



# PROJECTE DE REFORMA D'UN HABITATGE

Gener del 2012  
Institut el Sui, Cardedeu  
Treball de Recerca de Batxillerat

# Índex

<b>Introducció</b>	p. 4
<b>1. Mètodes de climatització i control de la temperatura</b>	p. 6
1.1. Revisió de tancaments i sistemes de climatització de l'habitatge	p. 6
1.1.1. Estat de la coberta	p. 6
1.1.2. Estat dels tancaments laterals	p. 6
1.1.3. Estat de les obertures	p. 7
1.1.4. Sistemes de climatització activa	p. 7
1.1.5. Sistemes de climatització passiva	p. 8
1.2. Solucions aplicables	p. 9
1.2.1. Solucions per a la coberta	p. 9
1.2.1.1. Coberta enjardinada	p. 11
1.2.1.2. Mur Trombe	p. 12
1.2.1.3. Materials aïllants	p. 16
1.2.2. Solucions pels tancaments laterals	p. 18
1.2.3. Solucions per a les obertures	p. 19
1.2.4. Solucions per a la climatització passiva	p. 20
1.2.4.1. Vegetació	p. 21
1.2.4.2. Porxada	p. 21
1.2.4.3. Ventilació creuada	p. 22
<b>2. Consum i producció d'energia elèctrica</b>	p. 23
2.1. Producció d'energia elèctrica	p. 23
2.1.1. Plaques fotovoltaïques	p. 24
2.1.2. Aerogeneradors	p. 25
2.2. Estalvi d'energia elèctrica	p. 27
<b>3. Aprofitament de les aigües pluvials i dels residus</b>	p. 29
3.1. Gestió de les aigües	p. 29
3.2. Gestió dels residus	p. 30
<b>4. Quadre resum de reformes escollides</b>	p. 31
<b>5. Conclusions</b>	p. 33
<b>6. Bibliografia</b>	p. 36

# Índex d'annexos

<b>Annexos</b>	p. 37
<b>Annex 1; Consulta a Fidela Frutos, i entrevista a Antoni Mestres</b>	p. 38
Consulta a Fidela Frutos	p. 39
Entrevista a Antoni Mestres	p. 39
<b>Annex 2; Normativa tèrmica apartat DBHE, comprovació de les reformes</b>	p. 43
Introducció	p. 44
Limitació de la demanda energètica	p. 44
Fórmules i càlculs dels paràmetres	p. 44
Taules justificatives de l'opció simplificada	p. 47
Conclusions	p. 48
<b>Annex 3; Memòria fotogràfica de les maquetes</b>	p. 49
Maqueta 1: Estat actual	p. 50
Maqueta 2: Estat Projectat	p. 52
<b>Annex 4; Còpia digital</b>	
Document PDF del treball	
Plànols digitals	
Memòria fotogràfica de les maquetes	
<b>Annex 5; Plànols</b>	CD
Plànol 1; Estat actual; plantes, seccions i detalls constructius	
Plànol 2; Estat projectat; cobertes, recollida d'aigües i parcel·la	
Plànol 3; Estat projectat; plantes, seccions i detalls constructius	
Plànol 4; Estat projectat, vegetació i recollida d'aigües; alçats Nord, Sud, Est i Oest	
Plànol 5; Garatge aïllat: Estat actual; plantes, alçats i seccions	
Plànol 6; Garatge aïllat: Estat projectat; plantes, seccions i detalls constructius	

## Introducció

L'arquitectura existeix per protegir-nos de les inclemències del temps i dels intrusos, és a dir, la forma sempre ha seguit la necessitat o la finalitat de l'edifici, des de les primeres cabanes que podien ser transportades, fins als castells, que servien com a mecanisme de defensa contra els enemics.

L'arquitectura també ha anat evolucionant d'acord amb l'estètica. Un bon exemple serien l'ostentació de les construccions de les catedrals o els temples del Barroc, que es caracteritzaven per les seves grans dimensions i per l'ús abusiu de la decoració, respectivament.

Les característiques de l'arquitectura han estat condicionades per la situació cultural, orogràfica, climatològica i econòmica del moment. Però, actualment, els problemes de contaminació, l'efecte hivernacle, i les exigències econòmiques han obligat a tenir més en compte nous tipus d'energia per tal de disminuir la despesa energètica i de minimitzar els problemes ambientals.

De fet, **l'arquitectura bioclimàtica** es pot definir com l'arquitectura dissenyada especialment per aconseguir un màxim confort dintre de l'edifici amb la mínima despesa energètica possible. Com molts cops succeeix amb el tema del confort, la millor solució acostuma a ser la més simple, és a dir, tenir un coneixement clar dels sistemes passius per a aconseguir un mínim impacte ecològic, pot ser la millor manera d'arribar a la simplicitat, per a fer així possible l'estalvi energètic. Un bon exemple d'aquest coneixement pot ser l'orientació o l'emplaçament dels edificis.

Evidentment, és totalment necessari el control de tots els factors de la construcció en general: tancaments, revestiments, estructures; ja que tot l'edifici ha de contribuir a l'estalvi energètic.

Val a dir que, actualment, molt pocs edificis són autosuficients; si parlem des d'un punt de vista ecològic, aquestes carències s'han substituït per un seguit de sistemes de climatització que consumeixen molta energia.

**L'objectiu del meu treball**, és la remodelació d'un habitatge unifamiliar aïllat, per tal de millorar-ne la seva eficiència energètica i transformar-lo en un habitatge més sostenible. Tot això, anirà acompanyat d'altres accions ecològiques, com per exemple el reciclatge o el re-aprofitament d'excedents de poda, la recollida d'aigües de pluja, etc.

De totes maneres, una gran part dels objectius serà aplicar solucions ecològiques tant en l'aspecte tèrmic com en l'elèctric; és a dir, es potenciarà al màxim l'aprofitament de sistemes passius i actius per tal de controlar la temperatura que s'escapa a l'exterior a l'hivern i la que hi entra a l'estiu. D'altra banda, també controlaré la despesa d'energia elèctrica, i mitjançant la instal·lació de sistemes d'energia renovable. Els sistemes més utilitzats, actualment, són les plaques fotovoltaïques, però, com que el seu rendiment és baix i el seu cost elevat, s'està optant per instal·lacions domèstiques de sistemes eòlics, ja que se'n pot obtenir un rendiment més alt, i per tant, el temps d'amortització de la inversió disminueix.

Tornant a la tria del tema del meu treball de recerca, qualsevol cosa relacionada amb l'arquitectura m'hauria anat bé, però em preocupa l'estat actual del planeta i què es pot fer perquè no empitjori. La pregunta és: quina cosa? Sé que no podem resoldre d'un dia per l'altre els problemes de la Terra, però si tenim consciència del problema, contribuirem a reduir-ne la contaminació, en la mesura que ens sigui possible.

A casa meva ja disposem d'una certa consciència ecològica, intentem estalviar el màxim de llum i aigua possible, tot el que es pot reciclar, és recicla, i s'aprofita l'aigua de la pluja. Tot i així, crec que no n'hi ha prou i amb aquest treball vull fer un pas més enllà. Per tant, amb aquest projecte, tinc la intenció de dur a terme totes les accions que proposi, si no ara, d'aquí uns anys i reduir, així, la petjada ecològica de la meva família.

Per acabar, també m'agradaria remarcar que un altre objectiu molt important per a mi és fer un treball útil, de manera que la gent el pogués fer servir com a model per a reformar de manera ecològica casa seva.

# 1. Mètodes de climatització i control de la temperatura

Per tal d'obtenir un màxim confort dins de l'habitatge, és molt important aconseguir una temperatura estable i òptima per al benestar. Hi ha diferents mètodes per fer-ho: des d'una climatització passiva, és a dir, aprofitar els corrents d'aire, les hores de sol, i la situació orogràfica i cardinal de l'habitatge, o recórrer a sistemes elèctrics com aparells d'aire condicionat. Com que el que volem evitar és una despesa innecessària d'energia, aprofundirem més en l'aspecte de la climatització passiva.

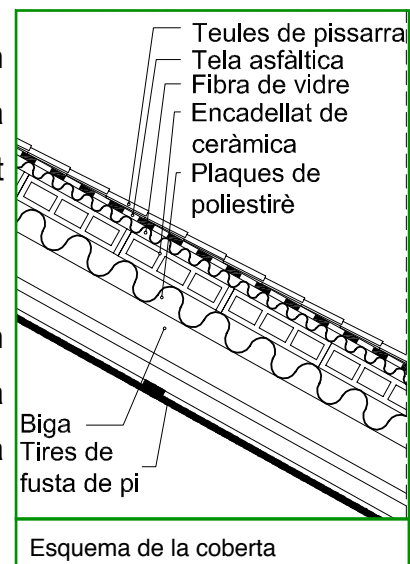
## 1.1. Revisió de tancaments i sistemes de climatització de l'habitatge

Per saber quina és la millor manera de reformar la casa, s'ha de reconèixer les instal·lacions de què disposa i l'estat dels tancament de l'habitatge.

### 1.1.1. Estat de la coberta

És una coberta de teules rectangulars de pissarra, sobre un encadellat ceràmic aïllat amb fibra de vidre, i tela asfàltica impermeable. Posteriorment, l'aïllament tèrmic s'ha reforçat amb plaques de poliestirè expandit i tires de fusta pi.

Tot i haver reforçat l'aïllament del sostre, se segueixen produint pèrdues de temperatura a l'hivern i, a l'estiu hi ha una gran concentració de calor. Per tant, segur que s'haurà de fer alguna actuació a la coberta.

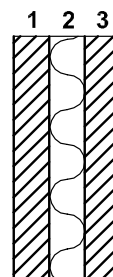


### 1.1.2. Estat dels tancaments laterals

Les parets, per ordre de fora a dins, consten de; capa de pintura, arrebossat de morter, totxana de ceràmica, cambra d'aire, totxana de ceràmica, capa de guix i capa de pintura. El gruix total, és de 30cm.

Per millorar l'aïllament dels tancaments, es pot optar per diverses solucions: des d'augmentar el gruix dels aïllaments, fins a posar murs trombe o plantes trepadores.

- 1.- Totxana de 10 cm
- 2.- Cambra d'aire
- 3.- Totxana de 10 cm



Esquema dels tancaments laterals

### 1.1.3. Estat de les obertures

Totes les finestres, excepte les de les tres habitacions i la de la cuina, han estat renovades, per tal de ser més eficients a nivell d'aïllament tèrmic.

Les característiques de les finestres són les següents: les tres finestres no canviades de les habitacions, estan formades per un marc de fusta i un vidre de 3mm de gruix, igual que la de la porta de la cuina. En canvi, la resta de les finestres, consten de marc d'alumini i vidre doble de 3mm de gruix amb cambra d'aire. D'aquesta manera, s'ha aconseguit reduir l'impacte del canvi de temperatura tant a l'estiu com a l'hivern.

### 1.1.4. Sistemes de climatització activa

L'edifici no disposa de cap sistema elèctric de refrigeració. De calefacció, hi ha dos sistemes: un per combustió de gasoil en caldera i radiadors, i una estufa de llenya, que ajuda a escalfar el pis superior on no hi ha radiadors. L'escalfor, puja pel tub fins a la sortida de fums.

La instal·lació de l'estufa de llenya, ha ajudat a reduir el consum de gasoil aproximadament uns 2000L a l'hivern.



Caldera de gasoil



Estufa de llenya

Abans d'instal·lar l'estufa de llenya, consumíem uns 3000L de gasoil cada hivern, aquests 3000L a 0,75€/l suposaven una despesa de 2250€ cada hivern. Un cop instal·lada l'estufa, hem reduït el consum de gasoil en 2000L, per tant, hem passat a consumir 1000L a 0,75€/l, cosa que suposa una despesa de 750€. Tot i així, a aquest preu, se li ha de sumar, el cost de la llenya que és de 3000Kg a 0,15€/kg; això suposa un cost de 450€. Per tant, el cost econòmic d'escalfar la casa actualment a l'hivern és de 1200€, és a dir, l'estalvi real és de 1050€.

