

# Estudi d'un edifici bioclimàtic: escola bressol “La Font del Rieral”



## ÍNDEX

INTRODUCCIÓ.....	p.5
OBJECTIUS I HIPÒTESIS DE LA RECERCA.....	p.6
<b>1. MARC TEÒRIC: QUÈ ÉS UNA CASA BIOCLIMÀTICA? .....</b>	<b>p. 7</b>
1.1.1. Evolució de l'habitatge bioclimàtic.....	p. 8
1.1.2. Avantatges i Inconvenients d'un habitatge bioclimàtic.....	p. 11
1.1.3. Diferències entre els habitatges convencionals amb els autosuficient.....	p. 13
<b>2.MARC PRÀCTIC: ESTUDI D'UN EDIFICI BIOCLIMÀTIC: ESCOLA BRESSOL "LA FONT DEL RIERAL" .....</b>	<b>p.14</b>
<b><i>1.2. Característiques funcionals de l'habitatge.....</i></b>	<b><i>p. 14</i></b>
1.2.1.Emplaçament.....	p. 16
1.2.2.Distribució interna i orientació de l'edificació.....	p. 19
1.2.3. Il·luminació.....	p. 21
1.2.3.1. Il·luminació natural.....	p.22
1.2.4. Ventilació natural.....	p. 23
<b><i>1.3. Materials.....</i></b>	<b><i>p.24</i></b>
1.3.1.Principals magnituds tèrmiques .....	p.25
1.3.2.Característiques constructives .....	p.29
1.3.2.1. BTC.....	p.29
1.3.2.2. Murs de Terra.....	p.32
1.3.2.3. Fusta.....	p.32
1.3.2.4. Aïllament de suro.....	p.34
1.3.2.5. Altres materials.....	p.34
<b><i>1.4. Sistemes sostenibles del habitatge.....</i></b>	<b><i>p.37</i></b>
1.4.1.Sistemes escalfadors.....	p.37
1.4.1.1. Murs Trombe.....	p.37
1.4.1.2. Murs Tàpia.....	p.39

1.4.1.3. Cúpula Núbia.....	p.39
1.4.1.4. Coberta enjardinada.....	p.40
1.4.1.5. Biomassa.....	p.42
1.4.1.6. Terra radiant.....	p.43
1.4.2. Tractament d'aigües.....	p.44
1.4.2.1. Reciclatge d'aigües grises i pluvials.....	p.45
1.4.2.2. A.C.S. ....	p.45
<b>1.5. Càlculs .....</b>	<b>p.48</b>
1.5.1. Cost comparatiu de l'execució "Cúpula núbia" .....	p.48
<b>CONCLUSIONS .....</b>	<b>p.49</b>
<i>Explicació dels resultats obtinguts. ....</i>	<i>p.49</i>
<i>Valoració i opinió personal.....</i>	<i>p.50</i>
<b>AGRAÏMENTS.....</b>	<b>p.51</b>
<b>LLISTA DE REFERÈNCIES .....</b>	<b>p.52</b>
<b>ANNEXOS.....</b>	<b>p.54</b>
<i>I. Plànols.....</i>	<i>p.54</i>

*“Pensar globalment, actuar localment”*

Patrick Geddes

## INTRODUCCIÓ

Amb el treball de recerca "Estudi d'un edifici bioclimàtic" pretenc analitzar, comprovar i avaluar les tècniques i sistemes de bioconstrucció del nostre voltant, fent èmfasi en l'escola bressol "la Font del Rieral" de Santa Eulàlia de Ronçana, exemple de sostenibilitat.

El que m'ha portat a escollir aquest treball, ha estat la raó de buscar un tema amb una estreta relació amb els meus futurs estudis, ja que he tractat de triar un treball dins del camp que més m'agrada que és el de la tecnologia. Dins dels diversos temes que m'oferien al departament de tecnologia, he triat el que més em cridava l'atenció "Les cases bioclimàtiques", per la seva intel·ligent manera de protegir el medi ambient. Després d'un temps de reflexió amb la meva tutora, vam decidir centrar el tema a un àmbit més local, va ser així quan vam començar a buscar un clar exemple de casa sostenible proper a Montmeló: L'escola bressol "la Font del Rieral".

Respecte a la metodologia emprada en el treball: els primers dies (sobretot vacances d'estiu) he dut a terme la part de recaptació d'informació i dades, fent èmfasi en les tres lectures proposades ("El Gran Libro de la Casa Sana", "la Casa Autosuficiente" i "el Libro de la Casa Natural"). Un cop començat el nou curs, m'he posat en contacte amb persones especialistes en el tema per a una nova ampliació de dades, i he dut a terme la visita a l'escola "la Font del Rieral" a Santa Eulàlia de Ronçana. Com últim aspecte cal assenyalar la redacció i correcció de l'informe.

El treball s'estructura en quatre grans apartats en ells es passa d'un punt de vista general a un específic: el primer apartat es pretèn introduir l'arquitectura bioclimàtica d'una manera general, el segon fa referència a l'estudi i descripció de l'edifici bioclimàtic en qüestió que previament s'ha visitat, el tercer correspon a l'anàlisi i càlcul de l'eficiència energètica del projecte i per últim l'exposició de resultats i valoracions (conclusió).

## OBJECTIUS I HIPÒTESIS DE LA RECERCA

Com heu pogut veure a la introducció, un dels objectius d'aquest treball és informar i aprofundir sobre l'arquitectura bioclimàtica de la nostra zona. La raó per la qual el treball està orientat a la zona on hi visc és per donar un clar exemple de que la zona no és pas un impediment per la construcció d'un habitatge bioclimàtic, a qualsevol part del món és pot construir un habitatge amb aquestes característiques per tant el més important és adaptar la casa al nostre clima i paisatge. Per tant un altre objectiu és el fet de aprofundir sobre l'arquitectura bioclimàtica regional.

Un altre objectiu és vincular trets de la arquitectura catalana amb l'anteriorment esmentada arquitectura bioclimàtica dels nostres voltants.

A l'hora d'elaborar el meu treball vull explicar-me d'una manera concisa amb claredat i d'una manera organitzada, per realitzar un treball amè i atractiu de cara al lector i facilitar-me les tasques a mi mateix.

El més important de tot és fer un treball útil, a través del qual vull endinsar-me i aprofundir en el món de les cases bioclimàtiques per així prendre consciència. I potser aquest treball pugui servir-me de base en un futur per a l'edificació de la meva pròpia casa.

Per obrir-me pas a l'hora d'elaborar el meu treball he realitzat les següents hipòtesis:

- La construcció d'un edifici bioclimàtic amb sistemes i materials de la zona és possible.
- Un habitatge bioclimàtic es pot adaptar a qualsevol lloc.



