

Introducció:

El present treball de recerca tracta sobre arquitectura bioclimàtica aplicada a una masia que data del 1859. Aquesta masia, Cal Revitllat, es troba en un petit poble del Vallès Oriental, Castellterçol.

El treball constarà de una part més teòrica, on s'explicarà el concepte d'arquitectura bioclimàtica i en què consisteix, així com les característiques de Castellterçol (situació geogràfica, temperatures, pluviositat...) , les energies alternatives que es poden aplicar, i es valorarà els seus avantatges, i les instal·lacions més adequades per aconseguir cada tipus d'energia. En un apartat més pràctic s'estudiaran i es calcularan els valors necessaris per poder estalviar energia i que la instal·lació sigui rentable.

He escollit aquest tema perquè em sembla interessant i crec que és, o hauria de ser, el futur de l'arquitectura, ja que si es segueix construint de la mateixa manera que s'ha estat construint fins ara, malgastant energia inútilment i sense sentit, els pocs recursos naturals que encara queden s'acabaran exhaurint. A més, com a conseqüència del consum excessiu, el canvi climàtic s'agreuja per l'efecte hivernacle.

Concepte d'arquitectura bioclimàtica

És fàcil observar com la història de la arquitectura sovint està escrita basant-se en els edificis de poder; aquells que la classe dominant de cada moment ha construït com a forma d'ostentació. Tot i així, des del punt de vista de l'ecosistema humà, ens interessa observar les edificacions construïdes popularment i per autors anònims. Aquestes edificacions estan basades en principis tan racionals com la utilització dels més nims recursos i els més propers, però pel contrari, aconseguint els més xims graus de confort interior.

Diem arquitectura bioclimàtica o passiva aquella que té en compte el clima en el que està immers, i utilitza estratègies clàssiques o modernes per mantenir a l'interior de les edificacions unes condicions de confort tèrmic i de lluminositat el més lliure possible de les condicions externes, sense l'ús de la tecnologia o mecanismes complexos.

L'arquitectura bioclimàtica consisteix en el disseny d'edificacions tenint en compte les condicions climàtiques i aprofitant els recursos disponibles per disminuir els impactes ambientals, intentant reduir el consum d'energia.

El fet que la construcció d'avui en dia no tingui en compte els aspectes bioclimàtics, s'uneix al poc respecte per l'ambient que inunda als països desenvolupats, que no posen els suficients medis per parar el desastre ecològic que deixem al nostre pas.

Entorn actual de la masia

La masia de Cal Revitllat, es troba en un petit poble del Vallès Oriental, Castellterçol. Castellterçol es troba situat a la part més nord-occidental de la comarca del Vallès Oriental (Catalunya), amb una altitud mitjana de 726m sobre el nivell del mar.

La manca de una barrera important de muntanyes que empari el terme, fa que les condensacions de vapor d'aigua no siguin freqüents i, per tant, que tampoc sigui un lloc de gaire pluviositat. (Oscil·la entorn d'una mitjana anual de 685 mm.)

La relativa altitud, però sobretot l'obertura del lloc, fa que les temperatures siguin baixes a l'hivern, però

també forçat a l'estiu, amb uns valors que van de màximes absolutes de 6 i 5 sota zero de desembre a febrer, a màximes de 30 i 32 de mig juny a inicis de setembre.

Cal Revitllat, una petita masoveria convertida en una casa d'estiueig, es troba a les afores del poble, al sud, sense cap finca veïna propera (la mas propera esta a uns 100m) i envoltada per un bosc de pi roig, tot i que també podem trobar pi blanc i pi pinyer.

La masia es troba a la vessant sud-est d'un petit turó³. Just al seu davant, trobem una muntanya que fa de pantalla protectora contra el vent i els raigs solars.

Una mica mÃ©s avall hi ha uns camps de conreu ornamental i una petita riera, la riera de Sant Quirze.

La geografia del bosc és abrupte, la casa fou construïda en un desnivell de dos metres aproximadament. Les façanes orientades al sud, al nord i a l'est, tenen dos nivells, però la façana oest, que dona al camper on s'arriba a la casa, només té un sol nivell.

És una regió força seca i amb moltes gelades a l'hivern degut a les baixes temperatures.



Mapa de la comarca del Vallès Oriental on es troba el poble de Castellterçol.



Vista aèria de Can Revitllat

Edifici actual

L'edifici del present projecte és una masia de l'any 1781. Es compona de planta baixa i planta sota-coberta, amb unes dimensions de 5m d'ample i 16 de llargada.

L'habitatge esta format per parets de càrrega i forjats unidireccionals de bigues de fusta.

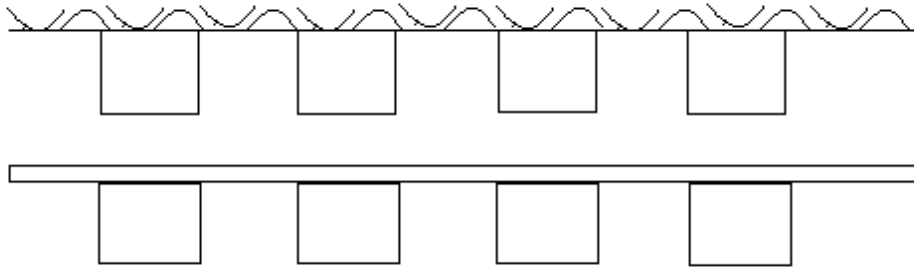
La casa es compona de quatre façanes. La principal, la posterior i la del lateral dret donen al jardí, i la del lateral esquerre dona al camí per on s'hi arriba.

Les parets estan formades per pedres i ciment. La façana principal està orientada al sud.

El sostre és unidireccional de bigues de fusta i està molt ben aïllat ja que entre les bigues i les teules hi ha una cambra d'aire i un aïllant tèrmic, espuma de poliuretà.

Així fa que les pèrdues de calor disminueixin forta ja que, com ja sabem, l'aire calent tendeix a anar cap a dalt i per tant el sostre és per on més calor es perd.

La coberta és inclinada a dos aiguades, amb bigues de fusta i acabat amb teules.



Bigues Teules

aïllant tèrmic (espuma de poliuretà)

Cambra d'aire



Vista del sostre de la coberta inclinada.

Orientació de la casa

La orientació de la casa és molt important per poder aprofitar al màxim l'energia solar, ja sigui per escalfar l'habitatge al hivern o mantenir una temperatura suau a l'estiu. La orientació dependrà de la situació geogràfica de on es trobi la casa i de les estances que més s'utilitzin, per exemple, si la casa està en un lloc molt càlid, les habitacions més utilitzades estaran orientades cap al nord, ja que seran les que tinguin menys radiació solar i per tant la temperatura serà més suau. En canvi, si la casa està en un lloc fred, les habitacions més utilitzades hauran d'anar orientades cap al sud, que és on hi ha més radiació solar.

Distribució interior

Sempre esquematitzant i tenint en compte que cada casa presenta les seves peculiaritats, anem a comentar algunes idees al respecte de la definició dels usos dels espais interiors en relació a la seva disposició relativa respecte de la resta de l'edificació i respecte de l'orientació d'aquesta.

A continuació veurem la distribució de les habitacions més adient a partir de les característiques que té cada punt cardinal.