	Estufa de llenya	Calefacció per Gasoil
<b>1r hivern</b>		
Consum	0KG	3000L
Preu	/	0,75€/L
Total	€ 2.250	
<b>2n hivern</b>		
Consum	3000KG	1000L
Preu	0,15€/Kg	0,75€/L
Total	€ 1200	
<b>Comparacions</b>		
Estalvi	-2000L Gasoil -1500€ Gasoil	
Estalvi real	-€ 1050	

Com que l'actual instal·lació de climatització activa ja és prou eficaç a nivell d'estalvi de consum i rendiment, serà prescindible aplicar nous mètodes a la climatització activa.

### 1.1.5. Sistemes de climatització passiva

Un mètode que cal potenciar per tal d'aconseguir una temperatura estable de l'habitatge, és la climatització passiva, és a dir sistemes que sense consumir cap tipus d'energia ajudin a regular la temperatura; per exemple, una correcta ventilació a l'estiu pot ajudar a mantenir una temperatura confortable sense necessitat de cap tipus d'energia.



Façana oest amb gessamí

Actualment tenim un **sistema passiu per vegetació**; és a dir, al mur oest de la casa, s'hi ha plantat gessamí, una planta trepadora que en un futur acabarà cobrint tota la façana. Aquest tipus de sistema, ajuda a reduir la humitat i la concentració de calor i afavoreix la ventilació, i pot arribar a disminuir 5°C a temperatura interior de la casa a l'estiu.

Un altre sistema passiu que té la casa, és d'una **pèrgola de bigues de fusta**, que a l'estiu es cobreix amb una malla de color negre transpirable; la malla deixa passar l'aire però no



la llum i, per tant, redueix molt la temperatura dins de la casa, ja que evita una insolació directa dins de l'edifici. En canvi, a l'hivern es retira la malla de manera que la radiació solar pot arribar directament als murs de la casa sense cap tipus de problema.



Anteriorment, en el mur oest, hi havia dos pins, que evitaven que una gran part dels rajos solars arribessin fins a la paret, però, per normativa municipal i de seguretat, es van haver de treure els pins cosa que deixa la paret exposada molt més temps al sol. Per això, vam decidir cobrir de plantes la paret, per reduir l'impacte del sol. A més, la paret oest, és la que rep més quantitat de radiació solar, i a l'estiu, fins a última hora de la tarda.

## 1.2. Solucions aplicables

Un cop localitzats els punts que cal millorar pel que fa al control de temperatura, s'haurà de trobar la o les solucions el màxim ecològiques possible.

### 1.2.1. Solucions per a la coberta

Una solució per a cobertes que s'està aplicant molt, és la de la **coberta enjardinada**, una coberta que, ajuda a controlar la temperatura i humitat tant a l'hivern com a l'estiu. Aquest pot ser un bon sistema alternatiu a una coberta amb teules noves, ja que seria necessari fer un forjat nou i, per tant, econòmicament inviable.

En el cas particular d'aquest edifici, les teules de que es disposa són de pissarra, fet que dona unes característiques perjudicials a l'estiu però beneficioses a l'hivern, explicat d'una altra manera; la pissarra concentra i absorbeix molt la calor irradiada pel Sol, fet que ajuda notablement a augmentar la temperatura de l'edifici a l'hivern, però que pel contrari contribueix també, a una difícil climatització a l'estiu.

Per tant, una bona solució per a la coberta, seria retirar totes les teules de pissarra i posar-hi el sistema de coberta enjardinada del l'empresa ZINCO. S'ha escollit aquesta empresa, perquè fa servir un sistema molt simple, fàcil d'adaptar i d'instal·lar i econòmic.

Un sistema molt poc utilitzat però igualment eficaç, seria la instal·lació d'un mur trombe en coberta. Es tracta de col·locar un vidre tintat de negre sobre la coberta, i deixar una cambra d'aire per tal que l'aire a l'interior s'escalfi i passi a l'interior de l'habitatge.

Hi ha altres solucions més econòmiques: com posar més aïllant tèrmic per sota del que ja hi ha, cosa que també ens ajudarà a evitar els ponts tèrmics.

Hi ha tot un seguit de materials ecològics, ideals per aïllar, tant murs exteriors com cobertes; en són un bon exemple:

- Suro: es pot obtenir fragmentant-lo a trossos per tal d'omplir cavitats, com càmeres d'aire, o en forma de làmines. (el coeficient  $K^1$  del suro és de  $0,045 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{k})$ ).
- Cànem: fibra vegetal de creixement ràpid i fàcil cultiu amb la que es produeixen mantes aïllants, naturals i transpirables (coeficient  $K$ :  $0,041 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{k})$ ).
- Llana d'ovella: millora la seva capacitat d'aïllament quan està humida, per tant pot servir com a part de les primeres capes exteriors, com a aïllant impermeable i tèrmic a la vegada (coeficient  $K$ :  $0,04 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{k})$ ).
- Fibra de fusta: s'aprofiten els residus o petits troncs del procés de gestió forestal; d'aquesta manera es recicla la fusta, i es comercialitza en làmines poroses ideals per a tancaments, encofrats, forjats etc. (coeficient  $K$ :  $0,05 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{k})$ ).
- Flocs de Cel·lulosa: flocs de paper d'alta qualitat reciclat i tractat amb sals bòriques que li donen una protecció total contra el foc, contra els paràsits i els ratolins. S'injecta en forma de flocs o de pasta que queda segellada en les càmeres d'aire pròpies dels tancaments. Cal afegir que no només dóna uns resultats excel·lents a nivell de protecció tèrmica sinó que també dóna una gran protecció acústica (coeficient  $K$ :  $0,039 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{k})$ ).

Qualsevol d'aquests productes fa possible un bon aïllament per un preu menys elevat. Per tal de definir quina seria la millor solució per a la coberta, he fet un estudi comparatiu entre totes les possibles solucions tenint en compte l'eficiència tèrmica, el preu i les seves característiques concretes.

---

<sup>1</sup> El coeficient  $K$ , és la capacitat d'aïllament tèrmic que ens ofereix un material, com menor és el valor  $K$ , més capacitat aïllant té el material.

### 1.2.1.1. Coberta enjardinada

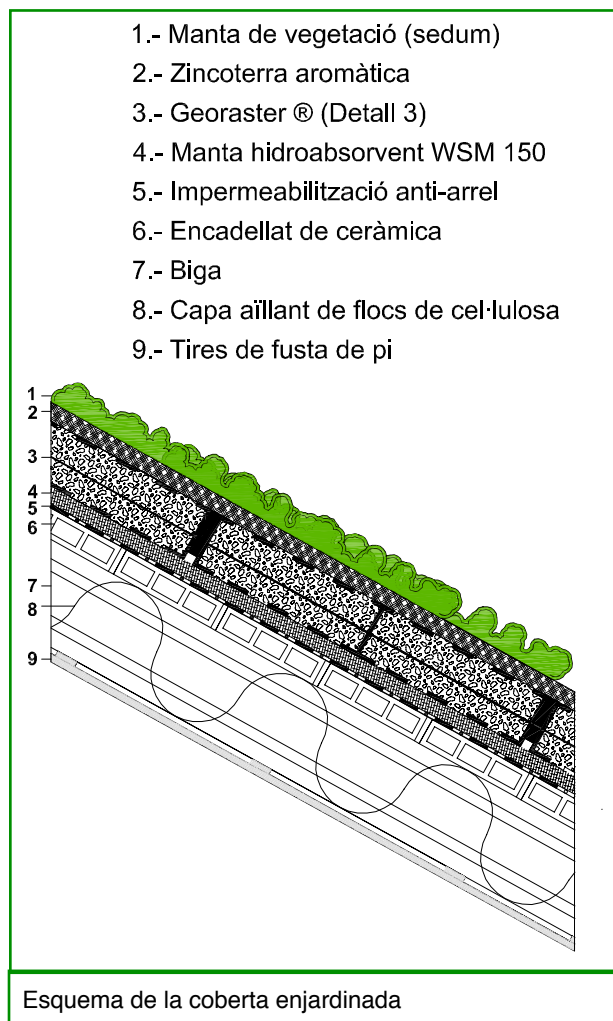
La composició dels seus elements depèn directament de la inclinació de la coberta, per tant, si la coberta que desitgem enjardinar té una inclinació de 30°, és necessari un tipus específic d'instal·lació. Per tal de dur a terme aquesta instal·lació, és completament necessari contactar amb una empresa dedicada a aquest sector; en aquest cas, serà Zinco, una empresa present arreu del món i amb seu a Barcelona.

Segons Zinco, un sostre enjardinat de més de 25° ha de seguir una estructura especial.

Aquesta estructura, té un gruix aproximat de 22cm; per tant, és ideal per a l'habitatge que es pretén reformar, ja que només cal treure les teules de pissarra i afegir-hi al damunt l'estructura del sistema de coberta enjardinada. Aquest sistema, també permet fer ús de conductes (ja instal·lats) per a la recollida de l'aigua pluvial, que s'aprofitarà per regar.

Les característiques d'aquest sistema són les següents:

- Ús de Sedum, que és un gènere que compren entre 500 i 600 plantes suculentes, presents a l'hemisferi nord; no s'han de regar gaire sovint, ja que poden emmagatzemar aigua en el seu interior.
- Aplicació del material "Georaster", és un element en forma de retícula, fet de polietilè reciclat, i s'utilitza per a subjectar la capa vegetal al pendent.
- La coberta enjardinada recull fins a un 90% de l'aigua de les precipitacions; la que no és absorbida pel sostre es condueix als sistemes de drenatge i es pot aprofitar.
- Ofereixen una insonorització més eficaç.
- Contribueixen a millorar l'aire del voltant, per l'acció natural de la fotosíntesi, a part de ser un entorn ideal per a generar nous ecosistemes.



- Millora, en gran part, l'aïllament tèrmic, amb un estalvi d'energia des del 20% a l'hivern fins al 37% a l'estiu.

<b>Pressupost</b>	
<b>Preu del m<sup>2</sup></b>	150€/m <sup>2</sup>
<b>m<sup>2</sup> totals</b>	114,06m <sup>2</sup>
<b>Preu Total</b>	17.903 €
<b>Observacions</b>	No s'ha quantificat el cost de treure les teules actuals.



Acabat final amb Sedum



Element "Georaster"

### 1.2.1.2. Mur Trombe

Per tal d'entendre com s'aplicarà el mur Trombe al sostre, cal entendre el funcionament d'aquest sistema.

Un mur Trombe consisteix en una paret orientada al sud, que té com a objectiu acumular l'escalfor. La construcció d'aquest mur ha de complir un seguit de normes, les més importants de les quals són: és obligatori orientar el mur cap al sud i la superfície del mur, ha d'estar compresa entre el 7% i el 17% de la total de la paret.

El sistema té diversos avantatges: baix cost, degut a la utilització de materials relativament assequibles; fàcil construcció, poc manteniment, no contamina, redueix el consum de calefacció i fa que les temperatures interiors siguin més estables i, per això, fa més fàcil el confort tèrmic. Els inconvenients són: és necessari un mur cec a la façana sud de la casa o edifici; en un clima temperat, el sobre-escalfament a l'estiu, i només escalfa la zona sud de l'habitatge.

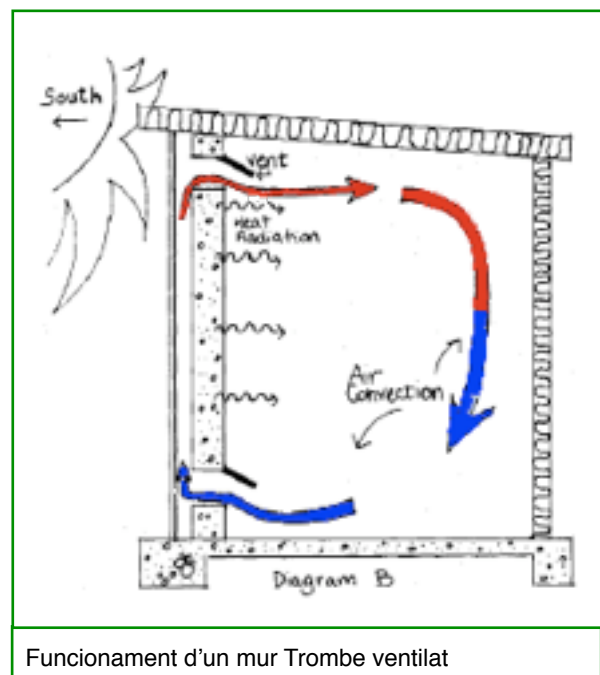
Per tal d'instal·lar aquest sistema, existeixen dues opcions possibles.

