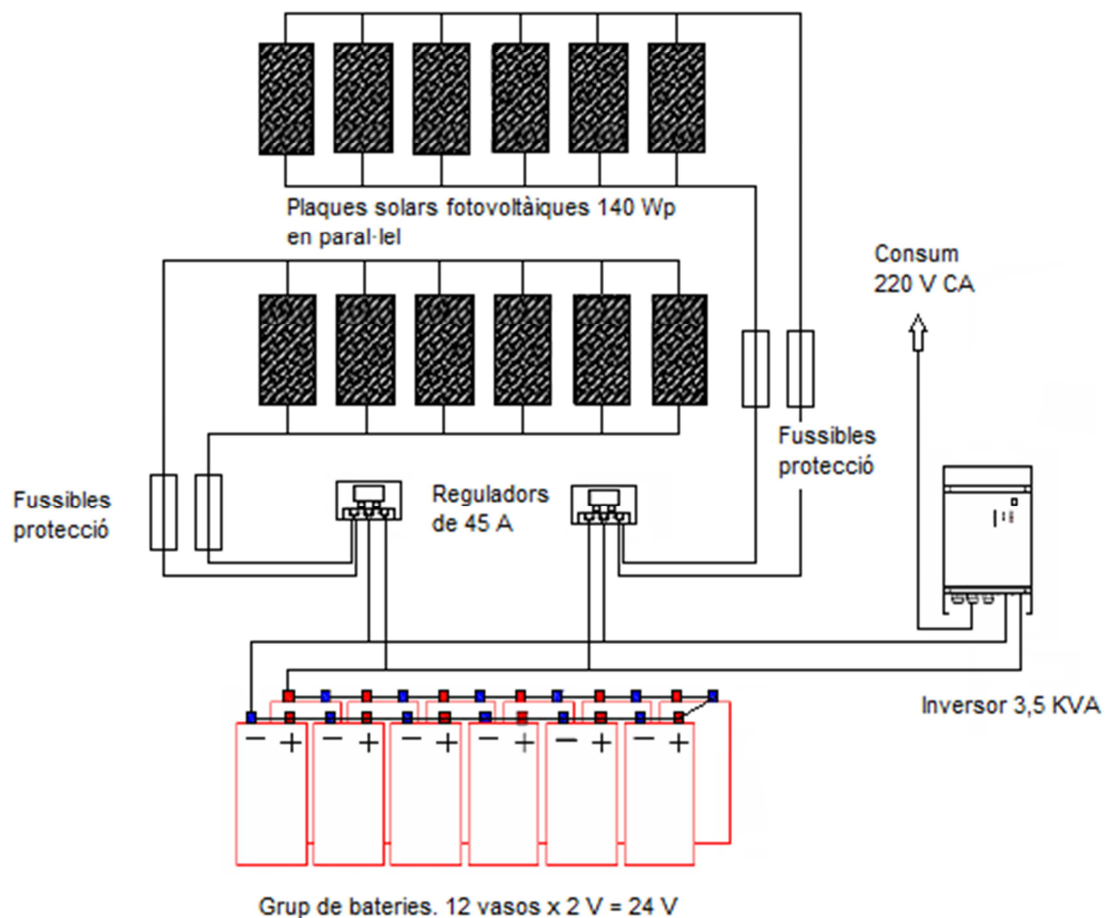
El dimensionem en Ah.

$$Ah = \frac{Wh}{V_{bat}} \quad Ah = \frac{25.905 \text{ Wh}}{24 \text{ V}} = 1.079 \text{ Ah}$$

Les bateries destinades per energia solar són estacionàries, tenen un cicle profund, aproximadament d'uns 2000 cicles de càrrega i descàrrega. Aprofiten un 80 %, mai queden descarregades al 100 %, per això haurem de calcular la capacitat de cada vas tenint en compte que la descàrrega arribarà fins al 20 % i no més. S'haurà d'augmentar aquest 20 % per poder fer bé l'estimació.

$$\text{Capacitat vas} = 1.079 \text{ Ah} \cdot 1,20 = \mathbf{1.295 \text{ Ah}}$$

Esquema del circuit



6.5.8.2 INSTAL·LACIÓ SOLAR TÈRMICA

S'utilitzarà les plaques solars tèrmiques per l' aigua calenta sanitària (ACS). Per a quatre persones, 4 metres quadrats de plaques serien suficients.

S'utilitzarà per tant 2 panells de 2 m².

La temperatura estarà limitada a 60° per la calç i els bacteris.

El sistema tindrà un acumulador d'uns 500 litres que s'utilitzarà també per dipositar l'aigua calenta per dur a terme la calefacció mitjançant radiadors. Les plaques solars tèrmiques només aportaran un 15 % d'aquesta tasca, la qual serà feta principalment per la instal·lació de biomassa.