Les característiques que té cada punt cardinal són les següents:

Oest: Els raigs incideixen d'una manera més directa en les últimes hores de la tarda, per tant, és l'orientació aconsellada per sales o habitacions que s'utilitzin per la tarda.

Nord: Les habitacions amb finestres orientades al nord no reben la llum directa del Sol. És l'orientació per les habitacions que es volen mantenir fresques o que no s'utilitzen gaire.

Sud: Llum directa i vigorosa cap al migdia, especialment durant els mesos d'estiu. Per habitacions que s'utilitzen a l'hivern.

Est: Proporciona una il·luminació natural suau durant les primeres hores del dia. És una bona orientació pels dormitoris.

Anem a veure les estances que hi ha en cada façana de la masia:

A la façana sud, la principal, trobem el menjador (a la planta baixa) i un dormitori (a la planta sota-coberta) amb una finestra. Aquestes dos estances, al estar orientades al sud, són les que reben més radiació solar i per tant les més calentes. Per aprofitar al màxim la calor del Sol als mesos d'hivern, es podria fer una finestra al menjador orientada cap al sud. Com podem veure als plànols, al menjador ja hi ha una finestra forta gran (1,60 m d'amplada i 1,30 m d'alçada) però aquesta, al estar orientada al est no aprofita tant com ho faria si estigues mirant al sud. Per tant, si tapéssim la finestra de la façana est i la poséssim a la façana sud aconseguiríem tindre més radiació solar, es a dir, més calor i més llum. Per contra, als mesos més calorosos, l'habitació s'escalfaria massa. Una solució a aquest problema seria instal·lar una persiana o uns porticons, que també ens serien útils a l'hivern per evitar pèrdues de calor a la nit, a més de uns vidres dobles aïllants.

Com que la casa es troba en un desnivell, a la façana oest, només hi ha un nivell. En tot aquest lateral, només hi ha una finestra d'un dormitori. Les altres estances que hi ha en aquesta cara de la casa són dos lavabos, una petita sala que comunica el replà de l'escala amb un dormitori i un altre dormitori. Al estar mirant cap a l'oest, quan rep més radiació és a la tarda.

La cuina i els lavabos han d'estar al est i a l'oest, ja que s'han de tenir llocs d'orientació. Per tant, seguint aquesta informació, aquestes habitacions ja estan ben distribuïdes.

A la façana nord, com que és la zona de la casa més freda, ja que és on hi ha menys radiació solar, és on ha d'estar el porxo i el traster i si mirem els plans podem veure que ja hi estan.

Per últim, a la façana est, trobem el menjador, la cuina i una sala d'estar a la planta baixa i tres dormitoris i el replà de les escales a la planta sotacoberta. L'est és una bona orientació per aquestes habitacions ja que rebran una il·luminació natural suau i ni s'escalfaran en excés ni estaran fredes.

La font d'energia més rentable

Entre les diverses fonts d'energia renovables, la radiació solar és la principal i la més abundant. Històricament, arreu del món el Sol ha estat una de les fonts d'energia més utilitzada pels homes per produir calor, sigui d'una manera directa, indirecta, natural o artificial. Aquesta és l'anomenada energia solar tèrmica.

El Sol

El nostre planeta rep del Sol una quantitat d'energia anual d'aproximadament $5,4 \times 10^{24}$ J, una xifra que representa 4.500 vegades l'energia que es consumeix.

Tot i la seva abundància, l'aprofitament de la radiació solar està condicionat principalment per tres aspectes: la intensitat de radiació rebuda per la Terra (quantitat d'energia per unitat de temps i superfície), els cicles diaris i anuals (dia i nit i estacions de l'any) a què està sotmesa i les condicions climàtiques (hores de sol anuals) de cada emplaçament.

En general, el terme radiació solar fa referència als valors d'irradiació global, és a dir, la quantitat d'energia rebuda per unitat de superfície en un temps determinat (mesurada en W/m^2). Aquests valors normalment fan referència a l'energia que prové directament del disc solar (radiació directa) i a l'energia que, difosa per l'atmosfera, prové de la resta del cel (radiació difusa).

Les pèrdues a l'atmosfera per reflexió, absorció i dispersió redueixen el valor de la radiació solar que arriba a la Terra al voltant d'un 30%.

Així, la intensitat de radiació que es rep a la superfície de la Terra se situa al voltant dels 1.000 W/m^2 , sent les condicions climatològiques les que condicionen els valors de radiació finalment rebuts.

Energia solar fotovoltaica

Què és i en què es basa l'energia solar fotovoltaica?

L'energia solar fotovoltaica és l'obtenció d'energia elèctrica gracies a la radiació solar en una cèl·lula fotovoltaica.

La tecnologia fotovoltaica es basa en el fenomen físic conegut com efecte fotovoltaic. L'efecte fotovoltaic és la conversió directa, en un dispositiu anomenat cèl·lula fotovoltaica, de radiació electromagnètica en corrent elèctric.

Conceptes i aplicacions

--

Els sistemes fotovoltaics aprofiten la radiació solar, font inexhaurible, local, no contaminant i silenciosa, per a la producció d'electricitat. Es tracta de la tecnologia d'aprofitament de l'energia solar desenvolupada més recentment i té un camp d'aplicació molt ampli. Al marge de la seva utilització en productes de consum, com calculadores o rellotges l'energia fotovoltaica presenta un camp d'aplicació molt ampli, podent-se classificar en dos grans grups:

Instal·lacions aïllades de la xarxa elèctrica de subministrament, donant lloc a sistemes autònoms: electrificació rural, senyalització, comunicacions, bombejament d'aigua, etc.

Instal·lacions connectades a la xarxa elèctrica : centrals fotovoltaïques i edificis fotovoltaics connectats a la xarxa.

Com que l'habitatge on volem instal·lar les plaques fotovoltaïques està connectat a la red, utilitzarem la segona opció.

La instal·lació de connexió en red és més simple. Els components necessaris són els següents: plaques i convertidor sincronitzats amb la red. Es pot vendre l'energia generada a la companyia elèctrica, que és l'única forma que l'instal·lació surti rentable econòmicament.

La potència és proporcional a la superfície de les plaques, cada metre quadrat dona uns 100 W de potència aproximadament (uns 600 Wh al dia a l'estiu).

És necessari disposar d'un balcó o una terrassa orientada al Sud. Una altra circumstància que hem de tindre en compte és que a l'estiu disposarem del doble d'energia solar que a l'hivern.

Com que la fatxada principal està orientada al sud instal·larem els col·lectors al sostre. D'aquesta manera la radiació que incidirà sobre els col·lectors serà màxima.

Components.

Un sistema de subministrament elèctric autònom basat en la transformació fotovoltaica de l'energia solar està format per els equips necessaris per produir, regular, acumular transformar i en alguns casos, quantificar l'energia elèctrica.

Els seus components essencials són els següents: plaques fotovoltaïques i els seus suports, regulador, bateries, ondulador, sistemes de protecció i, en alguns casos, comptadors d'energia.

Plaques fotovoltaïques.

– Estan formades per cèl·lules capaces de convertir la llum en electricitat. Totes les cèl·lules de la placa estan unides entre elles, per poder consumir la seva potència i aconseguir conjuntament la potència nominal de la placa.

La potència d'una placa determinada es mesura en wats pic (Wp), que és la potència que pot generar quan està sotmesa a l'intensitat màxima, que seria més o menys, la que proporcionaria el Sol a mig dia en un dia clar.