- Mur Trombe ventilat: utilitza la convecció de l'aire; s'instal·la un vidre tenyit de negre davant del tancament exterior, es deixa entre el vidre i el mur una cambra d'aire d'entre 3cm i 15cm.

Per tal de poder realitzar la convecció de l'aire, es fan uns forats a la part de dalt i a la part de baix del mur interior; d'aquesta manera, l'aire que s'escalfa dins de la cambra d'aire, entra a l'habitatge pel forat superior, i l'aire fred de la casa surt cap a la cambra d'aire pel forat inferior per tal de ser escalfat.

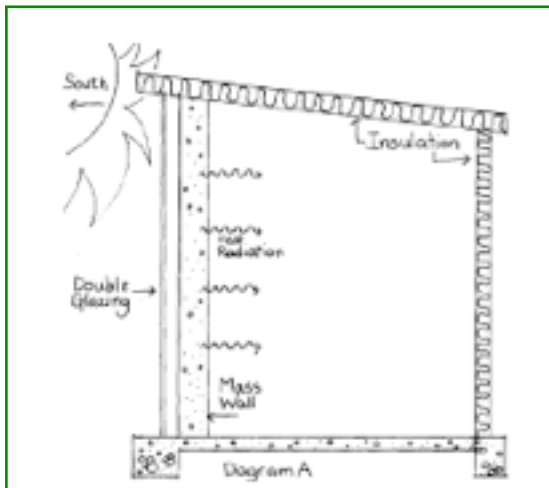
Aquest sistema s'utilitza en edificis d'ús diürn, és a dir, durant el dia, de manera que a la nit no cal mantenir l'escalfor, ja que el sistema no funciona sense el sol.

- Mur Trombe no ventilat: aquest sistema es caracteritza perquè l'aire de la cambra no està en contacte directe amb el de l'interior. Aquest mur, és molt més simple que el ventilat, ja que el sistema de vidre i cambra d'aire segueix sent el mateix, però, en aquest cas no cal fer cap forat al mur.



D'aquesta manera, la cambra d'aire pot ser més prima, i acostuma a tenir un gruix de 9 cm; això permet que l'aire, al seu interior, s'escalfi molt més. Amb aquest escalfament elevat, i el segellament de la cambra, aconseguim que el pas de la radiació dins de l'edifici sigui d'una forma més suau i perllongada.

Aquest sistema s'utilitza en habitatges, ja que la irradiació de calor lenta afavoreix l'ús continu del sistema i la prolongació del seu efecte durant la nit, perquè l'escalfor acumulada s'irradia a l'interior de forma més lenta.



Funcionament d'un mur Trombe no ventilat

He decidit aplicar a casa meva, un sistema de mur Trombe no ventilat, ja que per aplicar-lo a la coberta, és l'opció menys complicada, per diverses raons:

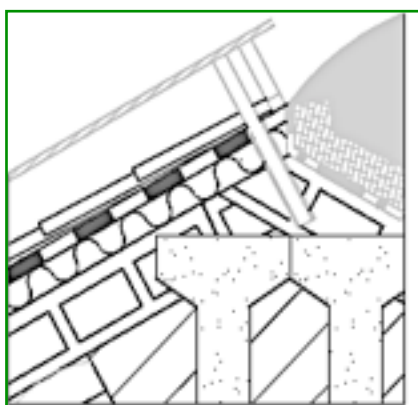
- En cas d'habitatges d'ús continuat és més recomanable aquest tipus de mur
- No cal fer forats al forjat, s'eviten filtracions d'aigua i humitat a l'interior.
- Casa meva no disposa de cap mur sud sec.

- És més necessari escalfar la part superior de la casa, on no hi ha calefacció.
- Un mur trombe ventilat en una coberta inclinada no té raó de ser, ja que es basa en un principi de convecció no aplicable en aquest cas.
- El cost d'instal·lació i manteniment és molt baix.

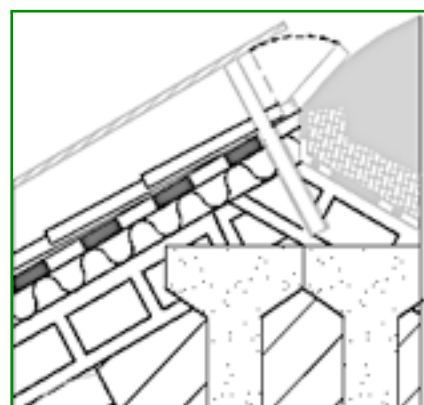
Cal dir que per evitar problemes de sobre-escalfament a l'estiu, es podran obrir les membranes de segellament. Durant l'estiu, romandran obertes i permetran el pas de l'aire del mur i, a l'hivern, tancades, per tal de realitzar la funció desitjada.

D'aquesta manera, segons les característiques dels murs trombe i les raons anomenades anteriorment, el pressupost i característiques tècniques del mur hauran de ser:

- La seva superfície total serà de 24'65m<sup>2</sup>, cosa que representa el 17'7% de la superfície total de la coberta. Per tant, les seves dimensions seran: 4,93m x 5m x 5cm.

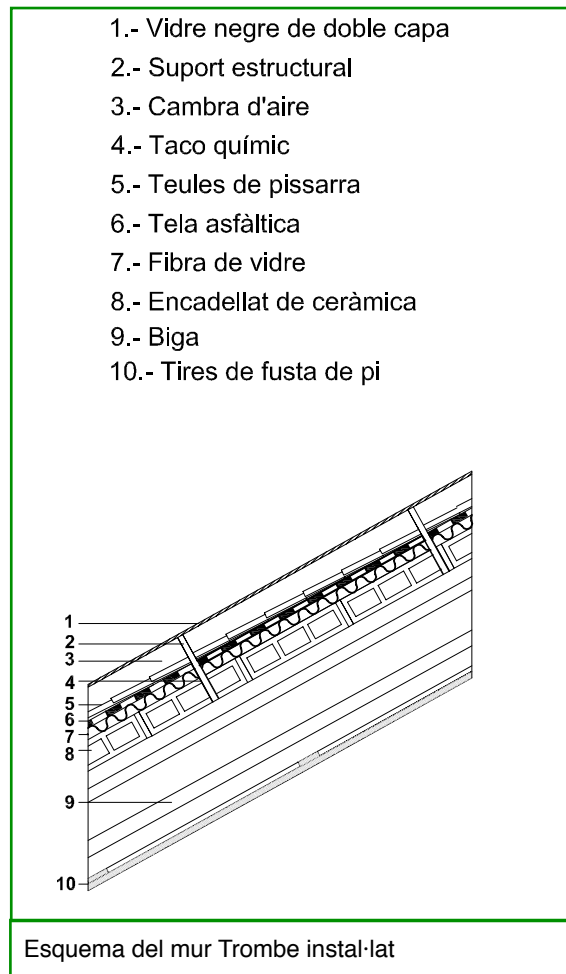


Posició a l'hivern



Posició a l'estiu

- Serà únicament necessari: acer sense RPT<sup>2</sup> per tal de fer el suport estructural, i un vidre temperat de doble capa que variarà entre 10 i 12mm de gruix segons el fabricant i tintat amb pintura negra especial. D'aquesta manera, si fem servir aquest tipus de vidre, aconseguirem que 2/3 parts de la radiació que entra dins la cambra d'aire, s'hi quedi atrapada i, per tant, s'augmenta el rendiment d'aquest sistema.
- El suport estructural s'acoblarà a la coberta mitjançant un sistema de cargol i tac químic, ja que es tracta d'un sistema molt senzill i eficaç.
- Amb aquesta superfície total s'aconseguirà escalfar 0'5m<sup>2</sup> de l'interior de la casa per cada m<sup>2</sup> de mur trombe. Per tant, la superfície escalfada serà de 12'3m<sup>2</sup>, que ja és la desitjada; ens interessa escalfar la zona sud de l'habitació 4 de la planta alta.
- És important afegir que a la superfície de la coberta on hi ha el mur trombe, no s'haurà d'aïllar interiorment amb flocs de cel·lulosa, per tal de facilitar al màxim possible l'objectiu del sistema.



<sup>2</sup> "RPT, Rotura de Puente Térmico": Es tracta d'una característica introduïda als materials de construcció com l'alumini o l'acer per tal d'evitar escapaments de temperatura.

<b>Pressupost</b>	
<b>Preu del metre lineal d'acer sense RPT</b>	55,2€/m
<b>Preu del m² de vidre temperat</b>	97,71€/m²
<b>Preu del m² de pintura</b>	9,39€/m²
<b>m² totals metres lineals totals</b>	24,65m² 60m
<b>Preu Total</b>	5.952 €
<b>Observacions</b>	No s'ha quantificat el cost dels tacs químics degut a l'ampli ventall de varietat, ja que no és segur quin tipus de cargol es farà servir.

### 1.2.1.3. Materials aïllants

En l'estat actual en què es troba la coberta, hi ha una pèrdua de calor important. Per tal d'evitar aquesta pèrdua, es pot aplicar una capa d'un altre material aïllant aprofitant la càmera d'aire disponible, per tant, es perdrà amplitud de càmera d'aire, però es guanyarà en aïllament tèrmic.

Com ja s'ha dit anteriorment, la capacitat d'aïllament tèrmic de cada material, està directament relacionada amb el seu coeficient K. Per tant, l'elecció del material, vindrà determinada per aquests valors.

També, s'ha de tenir en compte un altre factor: el preu de cada material; si la diferència de K no és gaire gran, la decisió de un posar un material o un altre, vindrà donada pel seu preu.

Hi ha un altre factor a considerar: la forma comercial del material, que pot ser més adequada o menys per a fer la instal·lació.



Aïllant de llana d'ovella



Aïllant de flocs de cel·lulosa



<b>Pressupost</b>				
<b>Material</b>	<b>Coefficient K</b>	<b>Formes comercials</b>	<b>Preu</b>	<b>Preu total</b>
Suro	0,045 W/(m·k)	Plaques de 150 x 60 cm Gruix: 60mm	9,75€/m <sup>2</sup>	1112,08 €
Cànem	0,041 W/(m·k)	No es disposa de dades	/	/
Llana d'ovella	0,040 W/(m·k)	Rotollos de 10 x 0,45 m Gruix: 60mm	6,4€/m <sup>2</sup>	729,98 €
Fibra de fusta	0,050 W/(m·k)	Plaques de 244 x 122cm Gruix: 40mm	/	/
Flocs de Cel·lulosa	0,039 W/(m·k)	Pasta constituïda de flocs de cel·lulosa	110€/m <sup>3</sup>	2132,92 €
Poliestirè expandit	0,036 W/(m·k)	Plaques de 120 x 60 cm Gruix: 50mm	8,49€/m <sup>2</sup>	968,36 €

He triat aquests cinc materials perquè m'han semblat l'opció més ecològica, tot i que hi ha altres materials bons. També he introduït dins la taula el poliestirè expandit, molt utilitzat en les cases com a bon i barat aïllant tèrmic, per tal de fer una comparació de preus.

Es comercialitza en forma de plaques; el preu és bastant assequible, actualment, 8,49€/m<sup>2</sup> i posseeix una conductivitat tèrmica molt reduïda (0,036 W/(m·k)). Tot i aquestes característiques positives, aquest material té un elevat risc per a la salut, és altament tòxic, ja que està format per materials cancerígens com el Benzè. Aquest material a altes temperatures produeix gasos nocius per a la salut que poden arribar a matar a una persona en cas d'incendi.