6.5.8.3 INSTAL·LACIÓ DE BIOMASSA

L'objectiu d'aquesta instal·lació és la d'escalfar l'aigua per distribuir-la mitjançant l'acumulador als radiadors.

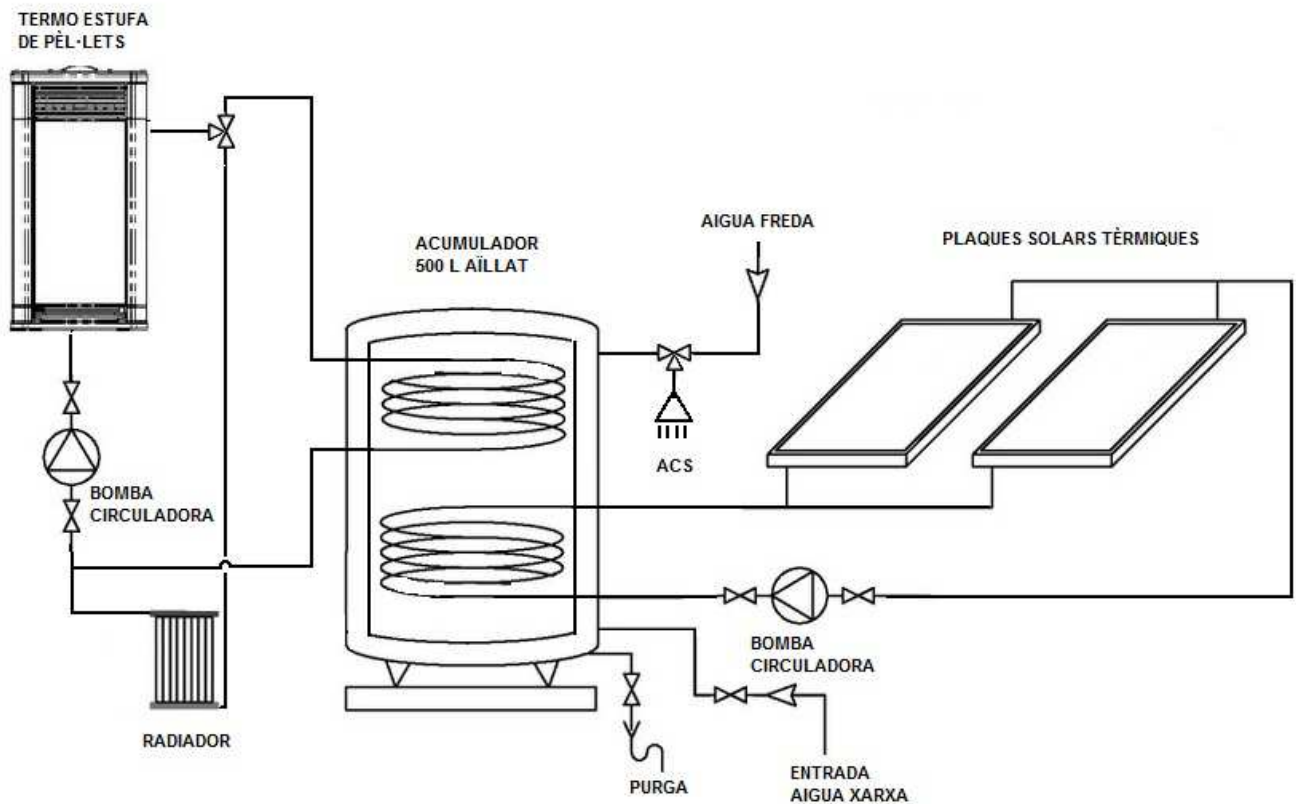
S'utilitzarà una termoestufa de pèl·lets d' 11 Kw, que serà suficient per uns 90 m². Amb aquest sistema es podrà escalfar l'aigua calenta per la calefacció (i altres usos si s'escau) i també farà la funció d'estufa escalfant l'ambient.

Estarà situada a la cuina / menjador.

Aquests sistemes són els més idonis per habitatges amb no molta superfície. Els habitatges més grans sí que necessitarien potències molt grans i requeririen la utilització d'una caldera.

S'utilitzarà el pèl·let com a combustible degut a la seva comoditat i netedat. Al tenir un dipòsit a la part posterior facilita molt el funcionament d'aquesta. No caldrà anar posant la llenya i haver d'encendre-la manualment.