## 1. MARC TEÒRIC: QUÈ ÉS UNA CASA BIOCLIMÀTICA?

Arribara el moment que s'esgotin formes d'energia com ara, el petroli i d'altres combustibles fòssils. Per tant, és imprescindible reduir la dependència de la nostra economia del petroli. Es tracta d'una tasca urgent, perquè d'altra banda: l'amenaça del canvi climàtic global i altres problemes ambientals són molt seriosos i perquè a mig termini, no podem seguir basant la nostra forma de vida en una font d'energia no renovable que es va esgotant.

Per aconseguir aquests objectius és molt important: D'una banda aprendre a obtenir energia, de manera econòmica i respectuosa amb el medi ambient. Però més important encara, és aprendre a usar eficientment l'energia. Utilitzar eficientment l'energia significa aconseguir el mínim consum d'energia possible i no utilitzar-la en activitats innecessàries. Desenvolupar tecnologies i sistemes de vida i treball que estalviïn energia és el més important per aconseguir un autèntic desenvolupament, que es pugui anomenar sostenible. Però, per on podem començar a contribuir nosaltres?

Podem començar per la nostra llar, construint una casa que sigui sostenible. La casa bioclimàtica pot ser una gran solució, a mesura que va passant el temps surt molt a compte econòmicament.

La menció del terme "desenvolupament sostenible" és inevitable quan parlem d'estalvi energètic, i encara més en l'habitatge bioclimàtic, ja que el defineix molt bé, per tant és molt important conèixer el seu significat: aquest concepte fa referència a una manera de desenvolupament que respon a les necessitats del present sense comprometre a generacions futures. L'objectiu és millorar les condicions de vida de l'individu, alhora que es preserva el seu entorn a curt, mitjà i, sobretot, llarg termini. El desenvolupament sostenible té un triple objectiu: un desenvolupament econòmicament eficaç, socialment equitatiu i sostenible des del punt de vista mediambiental.

Ara que hem entrat en matèria podem afirmar que l'edifici bioclimàtic té un consum d'energia neta propera a zero. L'energia prové del propi edifici mitjançant senzills sistemes sostenibles d'energies renovables que són igual a l'energia demandada per l'edifici. Per això moltes són les corrents ambientalistes que a poc a poc generen consciència en la construcció de cases bioclimàtiques.

### Per què Bioclimàtica?



### 1.1. EVOLUCIÓ DE L'HABITATGE BIOCLIMÀTIC

Pearson<sup>1</sup> indica que els criteris de l'habitatge bioclimàtic són salut per al cos, pau per a l'esperit i harmonia amb el medi. Els tres tenen arrels profundes en l'experiència humana i en les traduccions ètniques de la construcció de cases de tot el món. Però en els dos últims segles, la tradició occidental ha donat l'esquena a aquesta comprensió, i el respecte cap a la casa bioclimàtica ha quedat reduït a determinats sectors: a grups de salut alternativa, ambientalistes... Però a l'actualitat cada vegada més i més mes arquitectes s'uneixen a la « nova arquitectura ». Idees i tècniques que semblava revolucionàries fa uns pocs anys estan actualment més esteses, i és més fàcil aconseguir productes bioclimàtics.

Grans zones del planeta estaven abans cobertes per rics boscos plens de plantes, ocells i altres animals. Els nostres avantpassats anaven on volien, i es movien segons els canvis de les estacions i la migració dels animals. Acumulaven un coneixement molt detallat de tot el que els envoltava: el clima, les estacions, les plantes. Potser les seves vides hagin estat menys segures, però gaudien de més llibertat i d'una relació íntima amb un món ple de bellesa.

La llar d'aquestes primeres persones era el territori complet i el paisatge. Les coves, els arbres i les tendes de campanya de pells els oferien llocs temporals naturals i tradicionals per acampar durant les diferents estacions. Ha estat en els últims mil·lennis quan hem canviat les nostres primordials pautes de vida i hem començat a construir llars i assentaments permanents.

<sup>1</sup> Pearson, David (1989). *El libro de la casa natural*. Barcelona: Ediciones Oasis. Pàg. 15.



No obstant això, les primeres colònies i gran part de l'arquitectura indígena, des de llavors i al llarg de la història, van continuar expressant una estreta unió amb la natura. Per tot arreu al llarg i ample del món hi ha diversos i enginyosos tipus de construcció ètnica, construïdes amb materials locals, que s'assenten agradablement en el paisatge i responen bé al clima local. La majoria de les llars ètniques d'arreu del món aconsegueixen integrar les necessitats espirituals, físiques i estar en harmonia amb l'entorn local.



*Imatge 1. Pueblo Bonito en Nou Mèxic, ciutat construïda pels indis Anasazi al segle XII i en la seva estructura semicircular i amb grades en pendent habitaven 1200 persones. Estava orientada segons els solsticis d'estiu i hivern, i mantenia una temperatura equilibrada i protegia als seus habitants dels freds vents de les muntanya.<sup>2</sup>*

Potser els primers constructors de ciutats hagin entès millor que nosaltres els principis de l'ecologia. Els grecs apreciaven els beneficis del sol, i fins i tot tractaven l'accés igualitari a la llum solar com un dret legal. Van dissenyar la ciutat de Olynthus amb els carrers orientats de tal manera que tots podien rebre la mateixa quantitat de sol.

Ciutats antigues, com les egípcies, gregues i romanes revelen una desenvolupada i avançada compressió de la salut i la comoditat. Disposaven d'aigua en canonades i cisternes, de hipocaust (calefacció sota el terra), banys termals, saunes, sistemes d'aigües residuals. A Europa la major part de els coneixements antics es van perdre durant l'edat mitjana. Però en moltes altres cultures la tradició es va mantenir, des dels banys termals al Japó, fins a les saunes dels indis nord-americans.

Actualment moltes institucions dels països en desenvolupament tracten d'aprendre de la rica herència de la construcció ètnica, i combinar-la amb tècniques modernes apropiades per tal d'oferir un sistema de construcció pròpia. I sovint l'arquitectura moderna natural mira la tradició ètnica per trobar inspiració en la seva recerca de noves solucions a vells problemes de clima, salut i atmosfera de la llar.

### La tradició occidental:

Al segle XVIII, a Europa, les tradicions vernacles basades en l'artesania van ser obstaculitzades per la revolució agrària. Grans extensions de terra tancada i terratinents rics van reemplaçar a les petites comunitats autoconstruïdes, i van introduir estils i materials estrangers per construir cases senyorials i habitatges de

<sup>2</sup> Imatge 1 presa del lloc "Wikipedia":  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Pueblo\\_Bonito](http://es.wikipedia.org/wiki/Pueblo_Bonito)  
(Data de l'última consulta: 1 d'agost de 2012)

ciutats mercantils. No obstant això les llars i les ciutats conservaven encara gran part de l'anterior arquitectura i la seva corresponent integració amb el paisatge i el clima local.