Una placa fotovoltaica de, per exemple, 40 Wp, produirà 40 Wh d'energia si durant una hora rep aquesta radiació màxima (equivalent a 1000 W/m²). Però si l'intensitat és menor, necessitarà més de una hora per produir aquests 40 Wh. Per tant, s'ha d'utilitzar un nou concepte: el de hora solar pic.

El nombre solar pic d'un dia s'obtéindrà dividint tota l'energia d'aquell dia entre 1000 W/m^2 . Per saber l'energia que produirà una placa, no es pot multiplicar la seva potència nominal (en wats-pic) per el numero d'hores de sol d'un dia, ja que no totes aquestes hores són de màxima intensitat solar. Per tindre una idea, la suma total de l'energia que produeix el Sol durant un dia equival, a Espanya, a unes 5 hores solars pic durant l'estiu i entre 2 i 4 durant l'hivern, segons la zona.

Les plaques fotovoltaïques produeixen corrent continu a una tensió nominal de 12 volts. Combinant la connexió en sèrie i en paral·lel es poden aconseguir tensions nominals de treball (12V, 24V, 48V, etc) adequades per cada instal·lació.

Estructures de sujecció de les plaques.

—Aquest component de l'instal·lació té la funció de mantenir les plaques en una posició correcta, fixar el conjunt del camp fotovoltaic a una estructura sòlida (paret, coberta, etc) i garantir la seva integritat contra els factors mediambientals com el vent, els canvis de temperatura...

Alguns models d'estructures de sujecció de plaques tenen la possibilitat de variar manualment l'angle d'inclinació, per tal de mantenir al llarg de l'any la perpendicularitat entre els raigs solars del mig dia amb les plaques. En la taula que hi ha a continuació es poden observar els angles ideals de les plaques per cada mes concret i per una latitud concreta.

Mes	angle ideal de les plaques. (xifra a la que se li ha de sumar o restar la latitud de l'emplaçament)
Gener	+23
Febrer	+18
Març	+7
<i>Equinocci</i>	0
Abril	-6
Maig	-15
Juny	-22
<i>Solstici</i>	-24
Juliol	-23
Agost	-18
Setembre	-9
<i>Equinocci</i>	0
Octubre	+3
Novembre	+14
Desembre	+22
<i>Solstici</i>	+23

Dimensions de l'instal·lació

Per saber l'energia que podrà subministrar una placa durant un dia i en un lloc determinats, cal saber el nombre d'hores solars pic de l'emplaçament.

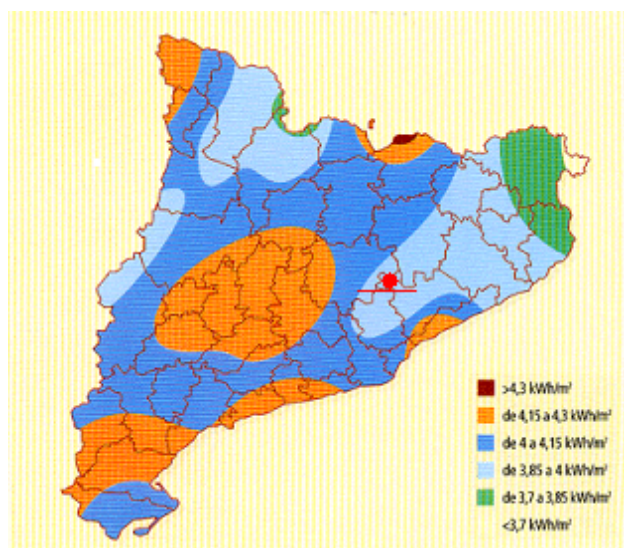
Aquesta dada indica el nombre teòric d'hores/dia durant les quals el lloc estudiat rep una radiació equivalent a 1000 W/m² i s'obté dividint per aquest valor el total d'energia rebuda sobre l'emplaçament durant un dia (expressada en Wh/m²). A Catalunya, l'asolellament rebut equival a una mitjana anual d'unes 4-4,5 hores solars pic/dia, i a Castellterçol, segons l'atles de radiació solar de Catalunya, l'asolellament mitjà és de 3,9 hores solars pic/dia aproximadament.

Multiplicant aquest nombre per la potència nominal de la placa (dada facilitada pel fabricant) se sap l'energia teòrica que donaria la placa en un dia mig:

Energia obtinguda per placa/dia (KWh/dia) = nº hores pic/dia X Potència de la placa (KWpic)

El nombre de plaques necessàries per cobrir les necessitats d'un dia s'obté dividint el consum mitjà diari previst, per la producció diària d'una placa, valor que cal corregir amb els rendiments dels diferents components (aproximadament 0,6-0,8). Cal assenyalar que les instal·lacions aïllades cal dimensionar-les per garantir una autonomia de 7 dies.

D'altra banda, la potència nominal de les plaques sol ser bastant superior a la donada durant el seu funcionament normal, ja que s'obté en unes condicions específiques de treball (1000 W/m² de radiació i 25°C de temperatura).



Atles de radiació solar a Catalunya (el punt en vermell és castellterçol).

Càlculs

Segons la factura de l'electricitat, des del 18 de setembre del 2008 fins al 18 de novembre del mateix any, el consum va ser de 386 KWh.

Consum mitjà previst:

2 mesos = 61 dies → En aquests 61 dies es van consumir 386 KWh. Si en 61 dies s'han consumit 386 KWh, en 1 dia es consumirà 6,3 KWh de mitjana.

386 KWh / 61 dies = 6,3 KWh dia.

Plaques

Primer de tot hem de calcular la potència que obtindrem per cada placa durant un dia.

Per calcular l'energia obtinguda per placa/dia (KWh/dia) hem de multiplicar el nombre d'hores pic per la potència de la placa (KWpic) .

Energia obtinguda per placa/dia (KWh/dia) = nº hores pic/dia X Potència de la placa (KWpic)

Com ja hem vist abans, el nombre d'hores pic/dia de Castellterçol és de 3,9 de mitjana a l'any.

Cada placa fotovoltaica del model Sharp NT- 175U1 175W 24V proporciona una potència de 175W amb un rendiment de un 80%.

3,9 hores pic/dia X 0,175KW X 0,8 = 0,546 KWh /dia.

Per calcular el nombre de plaques necessàries:

Nombre de plaques necessàries per cobrir les necessitats d'un dia = Consum mitja previst / producció d'una placa.

Consum mitjà previst= 6,3 KWh Producció d'una placa = 0,546 KWh.

nº de plaques necessàries = 6,3 KWh / 0,546 KWh = 11,5 plaques (ho arrodonirem a 12 plaques).

Necessitarem 12 plaques solars fotovoltaïques per cobrir les necessitats elèctriques.

Cost

L'empresa Sharp, subministra aquest model de placa solar fotovoltaica per un preu de 823€/ placa (a la bibliografia trobem la pàgina web on està l'informació)

Si necessitem 12 plaques : 823 €/placa X 12 plaques = 9876 €. Hem de sumar-li aproximadament uns 2200€ de màs per l'instal·lació i altres components com el comptador, que seran màs barats, i el manteniment. Per tant l'instal·lació completa ens sortirà per 12000€ aproximadament.