Esquema conjunt instal·lació ACS i calefacció



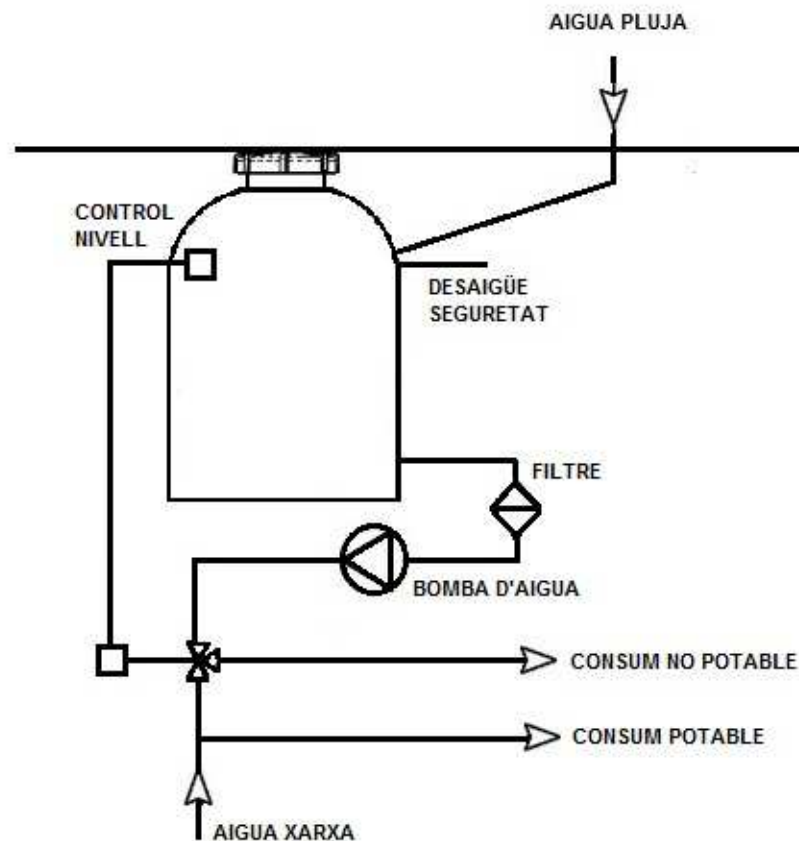
6.5.8.4 INSTAL·LACIÓ D'APROFITAMENT DE LES AIGÜES PLUVIALS

Es col·locarà un dipòsit de 1000 litres soterrat. El sistema anirà instal·lat amb les seves respectives bombes d'extracció i les canals per on es recollirà l'aigua de la coberta en cas de pluja.

S'utilitzarà aquesta aigua obtinguda per realitzar funcions on no cal que sigui potable, per exemple regar la gesa del jardí, els vàters, etc.

Quan s'acabi l'aigua del dipòsit es passarà a utilitzar directament l'aigua de la xarxa.

Esquema circuit



6.6 PRESSUPOST I AMORTITZACIÓ

A continuació, podem veure de manera detallada el preu de cada component que s'utilitzaria per instal·lar les diferents energies renovables.

Descripció	Preu	Quantitat	Total
Plaques solars fotovoltaïques	1 € / Wp	1680 W/P	1680 €
Reguladors	120 €	2	240 €
Inversor	1800 €	1	1800 €
Bateria	250 €	12	3000 €
Altres (suports, cablejat)	800 €	1	800 €
Panells tèrmics	530 €	2	1060 €
Grup circulador solar	500 €	1	500 €
Dipòsit ACS 500 litres	1500 €	1	1500 €
Termoestufa biomassa 11Kw	2950 €	1	2950 €
Circuit radiadors i radiadors	1800 €	1	1800 €
			15.330 €

	Instal·lació energies renovables	Cost Pèl·let	Acumulat anual (A)	Cost electricitat xarxa	Cost gasoil	Acumulat anual (B)
1r Any	15.330 €	500 €	15.830 €	1.250 €	1.200 €	2.450 €
2n Any		1.000 €	16.330 €	2.500 €	2.400 €	4.900 €
3r Any		1.500 €	16.830 €	3.750 €	3.600 €	7.350 €
4t Any		2.000 €	17.330 €	5.000 €	4.800 €	9.800 €
5è Any		2.500 €	17.830 €	6.250 €	6.000 €	12.250 €
6è Any		3.000 €	18.330 €	7.500 €	7.200 €	14.600 €
7è Any		3.500 €	18.830 €	8.750 €	8.400 €	17.150 €
8è Any		4.000 €	19.330 €	10.000 €	9.600 €	19.600 €
9è Any		4.500 €	19.830 €	11.250 €	10.800 €	22.050 €
10è Any		5.000 €	20.330 €	12.500 €	12.000 €	24.500 €

7. CONCLUSIONS

Quan vaig pensar en fer aquest treball de recerca, no hem ves pogut imaginar mai la dificultat, la quantitat d'hores dedicades, la recerca d'informació i els moments d'incertesa que suposava fer un treball d'aquestes característiques. Però, realment, puc dir que hem sento satisfet i content dels resultats que he obtingut. Crec que totes les hores de treball i dedicació han sigut compensades amb la recompensa de tenir una feina ben feta.