Definitivament, d'aquest llistat de materials, he acabat optant per l'opció dels flocs de cel·lulosa, perquè el coeficient de conductivitat tèrmica és dels més baixos; el gruix de material aplicable en relació a l'augment de preu, és el més viable, i disposa de tot un seguit de característiques molt positives que com a conseqüència, el fa la millor opció per augmentar l'aïllament tèrmic.

### 1.2.2. Solucions per als tancaments laterals

Existeixen diverses maneres de millorar l'eficiència tèrmica de tancaments laterals perquè es disposa d'una cambra d'aire a l'interior dels murs exteriors de la casa.

La manera d'escollir els materials aïllants per als murs, no és la mateixa que per a la coberta, ja que l'orientació també fa variar en l'elecció de cada material. Per exemple, un mur Trombe no es pot situar a la façana nord, ja que únicament es pot situar a la façana sud (per aprofitar la radiació solar) i en un mur sense cap obertura (que no tinc, en el meu cas). Per tant, el mur Trombe queda totalment descartat, ja que no es disposa de cap mur cec a la façana sud.

D'aquesta manera, la millor opció per millorar l'aïllament dels murs, és augmentar el seu gruix; és a dir, disposem d'un mur exterior format per totxana de 10 cm, cambra d'aire de 10 cm i un altre cop totxana de 10 cm. Per tant, s'haurà de buscar algun sistema per reduir el coeficient tèrmic total.

Per tal de dur a terme aquesta reducció del coeficient tèrmic, he optat per dos sistemes molt senzills, barats i efectius.

- Flocs de cel·lulosa: com ja s'ha vist anteriorment (veure: 2.2.1.3. Materials aïllants), aquest producte s'aplica fàcilment per un cost relativament baix, i disposa d'un bon coeficient de conductivitat tèrmica. Aquest producte, l'aplicaríem a la cambra d'aire que hi ha entre capa i capa de totxana.
- Morter aïllant: es caracteritza per ser un morter amb un alt aïllament tèrmic, format per additius com argila, calç, cel·lulosa, etc. Aquests, fan disminuir el seu coeficient tèrmic fins a un  $0,12 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{k})$ . Aquest material, es pot aplicar per capes, fins arribar a un gruix de 10 cm; per tant s'aplicarà a tots els murs de la casa per la part exterior.



Morter aïllant

<b>Pressupost</b>	
<b>Preu del m<sup>3</sup> de flocs de cel·lulosa</b>	110€/m <sup>3</sup>
<b>Preu del m<sup>3</sup> de morter aïllant</b>	90,57€/m <sup>3</sup>
<b>Volum total per cada producte</b>	12 m <sup>3</sup>
<b>Preu Total</b>	2406,84 €

És així com la paret, quedarà formada per quatre capes de tres materials diferents, que ajudaran enormement a augmentar l'aïllament tèrmic i a evitar ponts tèrmics.

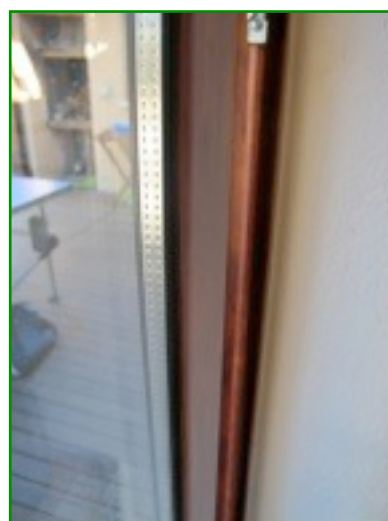
Per finalitzar, s'ha d'afegir que, en la façana oest de la casa, a part d'aplicar aquests dos materials, també es recobrirà totalment de Gessamí; és una planta trepadora, que durant l'estiu proporcionarà més ombra al mur, ajudarà a controlar la humitat i, sobretot, a l'estiu pot arribar a reduir uns 5°C la temperatura interior de la casa.

### 1.2.3. Solucions per a les obertures

Les solucions aplicades als tancaments laterals, no són completes si no s'evita o minimitzen els ponts tèrmics com els de les obertures, ja sigui portes o finestres.

Per tal de disminuir els ponts tèrmics a les obertures, cal quadrar i alinear bé la porta, de manera que tanqui adequadament i així evitar esclatxes innecessàries o, si el gruix de la porta és molt reduït, és més aconsellable canviar la porta per una d'un altre material o fusta més robusta.

En canvi, a les finestres, el sistema serà diferent: caldrà canviar totes les finestres que no disposin de vidre de doble capa amb cambra d'aire; per tant, tots els vidres que no ho compleixin, seran canviats per vidres de doble capa de 3mm amb cambra d'aire entre elles. També, s'haurà de canviar el marc, per un que ajusti més bé.



Finestres de doble capa amb marc d'alumini

Totes les finestres hauran de disposar de porticó, ja sigui de fusta o alumini; és un bon sistema per evitar que marxi escalfor a l'hivern i entri escalfor a l'estiu.

Els preus de les noves finestres variaran en funció de si són corredores o no, i del tipus de vidre, en tot cas, l'empresa local "Hnos Jurado Carpinteria de Aluminio" per a les finestres de doble capa amb marc d'alumini d'obertura simple, té com a preu general 400€/m<sup>2</sup>. Si tenim en compte que només cal canviar les finestres de la planta baixa de la façana est, i la finestra de la cuina, el preu total seria aproximadament de 2.600€.



Porticons a rehabilitar

Pel que fa als porticons, només serà necessari rehabilitar els ja existents, que són de fusta massissa.

Amb aquests petits canvis, es podran reduir en gran mesura els ponts tèrmics produïts per les obertures. Hi ha altres mètodes que es poden aplicar per protegir encara més les obertures com: porticons interiors de suro de 45mm de gruix, persianes, cortines de llana d'ovella de 45mm de gruix, etc.

#### 1.2.4. Solucions per a la climatització passiva

Entenem per climatització passiva, aquells sistemes, mètodes, materials, etc. que sense aportar directament calor o fred a l'interior de l'habitatge mitjançant energia externa (electricitat, gasoil...), fan que la temperatura de l'interior sigui estable i també confortable.

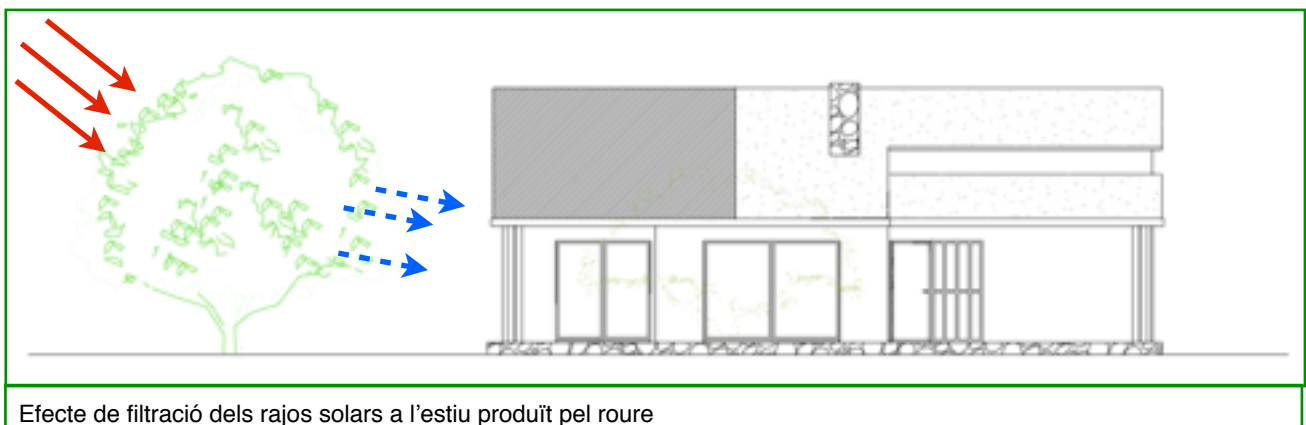
Per tant, les solucions anteriorment aplicades, com a mètodes i sistemes per aïllar millor la coberta i tancaments laterals, actuaran com a sistemes de climatització passiva; és a dir, el mur Trombe que funciona amb un principi tant senzill com el de l'efecte hivernacle, ajudarà a potenciar la radiació diürna del Sol, per tal de fer-la perdurar durant diverses hores a la nit; mantindrà i augmentarà la temperatura interior a l'hivern. En canvi, el conjunt format pel sistema de coberta enjardinada, el morter aïllant, els flocs de cel·lulosa, les finestres de doble capa... ajudaran a mantenir una bona temperatura interior evitant fuges a l'hivern, o guanys no desitjats a l'estiu.

Però, a part dels sistemes ja aplicats, també he decidit aplicar els mètodes per excel·lència de la climatització passiva. Es tracta de plantar certs tipus d'arbres que proporcionin ombra a l'estiu, plantes trepadores, porxades, ventilació creuada, etc.

#### 1.2.4.1. Vegetació

Per tal que la vegetació tingui un efecte directe en la climatització de la casa, s'han de plantar arbres de fulla caduca, ja que a l'estiu proporcionaran ombra i, en canvi, a l'hivern deixaran passar la llum del Sol.

A casa, ja hi ha una olivera i una magnòlia; no són els arbres idonis per ajudar la climatització de la casa. Caldrà actuar sobre la façana oest de la casa, ja que a l'estiu queda totalment despallada davant del Sol de la tarda. Per això, he triat el roure, arbre de fulla caduca, que proporcionarà ombra a l'estiu i deixarà passar el sol a l'hivern, i és autòcton del Mediterrani.

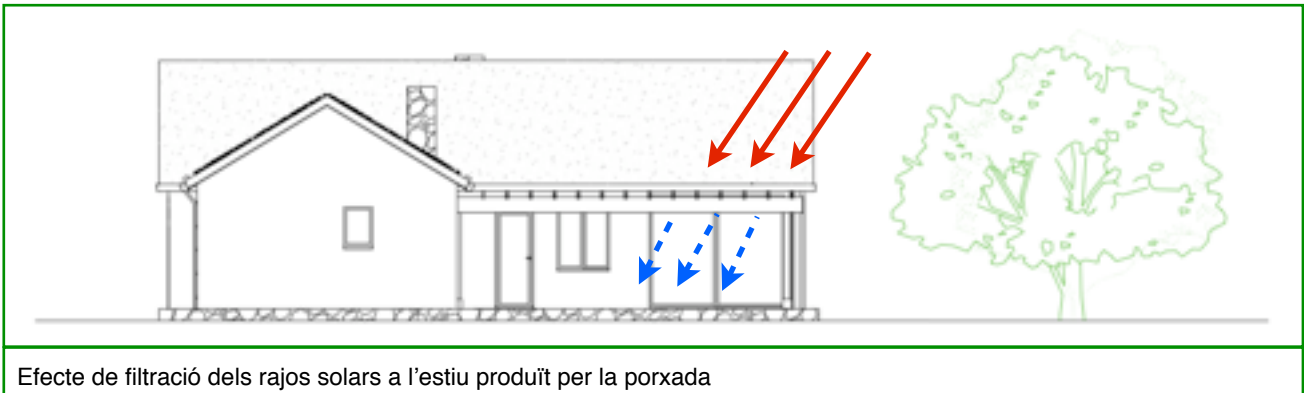


Per acabar, el mur oest també es complementarà amb gessamí, una planta trepadora, que ajudarà a moderar molt més la temperatura i, així, s'eliminaran els problemes d'insolació en aquesta façana. Cal dir que s'ha triat el gessamí i no l'heura, perquè l'heura arrela directament a la paret, i és molt més difícil controlar el seu creixement.

#### 1.2.4.2. Porxada

Actualment, disposem d'una porxo de fusta situada a la façana nord de la casa, però que està directament afectada per la radiació solar que capta la façana oest, ja que aquesta porxada té bona part orientada a l'oest. El sistema a aplicar és simple: durant l'hivern, el porxo queda descobert, només amb les bigues, d'aquesta manera tota la radiació solar incideix directament sobre la façana, i així s'aprofita el màxim de llum i per tant escalfor

durant el dia. A l'estiu, es cobreix amb una tela transpirable de color negre; així s'evita el pas de la llum i la radiació fins a reduir 2° la temperatura interior dels espais que donen al porxo.