Els colons americans van desenvolupar noves tradicions ecològiques en resposta a la seva terra d'adopció. Les cases de Nova Anglaterra es van construir amb una banda alta per captar el sol, i una teulada baixa i inclinada cap enrere per fer front als vents hivernals imperants. Els forns i les xemeneies formaven el nucli central per escalfar eficaçment les habitacions circumdants, algunes de les quals es tancaven també a l'hivern. A l'estiu, una pèrgola de la qual colgaven parres ombrejava el costat assolellat del excessiu calor. En els estats calents i humits del sud, s'empraven mesures molt intel·ligents per refrescar les llars amb corrents d'aire. Galeries obertes o amb finestres i passadissos, refrescaven les mansions clàssiques de les plantacions, i en la humil casa un recte que travessava l'habitatge d'un costat a un altre servia per ventilar. Al sud-oest d'Amèrica del Nord i Mèxic, on el clima era més sec, els espanyols van adaptar la seva herència mediterrània a les hisendes, ranxos i casa de tova, així com a la plaça quadrada o sòcol.

Va ser la renovació industrial la qual, finalment, va acabar amb els anys i anys d'aquesta "arquitectura natural". Mes que la mecanització que va portar, va ser la nova concepció del món la que va canviar tan radicalment la nostra direcció. L'Era Industrial va comportar la creença en el domini de la naturalesa per les màquines i la ciència, i el canvi a una societat massificada. En termes domèstics, la conseqüència va ser un allunyament de les cases artesanes construïdes personalment als pobles o ciutats petites, per passar a cases anònimes i uniformes construïdes al voltant de les fàbriques, que més tard van anar estenent-se des del centre de la ciutat cap a les afores i els suburbis.

No només es va perdre la intuïtiva ecologia de la construcció, sinó que la vida saludable, durant molt de temps ignorada a la llar, es va convertir en un problema fonamental. Només uns quants reformadors de mitjans del segle XIX, van aixecar la seva veu en contra de les horribles condicions socials i rurals. La superpoblació, la malaltia, l'absència d'higiene, la foscor i la manca d'aire va suscitar sentiments humanitaris. Gran part de l'ímpetu de l'edat moderna ha consistit a sostenir una lluita permanent per remeiar aquests mals, lluita que no ha fet més que començar en molts països en via de desenvolupament.

Lluny de mostrar hostilitat cap a la era industrial, els arquitectes pioners del moviment modern de la primera part del segle XX s'inspiraven apassionadament. Van tractar de

destruir els "estils morts", i la nova influència arquitectònica va canalitzar cap a camins radicalment oposats als del passat. El nou vocabulari (sostres plans, superfícies planes, formes cubistes blanques...) i materials nous com el formigó armat, acer i maons de vidre, s'utilitzaven sense objecció i sense considerar les condicions del lloc. La casa en comptes de formar part de l'entorn natural, destacava o fins i tot surava per sobre del terra, sobre columnes d'acer, com una mena de màquina.



*Imatge 2 Exemple d'habitatge durant el Moviment Modern: Villa Saboya, en Possy, França, per Le Corbusier, 1928-30. Caracteritzada per les columnes d'acer, la coberta plana, el clor blanc... característic del moviment modern<sup>3</sup>*

Ecològicament ignorant, el Moviment modern expressar una nova consciència de salut en els seus espais nets, lluminosos i airejats. L'arquitectura moderna, en perdre contacte amb les seves arrels en la construcció tradicional, ha perdut molt: el treball artesà amb els materials, la compressió del clima i l'adaptació al lloc, el sentit de la ubicació...

Actualment, per fi, hi ha senyals d'un redespertar a les necessitats de les comunitats i de l'entorn natural.

### 1.2. AVANTATGES I INCONVENIENTS D'UN HABITATGE BIOCLIMÀTIC

#### Avantatges:

- Estalvi energètic: Un edifici bioclimàtic és una estructura que s'ha concebut amb l'objectiu d'augmentar l'eficiència energètica i reduir l'impacte ambiental. L'arquitectura bioclimàtica a Espanya permet economitjar entre el 60 i el 100% del consum energètic d'un habitatge convencional<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Imatge 2 presa del lloc "Verdades y verdades":  
<http://verdadyverdades.blogspot.com.es/2011/04/villa-saboya-le-corbusier-arquitectura.html>  
(Data d'actualització: 5 d'agost de 2012)

<sup>4</sup> Segons els estudis realitzats pel CIEMAT (Centre d'Investigacions Energètiques, Medioambientals y Tecnològiques)

## Estudi d'un edifici bioclimàtic: escola bressol "La Font del Rieral"

- Estalvi monetari a les factures d'electricitat i gas: Gràcies a l'estalvi energètic aquest menor consum es tradueix en un estalvi econòmic, que es calcula en un mínim de 1.000 euros anuals per un habitatge de 4 persones.
- Augment del confort i qualitat de vida: Tenen una temperatura més constant i repartida per tota la llar i eviten els canvis bruscos que provoquen, per exemple, els sistemes convencionals d'aire condicionat.
- Una major harmonia entre l'home i la natura: les cases bioclimàtiques s'integren a la natura, utilitzant el seu entorn i el clima per ajudar a resoldre les seves necessitats energètiques.
- Major il·luminació natural: Està dissenyada per al màxim aprofitament de la radiació solar.
- Beneficis per a la salut: a més de la presència del sol com a font de vitalitat i benestar, aquestes construccions es basen en ventilacions naturals que no assequen l'ambient i eviten l'aire dels aparells d'aire condicionat, de manera que redueixen les al·lèrgies o migranyes que aquests poden produir.
- Un menor impacte mediambiental: A través de l'estalvi energètic i la potenciació d'un desenvolupament sostenible s'assegura el proveïment energètic de les generacions futures i un entorn menys contaminat.

Com a conclusió podem afirmar que la construcció sostenible no es caracteritza per un tret concret ni es limita a un conjunt de normes o requisits. Es tracta d'un procés complet que abasta des de l'elecció del solar en què s'iniciarà la construcció fins a la projecció de l'estructura i la utilització de materials.

### Inconvenients:

- Encariment dels cost de la inversió inicial del habitatge, però més tard s'amortitza.



- La societat no està informada o habituada a aquests tipus de cases, per això resultat estrany viure'-hi.
- Escassetat d'empreses promotores d'habitatges bioclimàtics.

### 1.3. DIFERÈNCIES ENTRE ELS HABITATGES CONVENCIONALS AMB ELS AUTOSUFICIENTS

La casa bioclimàtica, es basa com he dit anteriorment en els coneixements adquirits per l'arquitectura tradicional al llarg dels segles, però també adquireix les tècniques més avançades de l'arquitectura convencional i les adapta al seu camp. Tot hi això existeixen moltes diferències entre tot dos tipus d'habitatges:

La diferència entre un edifici bioclimàtic i un de convencional rau en el fet que el primer condueix a una reducció significativa del consum d'energia, aquesta es troba incorporada al seu ambient i l'energia que necessita l'obté principalment del sol, del vent i de la terra. En canvi l'arquitectura tradicional, necessita grans quantitats d'energia per escalfar-se (calefacció), refredar-se (refrigeradors i aire condicionat), il·luminar-se o escalfar l'aigua sanitària. Un altre aspecte és que redueix la dependència dels combustibles convencionals com el petroli i, finalment, el fet que el disseny de l'edifici bioclimàtic es basa principalment en el confort tèrmic i visual als seus usuaris.