Amortització

El Reial Decret 661/2007 contempla que el valor de la prima a pagar per el govern i les companyies elèctriques és de 0,44€ per KWh durant els primers 25 anys i de 0,3523€ per KWh la resta de la vida en una instal·lació per sistemes de fins a 100 KW.

Potència de la nostra instal·lació = 0,175KW X 12 plaques = 2,1 KW

Producció:

0,546 KWh X 12 plaques = 6,552KWh Æ 6,552 KWh X 0,44€ = 2,8828€/dia

En un any: 2,8828€ X 365 dies = 1052,25 €/any .

Aquests diners són els que ens paga el govern o les companyies elèctriques per la producció d'electricitat.

Consum d'un any

Facturació

Concepte CÀlculs Imports

Potència 4,4KW x 12 mesos x 1,634089 € 86,30€ Consum 2660Kwh x 0,107994 € 287,26 € I.V.A 16 % de 373,56 59,7€

TOTAL FACTURA 433,33 €

Els 433,33€ és el que ens costa l'electricitat que nosaltres comprem a la companyia per 0,107994€ el KWh tot i que al mateix temps li estem venent per 0,44€, per tant tenim un benefici de 0,332006€ per cada KWh que venem i produïm.

Si en un any, venent el KWh a 0,44 €, guanyem 1052,25€ amb l'electricitat que nosaltres em produïm i paguem 433,33€ per l'electricitat que li hem comprat a la companyia, el nostre benefici serà de 618,92 €/any.

$$1052,25€ - 433,33€ = 618,92€$$

El cost total de l'instal·lació és de 12 000€, amb un benefici de 618,92€/any, l'amortitzarem en 19 anys aproximadament. A partir d'aquest moment, l'electricitat ens serà gratuïta i amb un benefici de 0,44€ durant 6 anys (fins als 25 anys de l'instal·lació) i de 0,3523 € per sempre. Cal dir que l'instal·lació té una vida útil de uns 25 anys.

Aigua escalfada pel Sol

En què es basa?

– La conversió de la llum solar en electricitat és un fenomen físic de certa complexitat conceptual. En canvi, la conversió de la calor solar en aigua calenta és un fenomen experimentat per tots i molt fàcil d'entendre.

Tot i que el procés és senzill, l'objectiu es disposar d'un subministrament continu i abundant d'aigua calenta sanitària, sense la necessitat d'intervenció de l'usuari, i per això cal utilitzar uns equips adequats, una instal·lació ben dissenyada, correctament realitzada i amb el manteniment necessari.

El sistema de generació d'aigua calenta és relativament simple: captar la radiació solar mitjançant una superfície negra, afavorir la captació i reduir les pèrdues mitjançant un bon aïllament tèrmic, conduir l'aigua que es vol escalfar i acumular esta, un cop escalfada, dins d'un dipòsit ben aïllat tèrmicament.

Funcionament

En essència, l'escalfador solar és una caixa molt ben aïllada i amb un vidre a la part frontal en l'interior del qual porta col·locat un tub en serpentina per el qual circula l'aigua, empesa per la gravetat o per una bomba. L'aigua, un cop escalfada (pot arribar a temperatures superiors als 100°C), es enviada a un dipòsit molt ben aïllat per el seu ús en el moment requerit.

Bàsicament, l'escalfador d'aigua aprofita 3 principis físics de gran senzillesa: la propietat del color negre d'atraure la calor, l'efecte hivernacle que es crea dins d'una caixa amb un vidre a la part frontal i la tendència que té l'aigua calenta a col·locar-se sobre l'aigua més freda.

Avantatges.

Els avantatges de l'aigua escalfada pel Sol són les següents:

• És l'energia més econòmica.

L'inversió inicial, que dependrà de la mida de l'equip, li oferirà aigua calenta gratuïta durant més del 90% de l'any, durant més de 20 anys sense problemes.

Els dies pràcticament ennuvolats, i després d'haver esgotat la reserva d'aigua calenta del dipòsit, dispondrem del servei d'aigua calenta gràcies al sistema energètic auxiliar incorporat.

• És una energia segura ja sigui en garantia de subministrament energètic durant tot l'any, com per falta de perillositat per l'usuari.

Sense sorolls, escapaments ni males olors i, a diferència d'altres sistemes, és ecològica i neta.

• És un sistema d'una comoditat sense igual. El procés s'efectua automàticament sense necessitat de la intervenció de l'usuari i estalviant-se les molèsties d'altres sistemes.

Instal·lació senzilla i de fàcil integració dins l'estètica de la vivenda.

Aguantant qualsevol tipus d'aigua, per molt calcària que sigui i està protegida contra les gelades.

Sense quasi manteniment, donada la senzilla tecnologia, basada en principis físics naturals i amb la màxima participació d'elements mecànics, i sense quasi anomalies en el funcionament del seu escalfador solar durant la seva vida útil superior als 20 anys.

L'instal·lació de l'escalfador solar tèrmic suposa l'automàtica revalorització de la vivenda, ja que des de aquest moment oferirà aigua calenta sanitària garantitzada i gratuïta als seus usuaris durant moltíssims anys, podent superar sense problemes els 20 anys.

Aplicacions

Entre les aplicacions dels col·lectors solar tèrmics de baixa temperatura estan les següents:

Aigua calenta sanitària –A.C.S.– domèstica.

A.C.S. en allotjaments hotelers i càmpings.

A.C.S. en hospitals i centres de salut.

A.C.S. en negocis com perruqueries, saunes i massatges, bugaderies i safarejos...

A.C.S. per instal·lacions esportives, educatives, guarderies...

Aigua calenta en indústries agroalimentàries i d'altres.

Calefacció domèstica per terra radiant.

Calefacció en hivernacles.

Calefacció d'allotjaments ramaders i piscifactories.

Calefacció radiant d'edificacions amb sostres alts com esglésies, naus industrials...

Destil·lacions industrials.

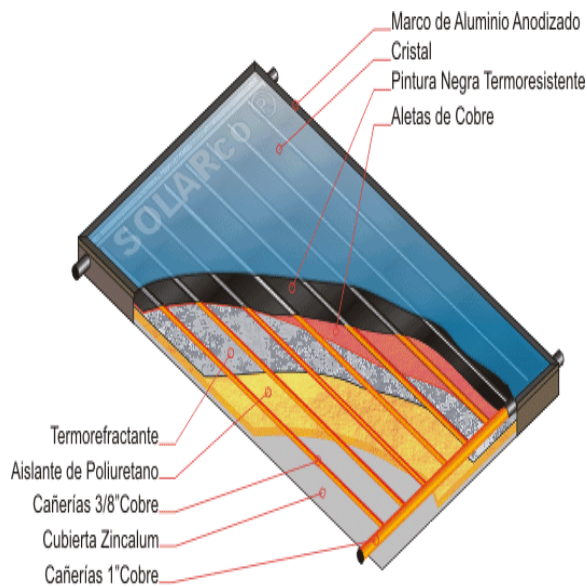
Etc...

Components

Els components d'una instal·lació d'aigua calenta sanitària són els següents: els captadors solars, l'acumulador, les canonades, els aparells de control i la bomba, que no sempre és necessària.