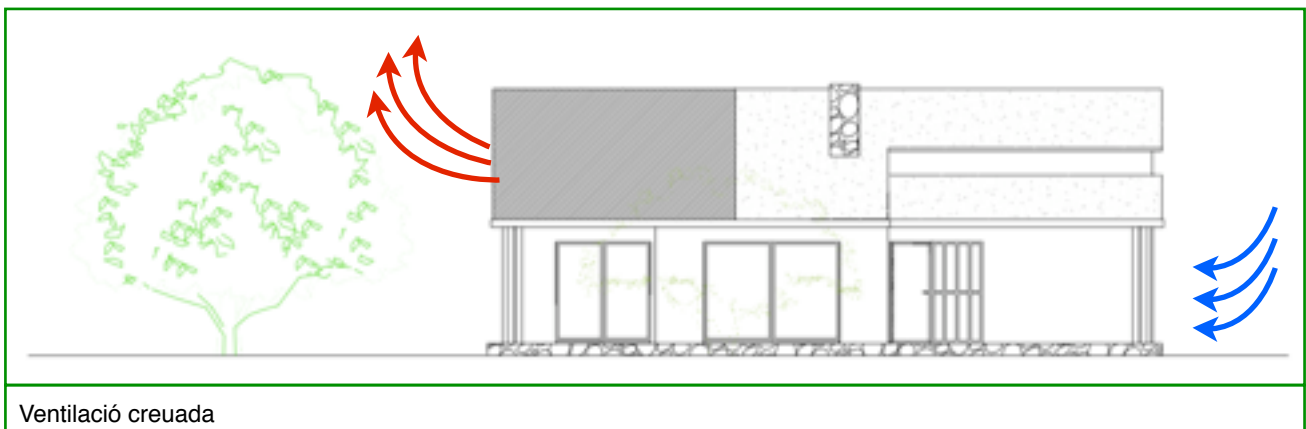


### 1.2.4.3. Ventilació creuada

S'anomena així l'acció d'obrir les finestres de dues façanes paral·leles, per tal d'aconseguir una ventilació homogènia de la casa durant l'estiu.

Per tal de fer possible aquesta ventilació, cal tenir obertures a la part més freda i a la més calenta de la casa, d'aquesta manera, la diferència de pressió entre l'aire provocarà aquesta circulació.

En concret, a casa meva caldrà obrir les finestres de la façana oest, les del segon pis, perquè és la zona més càlida de la casa durant l'estiu, i en canvi, obrir les finestres de les habitacions de la planta baixa de la façana est, que per la tarda, ja s'ha refredat. Perquè aquest tipus de ventilació tingui el màxim rendiment possible és recomanable fer-ho a últimes hores de la tarda i durant la nit, ja que l'aire que circularà és més fred que durant el dia.



## 2. Consum i producció d'energia elèctrica

Una part important de l'impacte ecològic d'un habitatge, és el seu consum elèctric, és a dir, reduir la despesa elèctrica amb diferents mètodes ajudarà a reduir aquesta despesa; una bona instal·lació elèctrica amb plaques fotovoltaïques o aerogeneradors, pot arribar a suplir, en gran part, la despesa d'electricitat, i fins i tot, donar excedents que es podran vendre a la xarxa.

Actualment, a casa tenim contractats 4,4kW de potència elèctrica, que costen aproximadament 0,056€/kW i dia. Consumim, de mitjana, uns 403kWh d'energia elèctrica, que representen un cost econòmic de 0,142€/kWh. Tot aquest consum i potència contractada, més l'impost de l'electricitat i la conservació de l'aparell de la lectura, fa que haguem pagat una mitjana de 70€ al mes durant aquest últim any. Per tant, hem de trobar un sistema que proporcioni entre 3,5 i 4,5kW de potència elèctrica, per tal de reduir el consum provinent de la xarxa o fins i tot suplir-lo totalment i poder-ne vendre els excedents.

### 2.1. Producció d'energia elèctrica

L'oferta de mètodes d'energia renovable per habitatges privats no és tant extensa com els de producció industrial. Dos són els mètodes més utilitzats: l'ús de plaques fotovoltaïques i els aerogeneradors petits que es poden instal·lar al jardí o teulada.

L'elecció d'un sistema o d'un altre estarà condicionada per diferents aspectes:

- Rendiment de la instal·lació elèctrica.
- Cost del material.
- Cost de la seva instal·lació a l'emplaçament.
- Cost del manteniment.
- Anys de vida útil.
- Condicions climàtiques; vent o Sol.
- Producció elèctrica.
- Instal·lació per emmagatzemar l'electricitat produïda.

### 2.1.1. Plaques fotovoltaiques

Una instal·lació de plaques fotovoltaiques, és un conjunt de plaques, amb dues o més capes de semiconductors (silici) que generen electricitat quan reben radiació solar. Si no volem connectar la casa a la xarxa elèctrica, les plaques solars, també disposen de bateries de 12V que tenen un circuit transformador que transforma aquest voltatge en corrent altern apte per a l'ús domèstic.

La seva vida útil és llarga, ja que ronda els 30 anys, i s'ha de tenir en compte que el seu manteniment és molt simple, ja que només caldrà netejar les plaques periòdicament amb aigua i sabó. Però, es necessita disposar d'una gran superfície per a produir la quantitat d'energia necessària. Per altra banda, la instal·lació és molt cara, els preus, se situen al voltant dels 9.000€ per cada quilowatt instal·lat. Hi ha ajuts econòmics del govern, que ronden el 25% de la despesa econòmica total.



Plaques fotovoltaiques

Segons el fabricant, les formes comercials varien, és a dir les plaques fotovoltaiques tenen mesures diferents, però l'àrea necessària per cobrir la potència desitjada serà sempre la mateixa; per tant, el preu serà similar. De totes maneres, hi ha una forma comercial generalitzada: cada placa té unes mides de 1640 x 992 x 50mm i produeix 240W; tenen 60 fotons cada una d'elles, per tant, per tal d'arribar a una potència de 2,5kW faran falta 11 plaques i, per arribar als 4,5kW, 19 plaques. Cada placa té una àrea de 1,62m<sup>2</sup>. El sostre del garatge té una superfície de 44,41m<sup>2</sup>. Per fer més econòmic el cost de suplir totalment la necessitat d'estar connectat a la xarxa, es podria optar per fer una instal·lació de plaques fotovoltaiques amb una potència de 2,5kW i un aerogenerador per arribar als 4,5kW.

<b>Pressupost</b>			
	<b>Àrea a cobrir</b>	<b>nº de plaques</b>	<b>Preu €/kW</b>
<b>Per a 2,5kW de potència</b>	17,89m <sup>2</sup>	11	22.500 €
<b>Per a 4,5kW de potència</b>	30,78m <sup>2</sup>	19	40.500 €



Per potenciar, al màxim, el seu baix rendiment (15% de mitjana), cal seguir algunes recomanacions:

- S'han de posar a la vessant Sud, i amb una certa inclinació.
- Les plaques han d'estar ben airejades, ja que un cop superats els 25°C per sobre de la temperatura ambient, la tensió que és genera és menor.

El baix rendiment és degut a diversos factors:

- La poca energia dels fotons incidents, ja que no tenen prou energia pe trencar l'enllaç covalent.
- Pèrdues per reflexió de la llum
- Pèrdues causades pels contactes elèctrics que tapen una part de la llum rebuda
- Pèrdues per resistència en sèrie, ja que l'efecte Joule, produeix un escalfament del cilici no desitjat.

### 2.1.2. Aerogeneradors

Hi ha dos tipus d'aerogeneradors que es poden instal·lar en una casa: els que se situen sobre la coberta, i els que se situen amb un pal més llarg en un lloc proper. Els primers, haurien de ser capaços de carregar bateries d'entre 12V i 14V, amb una potència de 100W a 2,5kW. Els que utilitzen pal, poden tenir entre 3 i 15 metres d'altura, i una potència entre 600W i 20kW.

La producció real d'un aerogenerador, depèn directament de la longitud de les pales, de la velocitat del vent, i de la situació geogràfica. Si escollim una instal·lació separada, l'altura més adient és de 7 metres.

El pressupost d'un aerogenerador és d'uns 3.300€/kW. Per tant, si es volen instal·lar 4,5kW, el preu serà de 14.850€. Aquest preu, inclou la turbina, el pal, els inversors i les bateries. Li haurem de sumar el cost de la instal·lació d'un comptador per exportar els excedents d'electricitat a la xarxa, que està entre 400€ i 500€. En total, la instal·lació d'un aerogenerador costarà aproximadament 15.300€.

També serà necessària una revisió anual i, si tenim en compte que la vida útil d'un aerogenerador està entre els 15 i 20 anys, la seva amortització total dependrà de l'estalvi elèctric i del preu de compra dels excedents.

En la zona on tenim la casa, no hi fa gaire vent, per tant, caldrà instal·lar un tipus d'aerogenerador que, amb molt poc vent sigui capaç de girar i produir electricitat.

Una empresa anomenada Home Energy International, comercialitza un tipus d'aerogenerador molt senzill, l'V200. Aquest aerogenerador, funciona com un penell amb forma d'esfera, de 1,98m de diàmetre. S'ha instal·lar sobre una coberta plana, per tant queda totalment descartada la instal·lació a sobre del garatge o de la casa, però si que es pot instal·lar amb una pal de 12 o 15 metres al costat del garatge i col·locar les bateries a dins del garatge. El cost seria d'uns 8.550€ i la potència màxima que pot produir, de 2.25kW. Les dades tècniques de l'aerogenerador són:

- Màxim de potència produïda de 2250W amb una velocitat del vent de 22m/s; a partir d'aquesta velocitat la producció d'energia serà la mateixa fins a la seva velocitat màxima de rotació (700rpm).
- La mínima velocitat de vent amb que pot funcionar és de 3m/s, i la màxima, 40m/s.
- No provoca cap tipus de soroll.
- La electricitat produïda, s'emmagatzema en bateries de 10V-24V que, mitjançant un convertidor, la transformen en corrent altern i dona una tensió de sortida de 230V.
- La seva vida útil mínima és de 25 anys.
- Segons la velocitat mitjana del vent, la producció d'energia elèctrica anual variarà entre 240kWh (4m/s o 3 escala de Beaufort) i 2200 kWh (7,5m/s o 4-5 escala de Beaufort<sup>3</sup>).

L'aerogenerador no cobreix totalment la despesa elèctrica de la casa, però es pot optar per fer servir un sistema híbrid, que consisteix a instal·lar plaques fotovoltaïques i un aerogenerador. D'aquesta manera, la producció d'energia s'assegura de totes les maneres possibles, i a la vegada també se supleixen carències de les dues instal·lacions, com el baix rendiment de les plaques fotovoltaïques o que l'aerogenerador no arribi a produir la potència necessària.

---

<sup>3</sup> Escala de Beaufort: Escala que permet mesurar empíricament la velocitat del vent, té 12 graus, i es basa principalment en l'estat del mar, les onades i la força del vent.



Aerogenerador V200

En resum, la instal·lació que posaré serà un híbrid que estarà constituït per un aerogenerador V200 que produirà aproximadament la meitat de la potència que tenim contractada actualment, i una instal·lació fotovoltaica sobre la coberta del garatge, per tal d'acabar de completar tota la potència requerida i així suplir totalment la necessitat d'estar connectat a la xarxa elèctrica. D'aquesta manera, si sumem el preu de cada instal·lació ens surt un total aproximat de 31.050€, que és inferior al cost d'una instal·lació de 4,5kW de plaques fotovoltaïques que seria de 40.500€. Com que la suma de les potències de cada sistema és superior a l'actual consumida a casa meva, els excedents es podran vendre a la xarxa; d'aquesta manera, es podrà amortitzar més ràpidament la seva instal·lació.