*Imatge 3 i 4<sup>5</sup>: Diferències entre un habitatge convencional i un de bioclimàtic: A la primera imatge trobem un habitatge sense cap benefici bioclimàtic, en canvi la segona imatge és un habitatge amb criteris bioclimàtics. A primera vista podem assabentar-nos que les finestres de l'habitatge bioclimàtic estan perfectament orientades per la captació solar, en canvi a la casa convencional les finestres són de la mateixa mida a tots els costats. Aquest factor és molt important per beneficiar-nos de la captació solar.*

<sup>5</sup> Imatge 3 i 4 presa del lloc "Madercon": <http://www.madercon.net/arquitectura-construccion-bioclimatica>  
(Data d'actualització: 4 de gener de 2013)

## 2. MARC PRÀCTIC: ESTUDI D'UN EDIFICI BIOCLIMÀTIC: ESCOLA BRESSOL "LA FONT DEL RIERAL"

Ara ja conegudes les principals virtuts i defectes de la casa bioclimàtica, així com les seves principals característiques i els seus orígens, he considerat oportú centrar el treball a un apartat més d'anàlisi i estudi i alhora volia centrar-me en la meua localitat o voltants.

Després de dies de recerca d'un edifici òptim i complet vaig decidir estudiar l'escola bressol de Santa Eulàlia de Ronçana "el Rieral".

L'estudi l'he dut a terme a través de diversos camins: he recollit dades a través d'arquitectes i membres de l'ajuntament de la pròpia escola i a través de la visita a l'habitatge públic. Així que d'ara en endavant centraré el projecte en l'estudi d'aquest edifici tan singular.



Imatge 5 Fotografia de l'escola bressol "el Rieral"<sup>6</sup>

### 2.1. CARACTERÍSTIQUES FUNCIONALS DE L'HABITATGE

Les característiques funcionals de l'habitatge busquen aconseguir un gran nivell de confort tèrmic<sup>7</sup> adaptant la geometria, orientació i construcció de l'edifici a les condicions climàtiques del seu entorn, mitjançant elements i solucions constructives específiques.

Tots aquests aspectes són el primer pas que hem de tenir en compte a l'hora de estudiar un edifici bioclimàtic, ja que per exemple amb una mala orientació no podrem pas extreure el màxim benefici al nostre habitatge. En aquest cas, Catalunya, per aprofitar l'energia és important construir grans obertures (finestres) cap al sud. Per tant és important estudiar a consciència el disseny de l'edificació.

<sup>6</sup> Imatge 5 presa del lloc "Diputació de Barcelona": [http://diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=f25aaa0d-7117-4f8d-b7f1-1b499cb09a12&groupId=713456](http://diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=f25aaa0d-7117-4f8d-b7f1-1b499cb09a12&groupId=713456) (Data d'última consulta: 8 de desembre de 2012)

<sup>7</sup> Podem definir el confort tèrmic com la condició mental en la què s'expressa la satisfacció en l'ambient.



## Estudi d'un edifici bioclimàtic: escola bressol "La Font del Rieral"

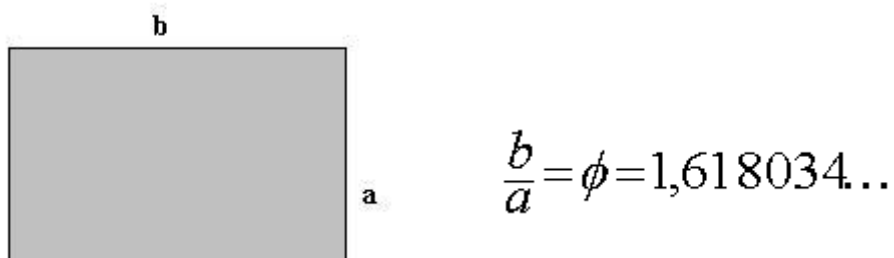
La ciència que estudia i té en compte tots aquests aspectes es l'arquitectura bioclimàtica. Aquesta per fer un bon ús de les característiques funcionals del nostre habitatge té en compte les condicions i recursos del lloc (sol, vegetació, pluja, vent...) a fi de disminuir el consum d'energia a l'habitatge.

En primera instància cal dir que segons Barbeta<sup>8</sup> arquitecte de l'escola, la forma general de l'escola respon a criteris de proporció àurea.

La proporció àurea fa referència al valor numèric d'aquesta raó, que es simbolitza normalment amb la lletra grega "fi" ( $\phi$ ), és:

$$\phi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} = 1,618034\dots$$

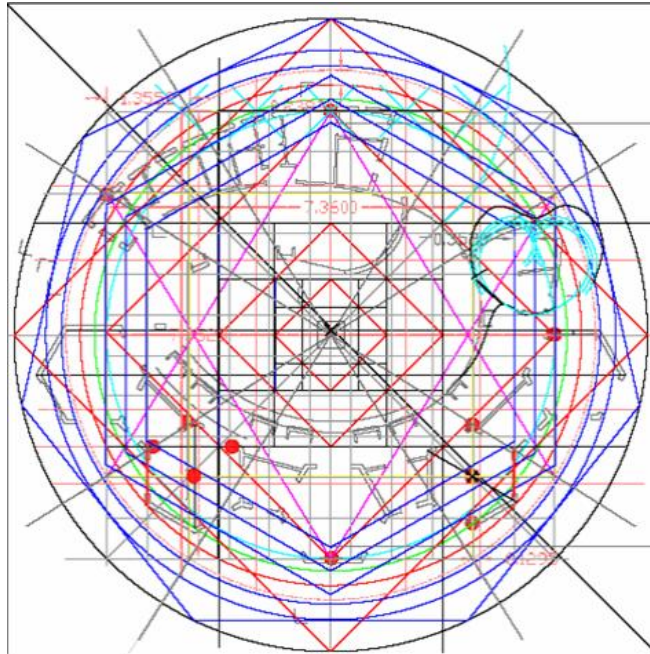
La proporció àurea a la natura és una proporció estètica i està representada pel rectangle auri: l'altura i l'amplada estan en la proporció 1 a  $\phi$ . És a dir, si la seva altura és  $a$  i la seva amplada  $b$  es compleix que:



La majoria dels rectangles que trobem al disseny de l'escola són auris. La raó àuria també podem trobar-la en altres figures geomètriques, per exemple el pentàgon regular.