Els captadors solars són els elements encarregats de recollir l'energia solar i transferir-la, en forma de calor, a un líquid en un circuit del que forma part l'absorbidor. El captador aconsegueix una bona eficiència gràcies a un bon aïllament tèrmic, a la pintura negra que recobreix l'absorbidor i al vidre que deixa passar la llum, però que al mateix temps impedeix la sortida de la radiació infraroja que emeten els cossos calents (en aquest cas, l'absorbidor).

L'aigua que entra freda per la part inferior del captador es calenta al recorre el circuit de l'absorbidor i surt molt calenta per la part superior.



captador solar.

L'aigua escalfada circula per uns tubs aïllats tèrmicament fins arribar a l'acumulador que, ben aïllat, és capaç d'emmagatzemar aquest calor durant uns quants dies.

L'acumulador ha de ser suficientment gran com per contenir l'aigua necessària per el consum d'un temps determinat (en instal·lacions petites s'estableix amb la relació de 50 L per m² de captador).

La circulació de l'aigua entre captadors i acumulador pot ser forçada mitjançant una *bomba*, o per *circulació natural*. El funcionament d'aquest últim sistema es basa en el fet que l'aigua, a mesura que s'escalfa, passa a ser menys densa, més lleugera, i tendeix a anar cap al punt més alt, mentre que és substituïda per aigua freda que va entrant per la part inferior del captador. Si l'acumulador està situat per sobre dels captadors, l'aigua calenta es desplaçarà cap a ell sense necessitat de la bomba.

En el sistema amb circulació forçada, amb bomba, es precisa l'instal·lació d'un *control electrònic* per determinar el seu funcionament en funció de les temperatures (dels captadors i/o acumuladors).

Sistemes

Per les instal·lacions domèstiques hi ha dues tipologies bàsiques d'escalfament d'aigua:

–Sistema compact:

Es tracta d'un equip en el que el captador i l'acumulador formen un conjunt únic, interconnectat, amb l'acumulador situat en forma de motxilla sobre ell o els captadors. Ambdós elements s'ubiquen a l'exterior. La circulació entre ells és de tipus natural. Aquest sistema és molt apropiat per aplicacions domèstiques, però no per instal·lacions de més de 4 m².

–Sistema separat:

Els captadors es situen, evidentment, a l'exterior, mentre que l'acumulador es troba a l'interior de la casa. El circuit es completa amb les canonades aïllades, la bomba i el seu sistema de control en cas de tindre circulació forçada. Aquest sistema permet ser dissenyat per qualsevol dimensió, augmentant si és necessari el nombre de captadors i la capacitat de l'acumulador.

Dimensions

La dimensió del sistema solar té a veure depèn de les necessitats, l'energia disponible i el comptar o no amb un sistema d'ajut per l'escalfament de l'aigua.

El sistema d'ajut pot ser un escalfador de gas o un circuit de recuperació de calor (d'una caldera, xemeneia o cuina econòmica):

Escalfador de gas: L'ideal és que aquest escalfador sigui de tipus modular, capaç de regular l'intensitat de la flama en funció de la temperatura de l'aigua d'entrada.

Recuperador de calor: Com els possibles diferents d'aigua calenta d'origen solar poden produir-se amb més probabilitat durant l'hivern, es pot utilitzar un recuperador de calor de sistemes de combustió que funcionen especialment a l'hivern.

Els recuperadors de calor han d'anar connectats a un segon intercanviador del dipòsit d'acumulació d'aigua calenta.

Les necessitats

El consum d'aigua calenta pot variar en funció del nombre d'habitants de la casa, els seus hàbits de consum, l'ús de la dutxa o la banyera, així com disposar o no d'electrodomèstics bàsics (rentadora o rentaplats). També influeixen altres factors, com el fet de comptar amb aparells d'estalvi d'aigua (difusors, reductors de pressió, etc) i la distància que hi hagi des del dipòsit d'aigua calenta fins als punts de consum.

A la taula següent apareix una llista dels punts de consum d'aigua calenta. A partir d'aquestes dades es pot valorar quin consum es podria preveure en una vivenda concreta, en funció del nombre d'usuaris, dels aparells i els seus hàbits.

Àrees	Consum (litres/persones)	Freqüència
Dutxa	14	Per dia
Banyera	35	Per dia

Rentadora bit�mica	35	Per rentat
Rentaplats	45	Per rentat
Rentar plats a m�	8	Diari
Lavabo	4	Diari

Taula I. Consum d'aigua calenta.

Càlculs

La unitat familiar està composta per tres membres que només habiten la casa els caps de setmana des de setembre fins a maig i les vacances. Aproximadament són uns 162 dies.

El consum per persona i dia s'ha pres de 70 L/dia.

Com que la casa s'utilitza sobretot els caps de setmana i a l'estiu, quan la radiació solar  s força alta, amb un col lector que escalfi 200 L ja ens serà suficient.

Evidentment necessitarem un acumulador de 200L.

Utilitzarem un acumulador del model CE-200 R, amb una capacitat de 200L, termòstat fixa interior i de seguretat i mànecs aïllants.

Per el camp de col lectors s'ha seleccionat el model de col lector NORDSOL1, homologat per la UE segons la normativa ISO-9806-1, que té una  rea de captació de 2,01.

El preu unitari d'aquest col lector  s de 763  i el de l'acumulador de 900 .

Hem de sumar-li 1000   més per el material elèctric i hidr lic.

 os a dir, en total la instal laci  ens costar  aproximadament 2663 .

Gracies a aquesta instal laci  estalviarem electricitat.

Elements passius.

Elements que afavoreixin la il luminaci  natural

Quan arriba l'hivern és quan més trobem a faltar la llum natural a l'interior de les nostres llars. Si a més vivim en cases antigues, com és el cas de la masia on estem treballant, amb finestres petites,  s fàcil que haguem de tenir les llums tot el dia enceses.

Molts edificis rurals tradicionals, construïts fa molts anys, estan dissenyats amb uns criteris determinats per les possibilitats constructives i de materials disponibles en aquella època. Les finestres eren petites per que el vidre era escàs, car i difícil de transportar i de reposar quan es trencava.

Si s'obrien galeries, aquestes mancaven de un tancament transparent, pel que era necessari conservar les sales interiors ben protegides i, per tant, fora de la radiació solar.

A l'actualitat, viure en una casa antiga no té per que ser sinònim de viure en una casa fosca. A continuació veurem algunes solucions que es poden aplicar per aconseguir que la llum del dia entri a les vivendes i faci més agradable la vida al seu interior, s'estalvi  energia elèctrica i sigui possible treballar amb la llum més adequada per la vista, la llum solar.

Obrir la casa a l'exterior implica necessàriament fer obertures en aquesta mateixa. Aquestes poden fer-se a les parets i al sostre, existint diferents opcions per a cada necessitat.

Claraboies: Per les zones de la casa que es troben sota el sostre, posar una claraboia permet disposar de gran quantitat de llum natural amb molt poca obra. S'ha de fer un sistema directe, és a dir que la radiació solar entra directament a l'ambient i s'hi emmagatzema.

Les claraboies ofereixen una excel·lent claredat natural, ja que es dirigeixen cap a on hi ha més llum (el cel), i per que la llum va de dalt a baix i, per tant, no enlluerna. No obstant, tenen alguns inconvenients; si no s'instal·len correctament poden provocar goteres; a l'estiu poden produir sobreescalfament (el Sol està molt alt en aquesta època i entra directament per la claraboia) i a l'hivern poden ser un punt amb poques calories importants. Aquests inconvenients es solucionen escollint una claraboia de qualitat, muntant-la correctament, instal·lant un sistema de protecció solar que redueixi l'entrada del Sol i calor durant l'estiu, i que tingui doble vidre o doble capa de plàstic per aïllar del fred.