Aquest híbrid es completarà amb els mètodes de control i emmagatzematge de l'energia: un cop produïda l'energia mitjançant un dels dos sistemes, seguirà un recorregut pels dispositius que es trobaran a l'interior del garatge. Aquests dispositius seran:

1. Regulador: S'encarregarà de protegir les bateries de les descàrregues i sobrecàrregues.
2. Inversor: Transformarà el corrent continu de 12V en corrent altern de 220V o 230V.
3. Comptadors: Quantificaran l'electricitat exportada a la xarxa.
4. Una protecció contra sobrecàrregues externes que puguin malmetre la instal·lació.
5. Bateries: Emmagatzemaran el corrent produït.

## 2.2. Estalvi d'energia elèctrica

Per tal de completar l'aplicació d'aquests mètodes, cal tenir consciència d'estalvi energètic. Hi ha diverses maneres de contribuir a aquest estalvi:

- Desconnectar els electrodomèstics durant la nit: televisors, rentavaixelles, ordinadors, etc. Un bon mètode per facilitar aquesta acció, és utilitzar regletes, que mitjançant un interruptor s'apaguen fàcilment i tallen totalment el corrent entre la xarxa i l'electrodomèstic. Desconnectar els electrodomèstics i evitar deixar carregadors de bateria, o aparells que consumeixin encara que estiguin apagats ajudarà a reduir entre un 5% i 7% el consum d'energia elèctrica durant tot el dia.
- Substituir totes les bombetes per bombetes de baix consum o leds. Les bombetes de baix consum són més barates, però tenen una vida útil menor que la d'un led. Cada cop que canviem una làmpada, ho farem per una de leds.



### 3. Aprofitament de les aigües pluvials i dels residus

En una casa, es consumeix diàriament una gran quantitat d'aigua, i també es produeixen una gran quantitat de residus. Un bon control d'aquests dos aspectes serà molt important per reduir el seu impacte ecològic, ja que evitarem contaminació i despeses d'aigua innecessàries.

Per tal de millorar aquest aspecte aplicaré mètodes molt senzills i a la vegada eficaços; reduir consums i reutilitzar tot el possible.

#### 3.1. Gestió de les aigües

Per fer un ús més adequat de l'aigua, tant si és potable com no, s'han de prendre algunes mesures d'estalvi com: regular les aixetes per evitar degotejos indesitjats, dutxar-se en lloc de banyar-se o posar una ampolla d'aigua dins de la cisterna del vàter per tal de reduir el consum d'aigua cada cop que se'n fa ús.

Pel que fa a l'aprofitament de l'aigua no potable, va bé tenir un sistema de recollida d'aigües pluvials. A casa, he optat per millorar el que ja teníem (el preu del nou sistema va inclòs amb la instal·lació del sostre enjardinat). El nou sistema, recull l'aigua d'una manera més eficaç ja que està lligat directament a la recollida de la coberta i també està protegit per la part superior; d'aquesta manera, s'evita l'acumulació de fulles dins dels canalons, que evitarien el pas de l'aigua.



Sistema de recollida i canalització de les aigües pluvials

El sistema de canalització, se situa a les parts més baixes de la coberta, per tal de recollir-ne tota l'aigua acumulada. En la zona amb coberta enjardinada, la recollida d'aigua serà menor, ja que només serà l'excedent de les aigües que el sistema enjardinat no hagi acceptat. De totes maneres, l'aigua recollida serà suficient, ja que aquesta pèrdua només representarà entre un 10% i un 15% de l'aigua total recollida.



Dipòsit de l'aigua pluvial

Aquest sistema, convergeix en un trenat de canonades subterrànies que van a parar al dipòsit d'aigua on s'emmagatzema tota l'aigua recollida. Aquest dipòsit té una capacitat de 70.000L i, si l'època de pluges durant la tardor i l'hivern és òptima, pot durar tot un estiu, ja només la utilitzem per regar el jardí i l'hort, perquè no és potable.

Hi ha diferents mètodes per depurar l'aigua provinent de la pluja, però fa falta una instal·lació més complexa; s'hauria d'instal·lar un dipòsit hermèticament tancat a part del dipòsit

de recollida de les aigües, i també un sistema de depuració. Tot aquest sistema, és molt car, i per això he decidit prescindir-ne.

### 3.2. Gestió dels residus

Segons estudis del Consorci per a la Gestió dels Residus del Vallès Oriental, cada habitant produeix 1,52Kg de residus al dia. Per tant, és imprescindible fer una bona separació d'aquests residus, classificar-los en paper, vidre, plàstic, i orgànic. Això ajudarà a reduir de forma notable el nostre impacte ecològic.



Separació de residus

A casa meva, he optat per fer un pas més enllà: a part de separar, fer ús d'un sistema de compostatge; està format

per uns cofres grans de plàstic molt econòmics, on s'hi aboquen tots els residus orgànics i, en una mitjana de sis mesos, es podran aprofitar com adob per al jardí o l'hort. Aquest sistema, a part de proporcionar un cert estalvi econòmic en adobs, et permet reduir la taxa municipal de residus. Ja, en algunes poblacions, per tenir un sistema d'adob o dur



Cofres de compostatge

objectes a la deixalleria mensualment, pots reduir un 10% l'impost de residus municipal.

## 4. Quadre resum de les reformes escollides

Una bona manera de fer una síntesi ràpida i senzilla de les reformes escollides i un pressupost global de tot el projecte, és fer un quadre resum, en què es mostrarà on es situaran les reformes, una breu descripció i els preus parcials i totals de cada una d'elles.

Reforma	Descripció	Preu parcial de la reforma		Preu total de la reforma
<b>Coberta</b>				
<b>Sostre Enjardinat</b>	Sistema de sostre enjardinat distribuït per l'empresa Zinco	150€/m <sup>2</sup>		17.903 €
<b>Mur Trombe</b>	Sistema de climatització passiva aplicada al sostre i de construcció pròpia	Preu del metre lineal d'acer sense RPT	55,2€/m	5.952 €
		Preu del m <sup>2</sup> de vidre temperat	97,71€/m <sup>2</sup>	
		Preu del m <sup>2</sup> de pintura	9,39€/m <sup>2</sup>	
<b>Aïllament interior</b>	Material aïllant insuflat a pressió a les cambres d'aire existents a la coberta. El distribuïdor escollit és l'empresa: Ecoaislamientos Herranz	110€/m <sup>3</sup> + 500€ de mà d'obra		2632,92 €
<b>Tancaments laterals</b>				
<b>Morter aïllant</b>	Morter amb altes capacitats aïllants que s'aplicarà de forma pròpia i per capes fins arribar al gruix adient.	90,57€/m <sup>3</sup>		1086,84 €
<b>Flocs de cel·lulosa</b>	Es tracta del mateix sistema aplicat a l'aïllament interior de la coberta	110€/m <sup>3</sup> + 500€ de mà d'obra		1820 €
<b>Obertures</b>				

<b>Finestres de doble capa i marc d'alumini</b>	Finestres amb més gruix i amb marcs més bons per tal d'evitar ponts tèrmics	400€/m <sup>2</sup>	2600 €
<b>Vegetació</b>			
<b>Roure</b>	Arbre de fulla caduca situat davant la façana Oest de la casa	210 € + 700€ de transport	710 €
<b>Gessamí</b>	Planta trepadora situada sobre la façana Oest de la casa	12€ / Planta	36 €
<b>Electricitat</b>			
<b>Aerogenerador</b>	Aerogenerador model V200 de l'empresa Home Energy International, amb l'objectiu de produir energia elèctrica	3.300€/kW + 500€ per contador d'excedents	8.550 €
<b>Plaques fotovoltaïques</b>	Plaques fotovoltaïques estàndard per tal de produir energia elèctrica, el pressupost és generalitzat.	9.000€/kW	22.500 €
<b>Pressupost total del projecte</b>			<b>63.790,76 €</b>



## 5. Conclusions

En primer lloc, m'agradaria remarcar, que he gaudit molt fent aquest treball. És cert, que he trobat complicacions que m'ho han fet passar malament, però quan les he resolt, la satisfacció ha estat gran. El que m'ha fet passar més hores davant l'ordinador ha estat fer els plànols però, m'ha agradat fer-los; en canvi, fer la maqueta, que ha estat el més difícil del treball, ja que treballar amb cartó ploma i fer que quedi net i polit, és molt més complicat del que en un principi pot semblar. Per això, crec que en aquests dos apartats, és on he après més, ja que quan vaig començar el treball no sabia ni fer una línia amb l'Autocad; de fet, si no fos per l'ajuda d'en Guillem Herrero i l'arquitecte Francesc García, no me'n hauria sortit. Tampoc havia treballat mai amb cartó ploma i, ara, després de realitzar dues maquetes, sé que és bastant complicat de tallar. He fet les dues maquetes a partir de coneixements adquirits de manera pròpia; és a dir, en aquest aspecte he estat autodidacte.

Només per aquests aspectes, ja estic content del treball; crec que m'han servit de base per a començar a familiaritzar-me amb la carrera que vull fer més endavant. Quan vaig començar, no em podia arribar a imaginar com podia ser d'extens aquest tema, i la varietat de solucions que l'arquitectura ens ofereix. Amb això vull dir, que, després de les dificultats trobades al llarg d'aquests mesos, un cop vist el resultat, tinc la seguretat de saber que això és el que vull fer, i que l'esforç ha valgut la pena.

D'altra banda, crec que un treball com aquest està molt justificat avui en dia; com ja he dit a la introducció, la situació climàtica del planeta no és bona, i qualsevol acció per no empitjorar-la, és benvinguda. Hi ha molts mètodes per reduir el nostre impacte ecològic però, ara que sembla que la consciència ecològica de la gent està creixent, un dels problemes que fa que aquestes mesures no siguin més populars, és l'actual crisi econòmica. La crisi, fa que la gent no acabi de decidir-se a l'hora d'invertir diners en l'estalvi energètic; amb aquest treball queda demostrat que, encara que en un primer moment sembla una despesa molt important, realment és una inversió, ja que l'estalvi econòmic i energètic a la llarga, és evident. Per tant, l'objectiu hauria de ser reduir el consum de recursos, sobretot els derivats del petroli, i aprofitar-ne d'altres com l'aigua de la pluja, el vent i la llum solar.

Després d'haver acabat el treball, cal remarcar que el resultat final ha estat, en gran mesura l'esperat, és a dir, el pressupost, tot i ser a primer com d'ull bastant elevat, en realitat no ho és tant, ja que aquest preu inicial pot ser amortitzat en un període de temps que variarà segons el manteniment i el bon ús de les instal·lacions. La instal·lació de mètodes per tal de climatitzar de forma passiva l'habitatge ajudarà a reduir el consum de gasoil durant l'hivern, i per tant, el cost d'escalfar la casa serà menor. En canvi, les energies renovables, no només ens ajudaran a prescindir de la xarxa elèctrica sinó que també ens donaran algun benefici econòmic segons el preu de sortida que tingui l'electricitat excedent.

La situació econòmica actual fa més difícil posar en marxa aquestes mesures, a causa del seu elevat cost. Però l'objectiu, és que a la llarga s'acabin aplicant, no totes de cop, sinó segons les possibilitats del moment. Per exemple, actualment ja tenim el gessamí a la façana oest de la casa; també hem canviat algunes de les obertures per finestres de doble vidre amb marc d'alumini i hem substituït algunes bombetes per bombetes de baix consum i leds. D'altres reformes plantejades, ja estaven mig aplicades, com la recollida d'aigües pluvials, el compostatge, els aïllaments interiors, etc.

Gràcies a aquest treball, m'he adonat que un sistema d'aïllament interior que estàvem aplicant a la coberta no era l'adequat: les plaques de poliestirè expandit, tot i que tèrmicament aïllen perfectament, són nocives per a la salut; per tant, he decidit arrancar-les totes i buscar un sistema provisional fins que tinguem capacitat econòmica per insuflar la cel·lulosa.

M'he adonat que reformar un habitatge és més complex del que pot semblar a primer cop d'ull; com que l'edifici ja està construït et trobes amb impediments que dificulten les millores. Primer de tot, s'ha de fer un nou aixecament dels plànols de l'habitatge perquè moltes de les mesures no són les correctes. I després, cal adaptar moltes coses a la realitat d'un edifici ja construït; per tant, és molt millor tenir en compte els conceptes de sostenibilitat, estalvi energètic i habitatge ecològic des del disseny de l'edifici. Al final, estalvies costos.