---

<sup>8</sup> Xarxa Gabi Barbeta (2012). ECOArquitectura. Consultada a <http://www.ecoarquitectura.info/> per ultima vegada el 15/12/2012



*Imatge 6 Disseny de l'escola bressol, on predominen els rectangles auris, a la dreta també podem veure l'aula amb forma de cor.<sup>9</sup>*

A més de la proporció àurea Barbeta<sup>10</sup> ens explica que cada aula té uns colors específics els quals ens proporcionen vibracions que influeixen en el nostra estat d'ànim, promovent així el treball en cercle tan usual en les guarderies. La aula dels més petits està dissenyada amb una intenció molt amorosa, la de acollir-los en un espai en forma de cor que integra formes fetals perquè es sentin recollits i protegits. Els colors de les aules s'han fet coincidir amb els de les cúpules.

### 2.1.1. EMPLAÇAMENT

Pels arquitectes poder escollir l'emplaçament de l'escola bressol ha sigut de veritable ajuda, ja que aquest punt no sempre es pot dur a terme, per tant és una decisió molt important en el procés del disseny bioclimàtic. A l'hora de seleccionar la ubicació més adequada, s'ha tingut en compte:

<sup>9</sup> Imatge 6: [http://diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=f25aaa0d-7117-4f8d-b7f1-1b499cb09a12&groupId=713456](http://diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=f25aaa0d-7117-4f8d-b7f1-1b499cb09a12&groupId=713456)  
Op. cit

<sup>10</sup> <http://www.ecoarquitectura.info/> Op. cit

1. Determinar les condicions climàtiques (macro i micro – climàtiques) de la zona on construirem l'habitatge. Les condicions macro climàtiques venen determinades per la regió on s'ubiqui l'habitatge. Aquestes condicions estan definides per les temperatures, pluviometria, direcció del vent dominant... Les condicions micro climàtiques fan referència al estudi dels accidents naturals propers (muntanyes, rius...) o els artificials (edificis...), ja que tots ells creen un clima que afecta al vent, la humitat i la radiació solar que rebrà el nostre habitatge:

### Condicions climàtiques a Santa Eulàlia de Ronçana:

- Oscil·lació tèrmica mitjana mensual amb valors propers als 17°C.
- Alta radiació solar a l'estiu i moderada a l'hivern. Mitjanes de radiació solar horitzontal total entre 856 (10 kJ/(m<sup>2</sup>\*día\*micrómetre)) (gener) i 3149(10 kJ/(m<sup>2</sup>\*día\*micrómetre))(juliol).
- Humitat: mitjanes mensuals properes als 60%
- Precipitacions baixes. Màxima diària de 57,7mm, mitjana anual de 9mm
- Vents anuals moderats (14km/h).

2. A l'hora de triar l'emplaçament d'un habitatge, a més de tenir en compte les condicions climàtiques, és important analitzar també el pendent del terreny, l'existència de relleus orogràfics, la presència de corrents d'aigua, la presència de masses boscoses i l'existència d'altres edificis:

### Propietats del terreny on està contruït l'escola bressol:

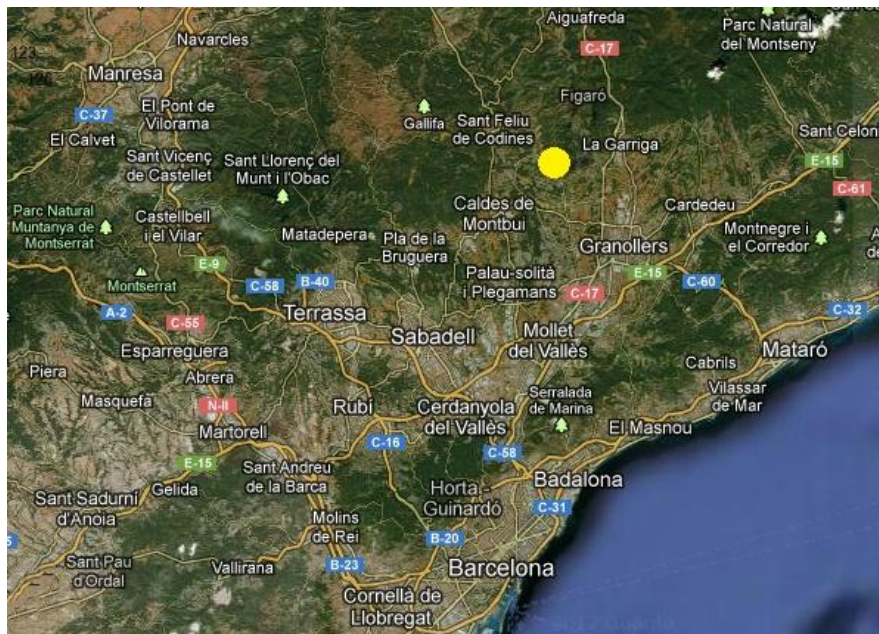
- El projecte està situat en un recinte de 4482,43 m<sup>2</sup>, dels quals ocupa una superfície total de 1829,83 m<sup>2</sup>.
- El solar té un desnivell de 1.5 metres respecte a la part baixa de la parcel·la.
- El solar està classificat com a sòl urbà, destinat a equipaments municipals i espai verd públic.
- El terreny està constituït de terra orgànica i argiles arenoses amb indicis de graves.
- Presència d'edificis propers de baixa i mitjana altura.

3. Després d'haver estudiat el nostre entorn, sempre és possible actuar-hi per modificar les seves condicions (afegint – traient vegetació o aigua, per exemple). És el que anomenem correcció de l'entorn.

- El desnivell del solar s'ha resolt mitjançant l'ús d'un talús enjardinat.



Imatge 7. Vista superior de l'escola bressol<sup>11</sup>



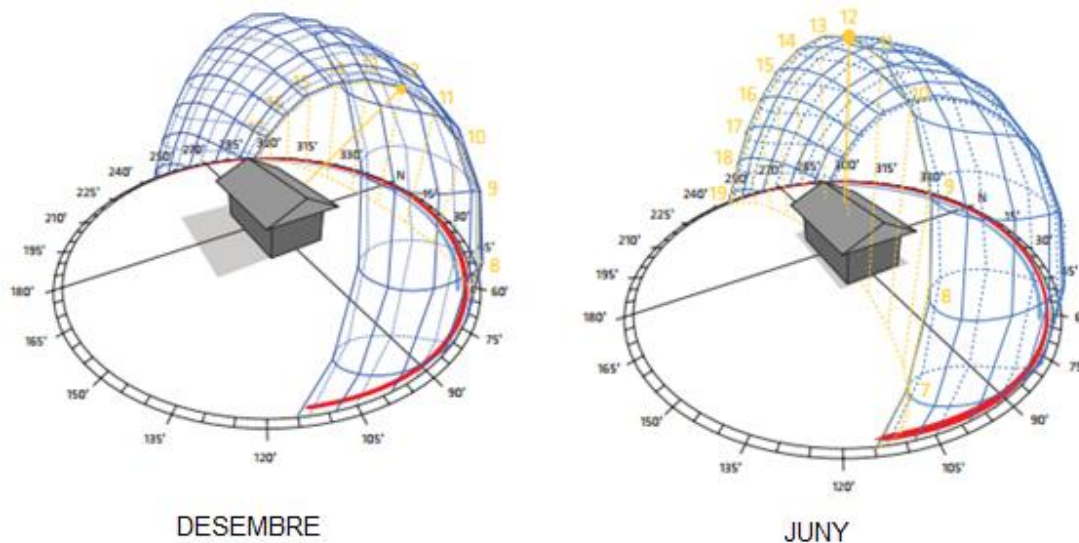
Imatge 8. Situació geogràfica de l'escola bressol