Aquesta és una de les opcions més adequada per el present projecte. La zona més apropiada per aquesta instal·lació d'una claraboia és a la part del sostre situada sobre la petita estança que hi ha entre el replà de les escales i l'habitació del fons (indicat als plànols amb una I).

Gràcies a aquesta claraboia aconseguir-em que aquesta part més fosca tingues llum natural i per tant, que tot el pis fos més il·luminat.



Claraboia sistema Velux. Com podem veure també porta un sistema de protecció solar. A la dreta detall de l'estructura de la claraboia amb doble vidre.

Segons la empresa Velux, una claraboia (amb l'instal·lació inclosa) de fusta, amb unes dimensions de 55 cm d'amplada per 78 cm de alçada i amb aïllament de seguretat i protecció solar, costa 265 € (amb IVA inclòs). Hi ha altres opcions, amb acabats de poliuretà, elèctriques i de diferents mides, però aquesta és la que més s'ajusta al pressupost.

Una altra opció que també aniria bé per aprofitar l'energia tèrmica del Sol seria construir un petit hivernacle a la cara est, a la part exterior de l'habitació del fons (marcada als plànols amb una II). Gràcies a aquesta galeria aconseguir-em que aquesta habitació, la més freda de la casa, tingues més llum i fos més calenta ja que es produiria l'efecte hivernacle. És un sistema semidirecte, la captació i l'acumulació es fa en un espai intermediari entre l'exterior i l'edifici pròpiament dit.

Un dels problemes que suposa aquesta instal·lació és que a l'estiu, l'habitació seria massa calenta. Això es pot solucionar si l'estructura del sostre del hivernacle es puga pujar. Així, obrint les finestres i pujant el sostre aconseguiríem que l'aire s'anés renovant.

També seria important un sistema de regulació de la radiació solar com per exemple un tendal mòbil a sobre del sostre.

Sistemes de regulació i control de penetració de la radiació solar.

Són sistemes fixes o mòbils, d'obra, de fusteria, de vegetació, naturals o artificials, etc. Poden estar situats a l'exterior o a l'interior, i tenen dos funcions essencials: el control de penetració de l'energia de la radiació solar i la regulació de l'intensitat i de les característiques de la llum interior per aconseguir una bona il·luminació natural.

Els sistemes exteriors a part de realitzar un control de l'intensitat lluminosa, tenen com a funció principal permetre o impedir el pas d'energia radiant. Així, entre els sistemes externs tenim:

Sistemes externs

A) Sistemes fixes d'obra

1. Ràfecs o voladissos i pantalles.

Les pantalles poden estar horitzontals o verticals, depenent de la orientació i posició del vidre en el que es vol protegir la penetració de radiació directa. Les seves dimensions dependran de l'hora del dia i del període estacional en el que vulguem que realitzi la funció de bloqueig.

Pantalla horitzontal.

B) Sistemes mòbils

1. Persianes, tendals i llepis mòbils

La fusta i els teixits vegetals (per exemple l'espart) són apropiats per constituir les persianes o cortinatges exteriors.

Tendal.

Llepi mòbil.

Mur Trombe, com convertir una paret en un escalfador.

Funcionament

El seu funcionament es basa en la diferència de densitat de l'aire calent i l'aire fred, que provoca corrents en una o en una altra direcció depenent de les reixes que estiguin obertes. Aquestes corrents d'aire calent o tebi escalfen o refresquen introduint o extraient l'aire calent de l'edifici o les habitacions on s'instal·li. És un sistema indirecte, la captació es fa sobre l'element acumulador, per després ser cedida a l'interior.

És un mur massís de 25–40cm. de gruix, fet amb totxo massís, pedra, formigó, etc. de color fosc per l'exterior i protegit amb un vidre.

Part de la radiació directa s'hi acumula (i arriba a l'interior amb un retard d'unes 8 hores), però a diferència del mur d'inèrcia, unes reixes regulables a la part superior i inferior del mur permeten la convecció de l'aire de la cambra cap a l'edifici, de forma que part de la calor captada no s'acumula, sinó que es lliurada a l'interior instantàniament.

Aquestes reixes, combinades amb d'altres situades a la part superior de l'envidrat, permeten que durant l'estiu el mur ventili l'edifici, per tiratge tèrmic.

També hi han portes cap a l'exterior, però l'efecte hivernacle que produeix el vidre exterior les minimitza.

Comportament respecte al fred, a la calor i a la llum.

Els requeriments bàsics són dos:

- El mur ha d'estar orientat al sud ($\hat{\alpha} \pm 15^\circ$), per tal d'obtenir la màxima captació.
- Cal que tingui una protecció solar exterior per evitar el sobreescalfament a l'estiu, tot i que al ser la cambra ventilada, aquest extrem no és tan important com als murs d'inèrcia.

Amb aquest sistema, l'aire calent és aportat a l'interior immediatament i proporciona calefacció durant el dia, mentre que la calor emmagatzemada pel mur, si s'ha dissenyat correctament, es cedeix a l'interior amb un retard de 8 a 10 hores.

La calor acumulada es distribueix després a l'espai interior per radiació. Podem considerar que aquesta radiació és efectiva, aproximadament, fins a una distància de l'ordre de dues vegades l'alçada de la paret.

Els murs Trombe són opacs, per la qual cosa cal combinar-los amb finestres, les quals, a banda de proporcionar il·luminació, aporten també calor a l'interior durant les hores del dia.

La utilització d'aquests murs es farà en situacions on calgui calor durant el dia i la nit, fins i tot a costa de no cobrir les necessitats nocturnes.

És important poder netejar els vidres per l'interior, doncs al moure's l'aire de la cambra s'embruten i baixa el rendiment del mur.

Nosaltres instal·larem un mur trombe a la façana sud, al costat de la porta per que escalfi el menjador. Estarà combinat amb la finestra de la que ja havíem parlat anteriorment.

À

Recuperació de l'aigua de la pluja

Solucions per recuperar l'aigua de la pluja

La recuperació de l'aigua de la dutxa per l'aprofitament de les llars, és una tècnica ja utilitzada pels nostres avantpassats per emmagatzemar l'aigua de gran qualitat i sense gaire esforç.

Si analitzem el consum actual d'aigua en una llar, ens trobarem amb la paradoxa que estem comprant un recurs que ens cau gratuïtament del cel.

Per què no estalviem i recuperem aquesta aigua?

Simplement amb una pluja de 30 L/m² i amb una superfície de captació de recollida de 150 m², obtenim una reserva de 4500 L d'aigua gratuïta de perfecta qualitat.



À

Sistema de recollida de l'aigua de la pluja

L'aigua és font de vida i proporciona l'equilibri necessari per el nostre medi ambient. En ocasions existeix en abundància i en altres escasseja; és per això que la òptima gestió d'aquest recurs de la naturalesa és una necessitat i un repte per sostenibilitat de la nostra societat.