M'agradaria agrair a l'Empar Simó, a la Fidela Frutos, i a diversos estudiants d'arquitectura, els seus consells durant tot el treball, ja que m'han fet veure opcions més bones i senzilles d'aplicar, que al final, han estat les definitives.

Per acabar, m'agradaria que aquest projecte fos la base per anar millorant la reforma de casa meva, a mesura que vagi adquirint més coneixements durant la carrera i que, finalment sigui una realitat i un exemple per a qualsevol persona que vulgui reformar casa seva i millorar la seva petjada ecològica.

## 6. Bibliografia

- *Arquitectura bioclimática*. (artícle en línia). ≤<http://abioclimatica.blogspot.com/>> [última consulta 17/8/2011]
- *Arquitectura hoy*. Portal d'arquitectura moderna (en línia). ≤<http://www.arquitecturahoy.com/>> [última consulta 11/8/2011]
- BUENO, Mariano: *El gran libro de la casa sana*. "Nueva Era". Barcelona: RBR integral, 1992.
- COSTA, Sergi:
  - *La casa ecológica, ideas prácticas para un hogar ecológico y saludable*. Barcelona: Loft, 2009.
  - *Ecoatlas, arquitectura ecológica contemporánea*. Barcelona: Loft, 2010
- Enciclopèdia de l'edificació: Construmática, (en línia). ≤<http://www.construmatica.com/>> [última consulta 27/12/2011]
- Home Energy International. Energies renovables (en línia). ≤<http://www.home-energy.com/>> [última consulta 27/12/2011]
- Muro Trombe; Proyecto Reconsost. Document digital en línia. ≤[www.sostenibilidad-es.org/sites/.../reconsost\\_muros\\_trombe.pdf](http://www.sostenibilidad-es.org/sites/.../reconsost_muros_trombe.pdf)> [última consulta 27/12/2011]
- *Renov-arte*. Energies renovables (en línia). ≤<http://www.renov-arte.es/>> [última consulta 27/12/2011]
- RULI, Enric: *La sostenibilitat és possible*. Barcelona: Pòrtic, 2004.
- VILALTA, Jaume (dir.): *Què, qui, com: La casa sostenible*. Canal 33. 28 de Gener del 2011.
- *ZinCo cubiertas ecológicas*. (en línia). ≤<http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es>> [última consulta 12/8/2011]

## **Annexos**

## **Annex 1**

Consulta a Fidela Frutos (arquitecta) i  
entrevista a Antoni Mestres (físic)

## Consulta a Fidela Frutos

A mitjans de Setembre, vaig anar a parlar amb la Fidela Frutos, una arquitecta experta en edificació sostenible i ecològica, que viu a Llinars del Vallès. El motiu d'aquesta consulta, ampliar els meus coneixements sobre el tema per poder-los aplicar al meu projecte.



Fidela Frutos

Gràcies a aquesta consulta, vaig acabar de definir els detalls del projecte. Em va parlar, entre altres coses, del morter aïllant i de la cel·lulosa, i em va explicar com aplicar aquests materials.

En concret, les seves recomanacions van ser:

- El morter aïllant per capes.
- Els flocs de cel·lulosa a les cambres d'aire.
- El concepte d'aplicar la tecnologia d'un mur Trombe a la coberta.
- La recomanació de treure el poliestirè expandit a causa de la seva toxicitat
- Utilitzar porticons interiors
- Aprofitar les característiques de la vegetació exterior, i la seva relació directa amb la temperatura interior de l'habitatge.

## Entrevista a Antoni Mestres

L'Antoni Mestres és llicenciat en Ciències Físiques, especialitzat en Física de l'aire. Durant diversos anys, ha presentat la informació meteorològica a televisions i ràdios. Va presentar el programa del canal 33 "Què, qui, com" des de l'any 2006 al 2008. És el membre fundador i director de "TN Productions" i "l'Associació Catalana de Meteorologia"



Antoni Mestres

Al Gener del 2011, vaig veure un capítol del "Què, qui, com" i em va cridar l'atenció, ja que el presentador d'aquest programa, tenia una casa reformada ecològicament, per tal de reduir la seva petjada ecològica al màxim, fins a tal punt que no estava connectada a la xarxa de l'aigua.

Des del moment en què vaig començar el treball, vaig enviar correus electrònics a TV3 per aconseguir el contacte amb el presentador del programa: l'Antoni Mestres. Un cop vaig aconseguir el contacte, vaig poder fer-li la següent entrevista telemàtica.

### **Què el va impulsar a dur a terme un projecte bioclimàtic a casa seva?**

Volíem construir una casa el més respectuosa possible amb l'entorn i utilitzar materials senzills com fusta i totxana. També, volíem aprofitar el màxim l'energia que ens proporciona el sol de manera que varem fer parets gruixudes, obertures al sud i tot el tema de plaques fotovoltaïques i solars. Un altre aspecte important és recollir l'aigua de pluja per ser totalment autosuficients, tant per neteja i rec com per al nostre propi consum.

### **Quins varen ser els canvis més significatius en la seva forma de vida?**

Aquesta es una casa molt similar a la resta de cases, només cal dedicar-li una mica de temps amb el tema de manteniment i mirar que tot funcioni correctament: les plaques solars i fotovoltaïques, el compostador i la recollida d'aigua, entre d'altres coses.

### **Creu que econòmicament és un projecte viable? Hi ha un estalvi econòmic i energètic considerable?**

La casa està feta, per tant és viable. Si la pregunta és si la casa es més cara que una casa similar, la resposta es sí; la casa és més cara inicialment, però si tot va funcionant correctament d'aquí 20 anys probablement serà molt més barata a causa de l'estalvi energètic i d'altres coses com el consum d'aigua. En aquesta casa no hem de comprar cap envàs d'aigua embotellada ni ens han de transportar l'aigua des d'un embassament del Pirineu. Si calcules tots aquests costos llavors veuràs que és molt més barata.

### **Quines, diria vostè, que són les característiques més importants del seu habitatge, respecte els sistemes de climatització i control de la temperatura?**

Parets gruixudes, de fins a 45 cm on l'aïllant és l'aire i no productes químics com escumes o poliestirens. Grans obertures al sud per permetre l'entrada de llum i calor i molt poques al nord. Escalfar l'aigua amb el sol per escalfar la casa amb murs radiants. Un bon aïllant d'encenalls de fusta compactada al sostre. A l'estiu, la casa està molt ventilada.



**Fins a quin punt creu que un bon sistema de climatització passiva pot reduir el consum de sistemes de climatització activa?**

Si disposes d'una casa amb bona orientació i espai, la reducció pot arribar a ser superior al 80%. El nostre objectiu es arribar-hi en introduir millores de forma progressiva per aconseguir acostar-nos al 100%.

**Per a la producció d'energia elèctrica, creu que les plaques fotovoltaïques són la millor opció? Creu que existeixen altres opcions d'energies renovables, tant o més bones que les plaques fotovoltaïques?**

Les plaques fotovoltaïques són una molt bona opció per generar electricitat directament del sol. Estem en una zona del planeta on hi ha moltes hores de sol, per tant, gairebé tothom hauria de tenir plaques fotovoltaïques i també solars per escalfar l'aigua i no utilitzar electricitat; per això, també són interessants els molins de vent, però aquí a la plana del Penedès el vent no bufa amb molta intensitat.

**Com produeix la seva energia majoritàriament? Ha notat mai una producció insuficient?**

Les plaques fotovoltaïques gairebé cobreixen el consum d'electricitat de la casa en un còmput anual. Gràcies al sol, també tenim aigua calenta tot l'any per al nostre consum però, per escalfar el mur radiant, a l'hivern necessitem gas. De totes maneres, estem mirant de reduir aquest consum de gas augmentant la superfície de plaques solars.

**Com gestiona la recollida d'aigües pluvials? Té algun sistema d'emergència per a èpoques de llarga sequera?**

Tenim uns grans dipòsits que permeten disposar de reserves d'aigua durant molts mesos. L'únic sistema d'emergència que hi ha, és reduir el consum en èpoques de sequera.

**Creu que la gestió de residus també és una bona manera de fer ecologia? Com ho aplica?**

Si, la gestió de residus és important. A casa tota la matèria orgànica va a parar al compost per adobar la terra del jardí. Amb la resta de residus: plàstics, vidre i paper fem com la majoria de persones, els porten als contenidors específics que hi ha al carrer.

**Fent un resum, n'està content de l'eficiència ecològica de casa seva?, Creu que podria millorar-la en algun sentit?**

Nosaltres no ens vàrem plantejar la casa per aconseguir una bona eficiència ecològica, sinó, senzillament per construir la casa que ens agradava i que fos el més confortable possible. Des del nostre punt de vista això passa per ser el màxim respectuosos amb el medi i aprofitar tot allò que ens proporciona la natura. Per això, la casa es va projectar per aprofitar la llum i l'energia del sol, per recollir l'aigua de pluja i la vàrem aïllar el millor possible amb materials senzills. De moment, les coses van com ho estava previst, amb alguns retocs que intenten millorar la qualitat de vida dels que vivim a la casa. En els propers anys intentarem reduir el consum de gas.

## **Annex 2**

### **Normativa Tèrmica apartat DBHE, comprovació de les reformes**

## Introducció

Es calcularà la limitació de la demanda tèrmica, a partir dels paràmetres establerts per aquesta normativa. Amb aquests càlculs, es podrà saber si les reformes aplicades a la casa són viables, o si s'han de millorar en algun aspecte per tal que compleixin escreix la normativa.

## Limitació de la demanda energètica

Segons la normativa, la demanda energètica dels edificis es limita en funció del clima on se situa l'habitatge. L'habitatge que es pretén reformar entra dins la zona climàtica de Barcelona. En aquesta zona climàtica, la envolupant tèrmica<sup>4</sup> tindrà un valor determinat que no es podrà superar, i estarà dividida en els següents paràmetres i coeficients.

- Transmissió tèrmica de tancaments laterals  $U_{Mlim}$ ; 0.95 W/m<sup>2</sup>K
- Transmissió tèrmica de cobertes  $U_{Clim}$ ; 0.53 W/m<sup>2</sup>K
- Transmissió tèrmica de les soleres  $U_{Slim}$ ; 0.60 W/m<sup>2</sup>K. Com que el terra de la casa és un forjat sanitari, a l'hora de calcular la transmissió tèrmica total, s'hauran de tenir en compte uns coeficients que variaran en funció del tipus de forjat sanitari.
- Transmissió tèrmica de les obertures  $U_{HLim}$ ; 2,2 W/m<sup>2</sup>K. En aquest paràmetre s'ha de tenir en compte que les obertures no podran ocupar una superfície més gran d'un 60% de la total de la façana i, que per calcular aquesta transmissió, s'ha de fer servir una fórmula específica.

## Fórmules i càlculs dels paràmetres

Per tal de calcular la transmissió tèrmica dels tancaments en contacte amb l'exterior, s'ha d'aplicar la fórmula següent:

$$U = 1 / R_T$$

On:

- $U$  (W/m<sup>2</sup>K) és la transmissió tèrmica.
- $R_T$  (m<sup>2</sup>K/W) és la resistència tèrmica total del component constructiu

Per calcular  $R_T$ :

---

<sup>4</sup> Envolupant tèrmica: Es divideix en els tancaments de l'edifici que separen les parts habitables de l'exterior, i no haurà de superar els màxims establerts per la normativa tèrmica.

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

On:

- $R_1, R_2, R_n$  ( $m^2K/W$ ) són les resistències tèrmiques de cada capa.
- $R_{si}, R_{se}$  ( $m^2K/W$ ) són les resistències tèrmiques superficials corresponents a l'aire interior i exterior, respectivament. Aquest valor, variarà segons la posició del tancament, i la direcció del flux de calor.

Per calcular R:

$$R = e / k$$

On:

- $e$  és el gruix de cada capa en metres.
- $k$  és la conductivitat tèrmica de cada material (veure taula 1).