<sup>11</sup> Imatge 7 i 8: presa del lloc "Google Maps":<https://maps.google.es>  
(Data de la última consulta: 8 de octubre de 2012)



### 2.1.2. DISTRIBUCIÓ INTERNA I ORIENTACIÓ DE L'EDIFICACIÓ

Respecte l'orientació, l'edifici està perfectament orientat al sud. La raó és perquè al hemisferi nord el sol escalfa més quan nosaltres trobem el sol al sud, tal i com indica la fotografia 9. Un altre criteri de la posició del sol és que a l'hivern la seva posició és més baixa, això es aprofitat per alguns sistemes de l'escola que més endavant veurem.



Imatge 9. Orientació del sol als mesos de desembre i juny.<sup>12</sup>

La distribució bioclimàtica suposa que les estades s'ubicaran depenent de la climatologia i la seva utilització:

- Zones de més ús: Es recomanable orientar les parts de l'edifici on estem més temps cap al sud, on el sol incideix amb més força, per aprofitar al màxim la seva calor. Les aules i els patis de l'escola es disposen a la zona sud per permetre una zona més assolellada, alhora que s'allunyen dels possibles sorolls de trànsit de l'avinguda Josep Terradellas.

La ludoteca i els espais d'usos múltiples queden orientats al sud a través del pati central, el permeten crear un microclima intern. Aquesta s'obre cap a la cantonada nord, per permetre les vistes del Montseny i de la zona verda.

<sup>12</sup> Imatge 9 presa del lloc "ACEE":  
<http://www.acee.cl/576/channel.html>  
(Data De l'ultima consulta: 9 de desembre de 2012)

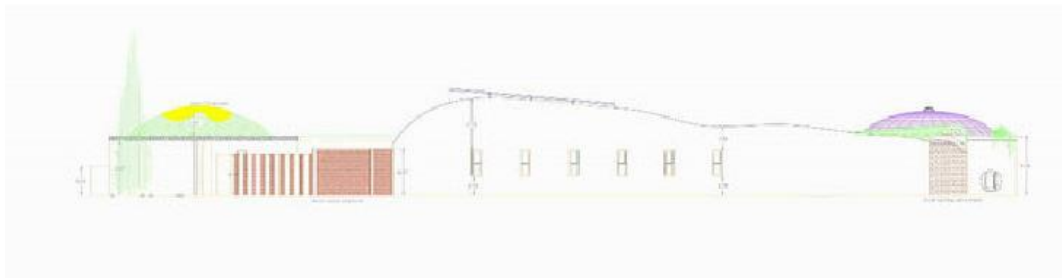
## Estudi d'un edifici bioclimàtic: escola bressol "La Font del Rieral"

Per mantenir l'escola fresca durant els mesos de molta calor, en les obertures orientades al sud hi han proteccions solars basades en pèrgoles de salze viu (pàg35), formant arcs. Aquests complements ajuden a no utilitzar l'aire condicionat i estalviar energia.



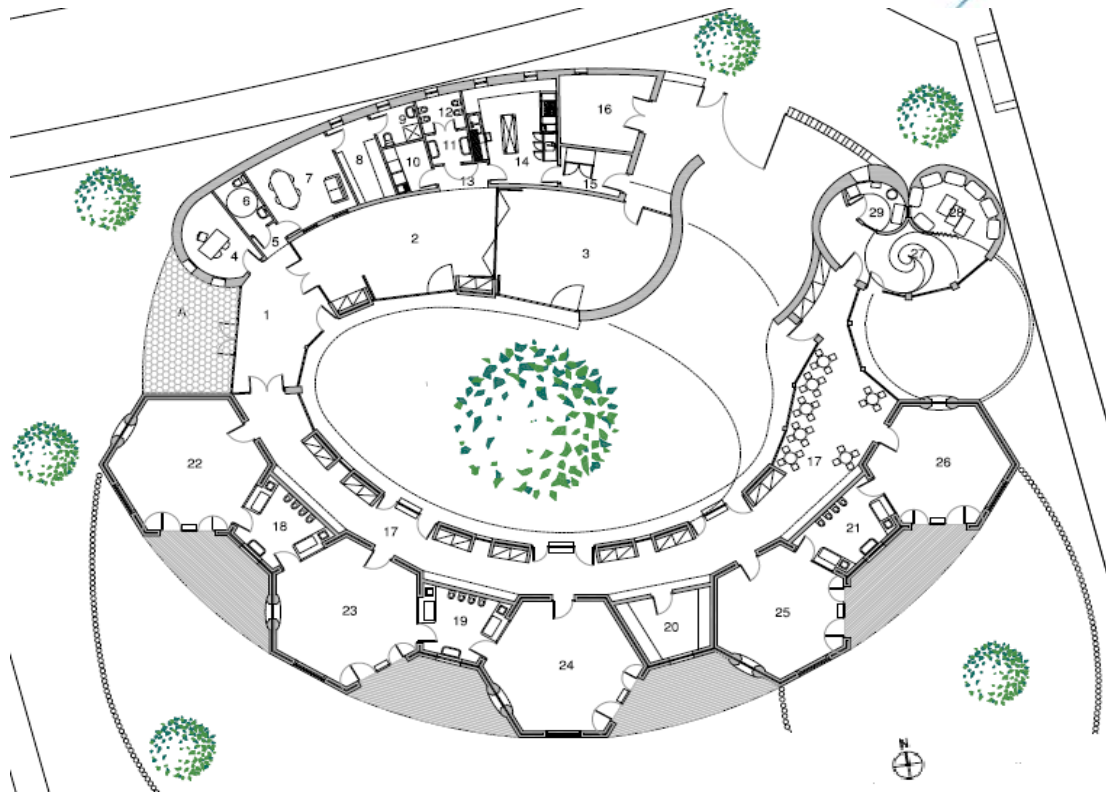
*Imatge 10 Façana sud caracteritzada per les múltiples obertures i les proteccions solars (Salce)*

- Zones de menys ús: Els espais amb menor utilització s'orienten cap al nord, en aquest cas són els serveis, cuina, recepció..., es minimitza el temps exposat al fred, mitjançant la curvatura del mur.