A part de les conseqüències mediambientals derivades de la seva sobreexplotació, la seva disponibilitat cada cop més limitada, els cars tractaments per la seva potabilització, dessalinització i el seu transport fins el consumidor, estan provocant que el cost de l'aigua estigui creixent vertiginosament.

Això repercuteix naturalment en el preu que paga el consumidor, que continuarà augmentant en el futur.

Beneficis de recuperar l'aigua de la pluja

Fins a un 50% de l'aigua que utilitzem a les nostres cases pot ser substituïda per l'aigua de la pluja. La podem utilitzar en totes aquelles activitats que no requereixin aigua potable, com per exemple el WC, la rentadora, la neteja en general o el reg del jardí. A més l'aigua de la pluja és d'una qualitat excel·lent; reguem les nostres plantes sense clor ni productes químics i mantenim la rentadora sense problemes de cal.

Equips complets de recuperació de l'aigua de la pluja.

Per internet podem trobar empreses, com la alemanya GRAF, que ens dona solucions completes per la recollida de les aigües pluvials. Els equips complets inclouen el tanc soterrat per emmagatzemar l'aigua de la pluja, els filtres, els sistemes de bombeig i el control de volum. El procés de recuperació d'aquesta aigua és molt senzill: l'aigua es recull a la terrassa o al sostre, es canalitza pels baixants, es filtra i es condueix a l'interior del tanc soterrat. Aquests tancs estan fabricats per injecció de polietilè d'alta densitat Duralen, el que fa que no requereixi de cap tractament per la perfecta conservació i utilització de l'aigua.

El control-bomba ens subministra aigua de pluja en tots els punts on volguem utilitzar-la: WC, rentadora, jardí, garatge... En cas de que l'aigua del tanc s'esgoti, el control connectarà automàticament l'aigua de la red.

Càlculs

Segons les dades de l'ICAEN i com ja he esmentat abans, la pluviositat a Castellterçol és, aproximadament, de 685mm anuals. Si fem la conversió a litres per metre quadrat comprovem que s'han

685 L/m²:

685mm= 0,685 m 1m³= 1000L Per tant si un metre cúbic són 1000L, 0,685 m són 685 L.

Evidentment, no és possible recuperar tota l'aigua. En el nostre cas, la superfície de recollida és de uns 80m² (el sostre). Si per cada metre quadrat tenim 685 L, en una superfície de 80m² aconseguirem un total de 54 800 L aproximadament.

685L x 80m²= 54 800L = 54,8 m³.

Com podem veure a continuació, el consum de l'aigua de la masia en un any és el següent:

Consum d'aigua (m³) Cost (€)

1r trimestre 17 25

2n trimestre 36 40

3r trimestre 19 26

4t trimestre 13 24

TOTAL 85 115

Si el total de l'aigua consumida en un any és de 85 000 L, instal·lant un sistema de recuperació d'aigües estalviar-em aproximadament 54 800L, es a dir, un 64, 47 %. I econòmicament, estalviar-em, a l'any, 74€.

Cal dir, que aquest cost és molt tèrric, ja que no tota l'aigua de la pluja que caigués sobre el sostre la podríem aprofitar, per petites pèrdues o fuites, i la pluja no sempre caurà amb la mateixa regularitat i intensitat, es a dir que depenent de l'època de l'any tindrem més o menys. Potser hi haurà èpoques en la que ens falti i d'altres ens en sobri.

La instal·lació completa costa, aproximadament 1600€, amb un tanc de 6000L(producte proporcionat per l'empresa alemanya Grafiberica).

Amortització:

Si en un any ens estalviem 74 € i l'instal·lació val 1600 € 1600€ / 74€/any = 21 anys. En 21 anys hauríem amortitzat l'instal·lació.

Si aquesta instal·lació es fes durant la construcció de la casa, la diferència de preu seria molt petita, però en canvi s'estalviaria molt.

Cost de les pèrdues al menjador, la principal estança de totes les cases.

A continuació calcularem l'energia que es perd al menjador i compararem diferents materials.

El menjador esta format per quatre parets. Totes excepte una dona a l'exterior. La façana sud i la façana est donen directament a l'exterior, mentre que la oest esta soterrada.

L'altre, la que seria la façana nord, dona a l'habitació del costat, per tant no té pèrdues a l'exterior.

Per que sigui més clar, a cada paret li assignarem un numero.

Oest I Est II Sud III

Els càlculs han estat fets amb les temperatures mitjanes de tot l'hivern.

Temperatura exterior= 6°C Temperatura de confort interior= 22°C Temperatura de l'interior de la terra (la necessitem per calcular les pèrdues per la paret Oest). Aquesta temperatura és constant durant tot l'any.
Temp. ext. terra= 18°C.

La formula: $Q = U \cdot A \cdot \Delta T \cdot t / L$

Q= Pèrdues de calor (J) U= Coeficient de transmissió tèrmica A= Àrea (m²) t= Temps (s) ΔT= Increment de temperatura (°C) L= Gruix del material (m)

Coeficient de transmissió tèrmica de cada material: U pedra = 0,12 U acer= 50 U vidre = 1,05 .

Paret I:

U pedra = 0,12 Àrea = 6 x 2,2= 13,2 m² L paret = 0,5 m Temps = 3600 s ΔT= 4°C

$Q = U \cdot A \cdot \Delta T \cdot t / L = 0,12 \cdot (13,2 \cdot 3600 \cdot 4) / 0,5 = 45619,2 \text{ J} = 0,45619 \text{ MJ}$ en 24h : 1,094 MJ

Paret II

U pedra = 0,12 Àrea pedra = (6 x 2,2) - Àrea finestra (1,6 x 1,3)=11,2 m² L paret = 0,5 m Temps = 3600 s ΔT= 16°C Àrea finestra = 1,6 x 1,3 = 2,08 m² L vidre = 0,01m

$Q_{\text{pedra}} = U \cdot A \cdot \Delta T \cdot t / L = 0,12 \cdot (11,2 \cdot 3600 \cdot 16) / 0,5 = 153\,722 \text{ J} = 0,153 \text{ MJ}$ En 24 h: 3,689 MJ

$Q_{\text{vidre}} = 1,05 \cdot (2,08 \cdot 3600 \cdot 16) / 0,01 = 12\,579\,000 \text{ J} = 12,579 \text{ MJ}$ En 24 h: 301,895MJ

Q total paret II = Q pedra + Q vidre= 305,585MJ

Com podem veure, per la finestra es perd molta més calor que per la paret de pedra, tot i que la superfície de la paret és més gran. Aquestes pèrdues es podrien reduir amb un doble vidre, que ja veurem a continuació.