En canvi, per calcular la transmitància tèrmica de les obertures, s'haurà de fer servir la següent fórmula, i tenir en compte que les transmitàncies tèrmiques parcials es calculen amb la fórmula anteriorment descrita ( $U = 1 / R_T$ ).

$$U_H = (1 - FM) \cdot U_{H,v} + FM \cdot U_{H,m}$$

On:

- $U_{H,v}$  és la transmitància tèrmica de la part semitransparent.
- $U_{H,m}$  és la transmitància tèrmica del marc de la finestra o porta
- $FM$  és la fracció de l'obertura ocupada pel marc.

A partir de la transmitància tèrmica de cada tancament, es podran completar les taules justificatives de l'opció simplificada en les que es veurà si les reformes han complert l'objectiu desitjat o no.

En els càlculs s'haurà de tenir en compte el tipus de tancament, ja que els valors de la resistència tèrmica total variaran en algunes constants i, sobretot, serà necessari obtenir els valors de la conductivitat tèrmica i els gruixos de cada material que formi el tancament (veure taula 1). Per exemple, per calcular la transmitància tèrmica dels forjats sanitaris es menysprearà les resistències tèrmiques superficials.

<b>Taula 1: Conductivitat tèrmica i gruixos dels materials</b>				
<b>Tancament</b>	<b>Material</b>	<b>k (W/mK)</b>	<b>e (m)</b>	<b>R = e / k</b>
<b>Coberta</b>				
Coberta Enjardinada	Sistema enjardinat ZinCo	0,6	0,22	0,36667
	Encadellat de ceràmica	0,37	0,05	0,13514
	Bigues de formigó	1,4	0,17	0,12143
	Flocs de cel·lulosa	0,039	0,17	4,35897
	Tires de fusta de pi	0,116	0,02	0,17241
Mur Trombe a coberta	Vidre de doble capa	0,81	0,012	0,01481
	Tancaments d'alumini	209	0,06	0,00029
	Cambra d'aire	0,026	0,05	1,92308
	Teules de pissarra	0,42	0,02	0,04762
	Tela asfàltica	0,198	0,01	0,05051
	Fibra de vidre	0,035	0,02	0,57143
	Bigues de formigó	1,4	0,17	0,12143
	Tires de fusta de pi	0,116	0,02	0,17241
<b>Tancaments laterals</b>				
	Totxana	0,8	0,2	0,25
	Flocs de cel·lulosa	0,039	0,1	2,5641
	Morter aïllant ecològic	0,12	0,1	0,83333
<b>Soleres</b>				
	Formigó	1,4	0,3	0,21429
	Parquet	0,143	0,02	0,13986
<b>Obertures</b>				
	Doble vidre de 3mm	0,81	0,006	0,00741
	Marc d'alumini	209	0,07	0,00033
	Marc i portes de fusta	0,209	0,07	0,33493

## Taules justificatives de l'opció simplificada

<b>Càlcul dels paràmetres característics mitjans</b>				
<b>Coberta</b>				
A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> ·K)	A·U (W/K)	Resultats	
114,06	0,19	21,6714	$U_{Cm} = A \cdot U / A = 0,19$	
24,65	0,32	7,888	$U_{Cm} = A \cdot U / A = 0,32$	
<b>Tancaments laterals</b>				
Orientació	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> ·K)	A·U (W/K)	Resultats
Nord	28,44	0,26	7,3944	$U_{Mm} = A \cdot U / A = 0,26$
Est	35,82	0,26	9,3132	$U_{Mm} = A \cdot U / A = 0,26$
Oest	38,85	0,26	10,101	$U_{Mm} = A \cdot U / A = 0,26$
Sud	24,40	0,26	6,344	$U_{Mm} = A \cdot U / A = 0,26$
<b>Soleres</b>				
A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> ·K)	A·U (W/K)	Resultats	
115,09	0,586	67,44274	$U_{Sm} = A \cdot U / A = 0,58$	
<b>Obertures</b>				
Orientació	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> ·K)	A·U (W/K)	Resultats
Nord	10,82	1,2	12,984	$U_{Hm} = A \cdot U / A = 1,2$
Est	10,138	1,02	10,34076	$U_{Hm} = A \cdot U / A = 1,02$
Oest	6,912	1,51	10,43712	$U_{Hm} = A \cdot U / A = 1,51$
Sud	13,96	1,48	20,6608	$U_{Hm} = A \cdot U / A = 1,48$

<b>Comparativa amb la demanda energètica vigent</b>				
<b>Coberta</b>				
	$U_{Cm}$ (W/m <sup>2</sup> ·K)	≤	$U_{Clim}$ (W/m <sup>2</sup> ·K)	Compleix: Si / No
	0,19	≤	0.53 W/m <sup>2</sup> K	Si
	0,32	≤	0.53 W/m <sup>2</sup> K	Si
<b>Tancaments laterals</b>				
Orientació	$U_{Mm}$ (W/m <sup>2</sup> ·K)	≤	$U_{Mlim}$ (W/m <sup>2</sup> ·K)	Compleix: Si / No
Nord	0,26	≤	0.95 W/m <sup>2</sup> K	Si
Est	0,26	≤	0.95 W/m <sup>2</sup> K	Si
Oest	0,26	≤	0.95 W/m <sup>2</sup> K	Si
Sud	0,26	≤	0.95 W/m <sup>2</sup> K	Si
<b>Soleres</b>				
	$U_{Sm}$ (W/m <sup>2</sup> ·K)	≤	$U_{Slim}$ (W/m <sup>2</sup> ·K)	Compleix: Si / No
	0,58	≤	0.60 W/m <sup>2</sup> K	Si
<b>Obertures</b>				
Orientació	$U_{Hm}$ (W/m <sup>2</sup> ·K)	≤	$U_{Hlim}$ (W/m <sup>2</sup> ·K)	Compleix: Si / No
Nord	1,2	≤	2,2 W/m <sup>2</sup> K	Si
Est	1,02	≤	2,2 W/m <sup>2</sup> K	Si
Oest	1,51	≤	2,2 W/m <sup>2</sup> K	Si
Sud	1,48	≤	2,2 W/m <sup>2</sup> K	Si

## Conclusions

Amb aquestes comprovacions numèriques queda totalment demostrat, que les reformes aplicades compleixen els requisits mínims segons la normativa vigent i, a més, es troben molt per sota del màxim establerts.



**Annex 3**  
Memòria fotogràfica de les maquetes

## Maqueta 1: Estat actual



Procés de construcció de la base

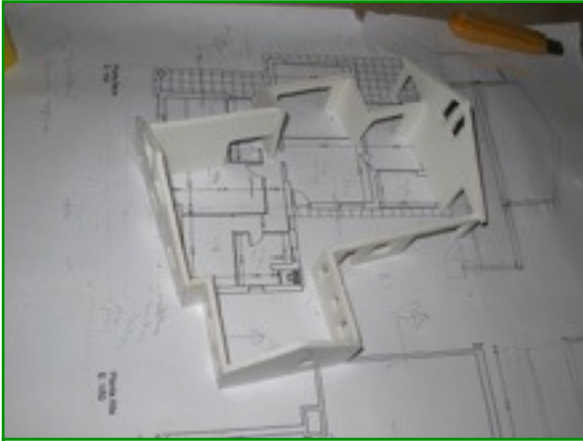


Garatge



Estructura i interiors





Estructura i interiors



Estructura i interiors



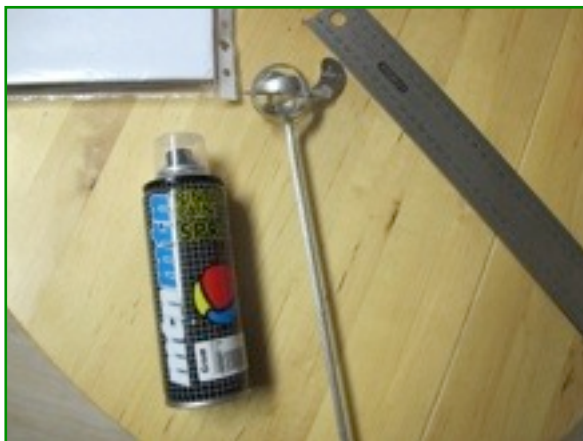
Acabats



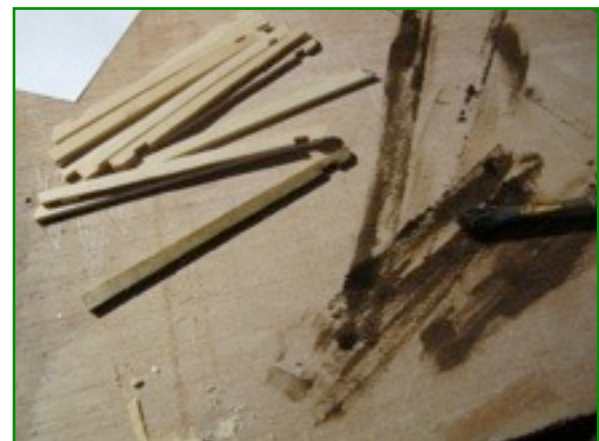
## Maqueta 2: Estat projectat



Procés de construcció de l'aerogenerador



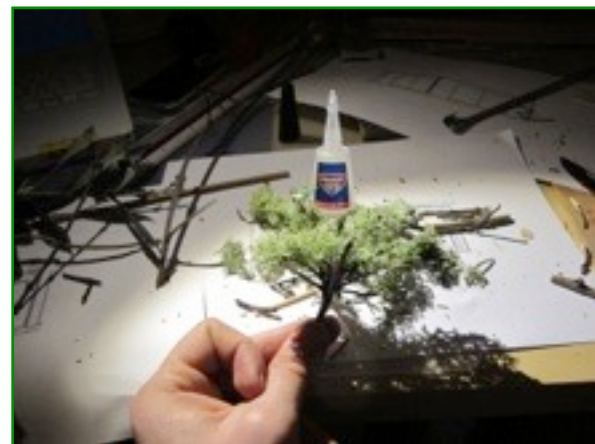
Procés de construcció de l'aerogenerador



Procés de construcció de la porxada



Procés de construcció de la porxada



Procés de construcció dels arbres



Procés de construcció dels arbres



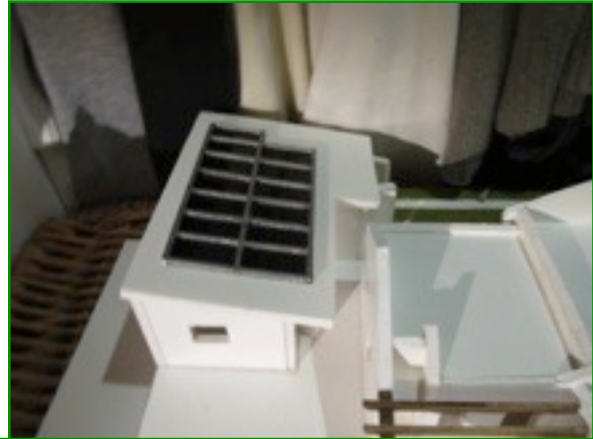
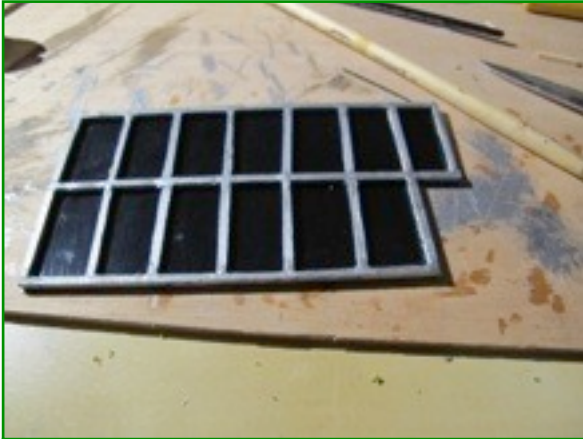
Procés de construcció de la coberta



Procés de construcció de la coberta



Procés de construcció de les plaques fotovoltaïques



Procés de construcció de les plaques fotovoltaiques



Gessamí de la façana oest



Acabats