*Imatge 11 Façana nord caracteritzada per les escasses obertures*





Imatge 12: Llegendra

(1-3): Zones de menys ús (orientades al nord): Ludoteca i espais d'usos múltiples  
(4-16): Zones de més ús (orientades al sud a través del pati central): Despatx, secretaria, sala professors, lavabos, cuina i safareig.  
(17-29): Zones de més ús (orientades al sud): Aules i canviadors<sup>13</sup>

### 2.1.3. ILUMINACIÓ

L'escola bressol com en tot edifici és necessari una bona i correcta il·luminació, per això l'edifici ha estat dissenyat per aprofitar principalment la llum natural. Però com qualsevol habitatge, fins i tot amb el millor aprofitament de la llum natural, requerirà la incorporació de fonts lluminoses artificials per poder complir les seves funcions adequadament.



Imatge 13 Combinació de la il·luminació natural i artificial a l'escola bressol<sup>14</sup>

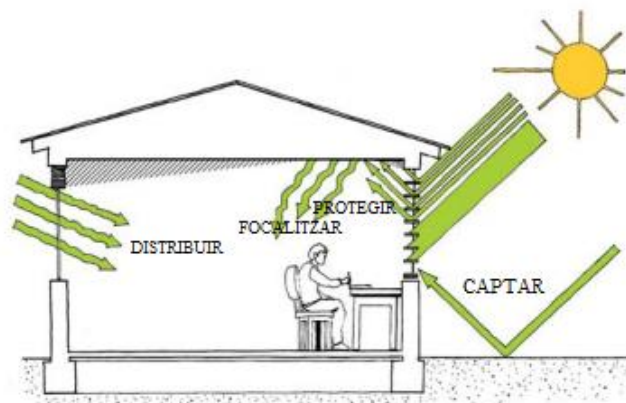
<sup>13</sup> Imatges 10,11 i 12 proporcionades per David Pradas (membre de Eco-arquitectura)

<sup>14</sup> Imatge 13: Imatge pròpia

Els principals element de la captació lumínica referent a la llum natural són les obertures circulars en les cúpules de cada aula, un altre element són les nombroses i grans finestres, referent a la il·luminació artificial remarquem les llums halògenes de baix consum repartides per tot l'edifici.

### 2.1.3.1. IL·LUMINACIÓ NATURAL

Segons Bueno<sup>15</sup> la utilització de la llum natural és un punt clau, ja que permet optimitzar l'estalvi energètic. Per tant, és molt important que totes les habitacions i passadissos de l'escola hagin tingut il·luminació natural. Per entendre la il·luminació natural de l'escola, cal tenir clar una sèrie de conceptes:



Imatge 14 Conceptes de l'il·luminació natural<sup>16</sup>

-Captar la quantitat adequada de llum natural. Cal tenir en compte l'efecte que la llum produirà sobre les superfícies existents (ja siguin reflectives o opaques) en l'entorn de l'habitatge.

-Ingressar a l'interior de l'habitatge la quantitat de llum natural que es desitgi d'acord a l'objectiu de disseny. En això no només són rellevants les condicions ambientals exteriors, sinó també les superfícies vidriades de l'habitatge.

-Distribuir adequadament la llum natural a l'interior dels recintes de l'habitatge, tenint cura de la reflexió sobre murs, mobiliari i els obstacles que aquests poguessin representar. El problema de distribució de la il·luminació natural a l'interior del habitatge pot ser reduït mitjançant l'augment de l'alçada de la finestra.

<sup>15</sup>Bueno, Mariano. (1992). *El gran libro de la casa sana*. Barcelona: Martínez Roca, S.A. Pg.78

<sup>16</sup> Imatge 14: <http://www.acee.cl/576/channel.html> Op. cit

-Protegir l'excés d'il·luminació natural, fenomen que pot reduir significativament les possibilitats de confort visual interior. Això es pot controlar mitjançant elements fixos (tendals) i mòbils (persianes).

-Focalitzar una major intensitat d'il·luminació en llocs associats a un requeriment específic, com per exemple un escriptori.

### 2.1.4. VENTILACIÓ NATURAL

L'escola com mes endavant veurem té tota una sèrie de sistemes per garantir l'escalfor de l'edifici. Però en el cas de la ventilació y la climatització l'escola no en calen i per això només es garanteix la ventilació de l'edificació a través de la ventilació natural, provocada només per la obertura de finestres, aquest es un sistema integrat al disseny de l'edifici.



Imatge 15 L'obertura de les finestres és una condició indispensable per la ventilació natural<sup>17</sup>

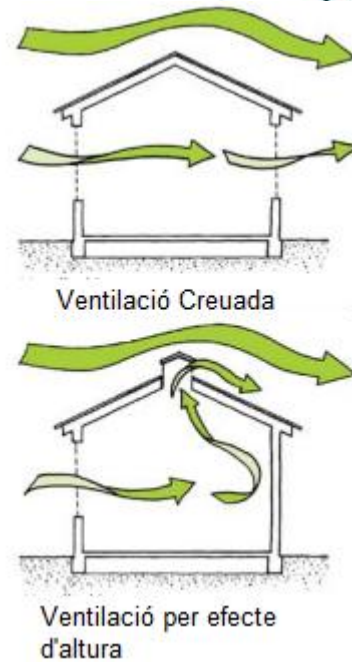
Dintre de la ventilació natural que es practica a l'escola, destaquen dos tipus: la ventilació creuada y la ventilació per efecte d'altura. L'elecció d'una o a altra bé donada per l'obertura de la lluern central situada a les cúpules de cada aula. I per tant el més normal és que la ventilació creuada s'utilitzi a l'hivern i la d'efecte d'altura s'utilitzi als mesos més càlids.

Segons l'ACEE<sup>18</sup> per obtenir bons resultats de ventilació natural, cal conèixer els factors que influeixen en el flux d'aire a l'interior de l'habitatge, com ho són: la distribució de la pressió al voltant d'aquesta, la direcció del vent (que s'introdueix a través de finestres o altres obertures), la mida de finestres, ubicació d'aquestes i la distribució dels espais interiors.

<sup>17</sup> Imatge 15: [http://diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=f25aaa0d-7117-4f8d-b7f1-1b499cb09a12&groupId=713456](http://diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=f25aaa0d-7117-4f8d-b7f1-1b499cb09a12&groupId=713456) Op. cit

<sup>18</sup> ACEE. Agencia Chilena de Eficiencia Energetica: <http://www.acee.cl/576/channel.html> (Última consulta realizada el 9/12/10)

La ventilació creuada consisteix a obrir dues finestres en dos llocs oposats de l'aula de manera que es generi un corrent interior i es renovi l'aire d'una manera més ràpida i eficaç. Mentre que la ventilació d'efecte d'altura es refereix a quan l'aire entra en l'allotjament, s'escalfa a causa de la calor dissipada pels nadons de l'aula que en disminuir el seu pes específic s'eleva i surt a l'exterior per l'obertura superior.