Paret III:

U pedra = 0,12 Àrea pedra = 11 - Àrea porta (1,9 x 1,5)=8,15m² L paret = 0,5 m Temps = 3600 s ΔT= 16°C Àrea porta = 1,9 x 1,5 = 2,85m² L porta = 0,1m

$Q_{\text{pedra}} = 0,12 \cdot (8,15 \cdot 3600 \cdot 16) / 0,1 = 112\,665,6 \text{ J} = 0,1126 \text{ MJ}$ En 24 h: 2,7 MJ

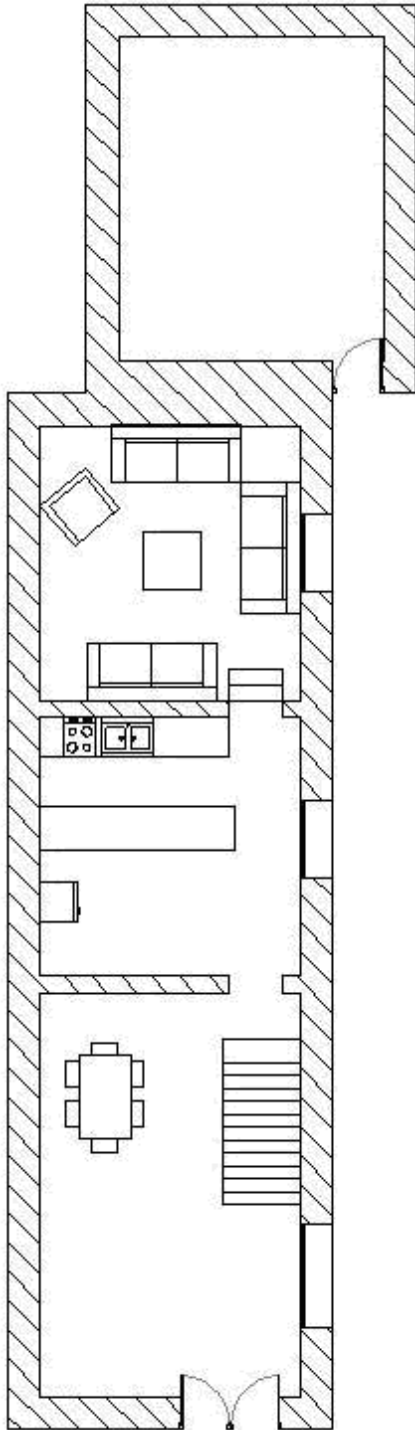
$Q_{\text{acer}} = 50 \cdot (2,85 \cdot 3600 \cdot 16) / 0,1 = 73\,872\,000 \text{ J} = 73,872 \text{ MJ}$ En 24h: 1 772MJ

Q total = Q pedra + Q acer = 1 775 MJ

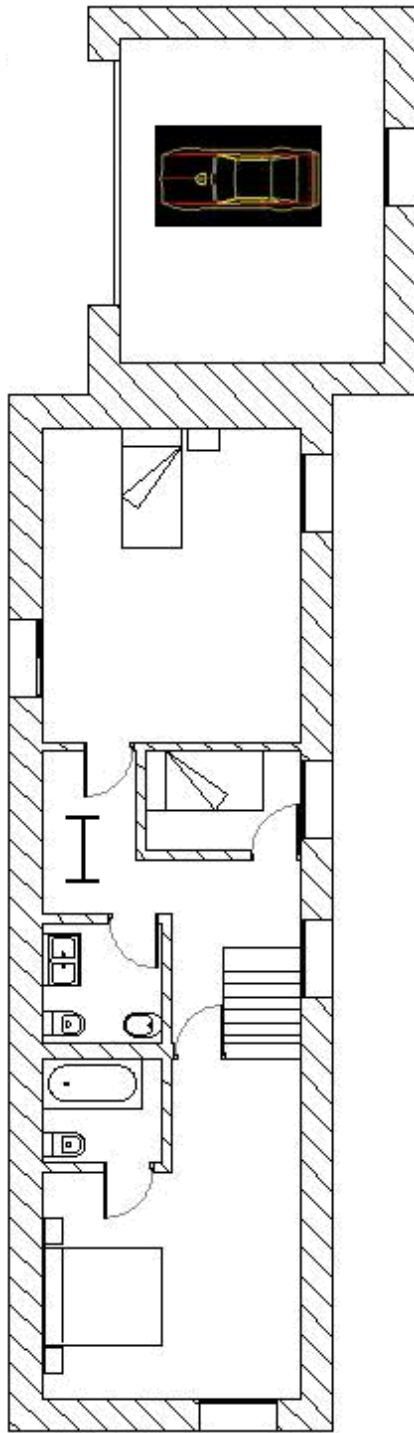
Q TOTAL = QI + QII +QIII = 3175 MJ

Si a la finestra de la façana est poséssim doble vidre, aconseguiríem reduir les pèrdues i el consum d'energia en calefacció³.

PLÀNOLS



–Planta del primer pis. La porta doble és la d'entrada. Com ja hem esmentat abans, esta orientada cap al sud.



Planta del pis sota-coberta. Aquest pis Ã©s el que es troba al nivell del camÃ-, per aixÃ² Ã©s on estÃ el parking.

Conclusions

El present projecte s'ha proposat transformar una masia del s.XVIII en un habitatge sostenible des del punt de vista energÃtic, mantenint la seva estÃtica tradicional, integrada en el seu habitat.

A partir dels consums d'aigua i electricitat de tot un any, s'ha calculat com cobrir les necessitats energÃtiques amb instalÂlacions que aprofitin l'energia solar.

S'han consultat diversos estudis dels que només s'han extret les dades i els costos bàsics, que s'han adaptat al treball.

Després de fer totes les operacions, un dels problemes que he vist en aquest tipus d'instal·lacions, és que l'amortització està entre els 10 i els 25 anys, un període de temps força llarg. A més, al cap de 25 anys, aproximadament, una part de l'instal·lació s'ha de renovar.

Crec que és molt important investigar en el camp de les energies renovables per fer materials més rendibles i resistent a les inclemències del temps per així aconseguir el mínim cost de manteniment i fer-les més rendibles.

Si aquest tipus d'instal·lacions es fessin servir d'una manera més generalitzada, hi hauria més competència entre les marques productores, que haurien de millorar els productes amb uns preus més baixos.

Es necessita un canvi de mentalitat en el usuari per que es decideixi a invertir en aquest tipus d'energia, ja que vivim en un dels països amb més insolació solar i no ho aprofitem. En canvi, altres països com Alemanya, amb un nivell de radiació solar bastant inferior al nostre, té més instal·lacions.

La conscienciació envers al problema mediambiental que suposen les emissions de gasos per part dels combustibles fòssils, ajudarà a que en un futur s'apliquin aquestes tecnologies de forma més massiva.

Bibliografia:

www.micasaverde.com

www.solarpedia.com

www.solartec.com

www.wikipedia.com

www.tiendaelektron.com

www.ahorraragua.org

www.coac.net

www.elrincondelvago.com

www.icaen.cat

www.google.es

www.probicosl.com

www.bricomarkt.com/madera/ventanas-velux/precios-ventanas.pdf

www.es.msbeeyond.eu/index.php/productos/ventanas_de_pvc/extras/cristales

www.blipposol.es/tienda/tanque-carat-p-500.html?zenid=b2764c5e6411786fa55c4092950dd845

www.store.altenergystore.com/Solar-Panels/150-Watts-Up-Solar-Panels/Sharp-NT-175U1-175W-24V-Solar-Pa

www.appa.es/13presentaciones/confs/jornadaappa_pv.ppt#275,3,Diapositiva 3

www.bolsacinco.com/071003080335B5_empresas_solares_preven_recorte_prima_energia_fotovoltaica.htm

www.soloarquitectura.com/foros/showthread.php?t=30914

www.grafiberica.com

Energías Renovables. Mario Ortega Rodríguez. Ed. Paranimfo. 1999

Manual del usuario de instalaciones fotovoltaicas. SEBA (Servicios Energeticos Basicos Autonomos) . 1998.