També vull dir que, mica en mica que anava avançant el treball, cada cop estava més implicat en el tema i hem resultava més fàcil seguir i anar aprofundint en els continguts, tot i que també hi havia moments d'incertesa i sense saber com enfocar les coses.

Una de les experiències més sorprenents que hem quedo d'aquest treball va ser anar a visitar una casa eficient. Allà vaig poder veure tot el que diu la teòrica posat a la pràctica.

Les cases eficients són un tema de molta actualitat i molt necessàries en els moments en que ens trobem. Penso que la societat no és conscient de la importància que tindran els recursos energètics en un futur molt proper.

El sistema de construcció lleugera que he proposat, no està gaire implantant a casa nostra, però crec que s'hauria de començar a utilitzar més ja que, com hem pogut veure millora moltes prestacions a tenir en compte. S'aconsegueix un resultat amb molta qualitat, construït de manera fàcil i ràpida, reduint els mitjans necessaris per dur-la a terme i també amb un gran estalvi energètic.

Respecte les energies renovables, tot i ser cares, s'ha pogut veure que realment surten a compte per dos motius: acaben sortint rentables al cap d'uns 8 anys, de manera que s'acaba produint un estalvi econòmic i per què ajuden a conservar el medi ambient.

8. AGRAÏMENTS

Un cop acabat el meu treball, voldria agrair a totes les persones que m'han ajudat, recolzat i animat.

En primer lloc, vull donar les gràcies al meu cosí, Marc Serra per donar-me la idea de fer aquest treball i la seva predisposició d'ajudar-me quan ho he necessitat.

Al meu tutor del treball, Jesús Arbués, per la seva ajuda, dedicació, i preocupació. Gràcies a ell vaig saber com començar i plantejar el treball.

A Sergi Armengol, enginyer de l'empresa Energies Solars Armengol, que va gaudir ensenyar-me tot el seu gran saber sobre les energies renovables i les instal·lacions de casa seva a La Torre Oristà amb tot luxe de detalls.

A l'empresa Taver InstaClack per donar-me les màximes facilitats per la confecció del meu treball.

A Jordi Matamoros, dibuixant de l'empresa Taver InstaClack, per la seva amabilitat i l'ajuda en la confecció dels plànols.

Als meus pares, per el seu recolzament incansable i per ser tant pesats.

Sense tots vosaltres no hauria estat possible aquest treball.

Gràcies.

9. BIBLIOGRAFIA

GUIES

- Sostenibilidad y poliuretano, PU EUROPE
- Aplicaciones del aislamiento con poliuretano, PU EUROPE
- Libro Blanco del Poliuretano Proyectado, ATEPA
- Elastospray (Calidad en aislamiento), BASF
- Passivhaus, STO
- Recomendaciones para un uso racional de la energía en la vivienda, CIEMAT

WEBS

Enciclopèdia Viquipèdia online

<http://es.wikipedia.org>

<http://ca.wikipedia.org>

Construcció i aïllaments

<http://www.andece.org/andece/images/stories/pdfs/PM13.05%20CERRAMIENTO%20PREFABRICADO%20DE%20HORMIG%C3%93N.pdf>

<http://www.andece.org/index.php/soluciones-constructivas/2011-09-12-07-42-07>

<http://www.misrespuestas.com/que-es-el-acero-galvanizado.html>

<http://www.andece.org/images/stories/pdfs/090223-ARTICLE-KYOTO.pdf>

<http://www.taver.es/esp/index.php>

<http://www.kide.com>

<http://www.thermochip.com/web/index.html>

<http://www.panelsandwich.com>

http://www.fermacell.es/#_sub1166

http://mural.uv.es/ramues/html/eps/index_eps.htm

http://www.edu3.cat/Edu3tv/Fitxa?p_id=48378

Bioclimatisme, sostenibilitat i energies renovables

<http://www.trustenergia.com/web/construcció-bioclimàtica>

<http://www.energiessolarsarmengol.com>

<http://www.caloryfrio.com/201104152531/aire-acondicionado/aire-acondicionado-individual/la-climatizacion-evaporativa.html>

<http://www.termigo.com/breezair/icon.asp?sect=Biocool>

<http://www.solerpalau.es>

www.salvadorescoda.com

<http://www20.gencat.cat/portal/site/icaen>

<http://www.sumsol.es>

<http://www.soliclimate.es/productos.html>

<http://www.apropellets.es>

<http://www.edilkamin.com/it/home.aspx>

Normatives i compliments

<http://www.codigotecnico.org/web/recursos/documentos>

<http://www.vilassardemar.cat/municipi/habitatge-i-urbanisme/pla-general-dordenacio-urbana>

<http://www.ehu.es/mmtde/materiala/aislamtoedificios/PDF/Documentos/4COEFCI.pdf>