Imatge 16 Tipus de ventilació natural a l'escola bressol<sup>19</sup>

## 2.2. MATERIALS

Normalment a l'hora de triar els materials de construcció l'elecció dels productes s'efectua en funció del seu aspecte, resistència, cost, facilitat de manteniment, durabilitat... En canvi, en aquest tipus de construccions, les construccions bioclimàtiques, en l'elecció del material es té en compte les propietats del material, el seu origen i la repercussió en la salut dels usuaris.

L'objectiu que s'ha tingut en compte a l'hora d'escollir els materials de l'escola, a més de que fossin elements orgànics, és que fossin elements de la zona. Per exemple els blocs de BTC Bioterre, són de Girona, les estructures de fusta són d'un proveïdor de Lleida. La vegetació utilitzada en la coberta enjardinada i al jardí, són autòctons de la zona. És important escollir els productes locals, ja que generarà un impacte més baix a causa de la seva fabricació i transport.

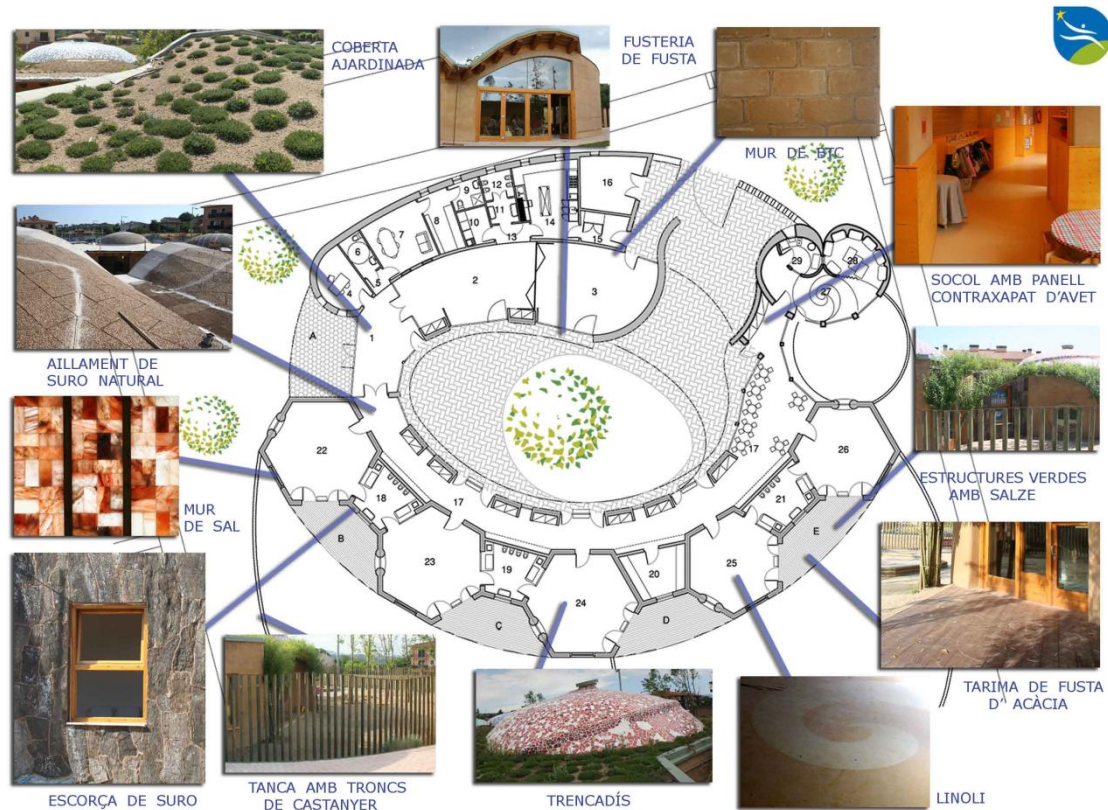
Des de l'inici del projecte es van integrar diversos materials naturals com el BTC (bloc de terra comprimida), murs de terra (tàpia), aïllament de suro, fusta, acabats de façana amb escorces d'arbre... Dins d'aquesta manera d'obrar i amb una gran consciència

<sup>19</sup> Imatge 16: <http://www.acee.cl/576/channel.html> Op. cit



## Estudi d'un edifici bioclimàtic: escola bressol "La Font del Rieral"

ambiental, s'intenta minimitzar al seu torn la presència de metalls i estructures armades. D'això deriva la solució de cobertes mitjançant elements constructius sostenibles que treballin directament a compressió<sup>20</sup>.



Imatge 17 Materials emprats a l'escola<sup>21</sup>

### 2.2.1. PRINCIPALS MAGNITUDS TÈRMiques

Abans d'estudiar cada un dels materials és necessari conèixer les principals característiques tèrmiques d'aquests per així tractar amb certesa cada una de les propietats dels materials, fent èmfasi en aquelles que es fan servir de manera regular a la construcció.

Segons Sol-arq<sup>22</sup> les propietats tèrmiques indiquen el comportament dels materials davant d'una de les formes que pot adoptar l'energia: la calor. Recordem que el calor

<sup>20</sup> Compressió és l'esforç resultant de les tensions o pressions que hi ha dins d'un sòlid deformable, caracteritzat perquè tendeix a una reducció de volum.

<sup>21</sup> Imatge 17: proporcionada per David Pradas (membre de Eco-arquitectura)

<sup>22</sup> Sol-arq: <http://www.sol-arq.com> (Última consulta realitzada el: 25/12/2012)

és la transferència (el flux) d'energia tèrmica entre dos cossos o dues zones d'un mateix cos.

### 1. Densitat:

Si bé la densitat no és una propietat tèrmica en si mateixa, es tracta d'una característica que afecta de manera significativa el desenvolupament tèrmic dels materials. La densitat, o massa específica d'un material, és el quocient que resulta de dividir la quantitat de massa (kg) d'aquest material pel seu volum unitari ( $m^3$ ). Així, la densitat que caracteritza el material es mesura en quilograms per metre cúbic ( $kg/m^3$ ).

Els materials emprats en l'edificació presenten un ampli rang de densitats. Alguns productes aïllants tot just arriben a una densitat de  $10 kg/m^3$ , mentre que els més pesats, com el coure, arriben densitats properes als  $8,900 kg/m^3$ .

### 2. Conductivitat i resistivitat:

La conductivitat ( $\lambda$ ) i la resistivitat ( $\rho$ ) són propietats simples dels materials. La conductivitat es refereix a la facilitat que ofereix un material per permetre el flux d'energia tèrmica a través seu i s'expressa en Watts per metre grau Celsius  $W/(m^{\circ}C)$ .

A l'hivern, la temperatura a l'exterior dels habitatges és inferior a la interior. Sabem que part de l'energia tèrmica "s'escapa" a l'exterior a través del vidre de les finestres. En quines condicions el flux d'energia serà més intens? Per respondre a aquestes preguntes ens podem fixar en la superfície de la finestra (amb una superfície major, més flux tèrmic), en el gruix del vidre (amb un gruix major, menys flux tèrmic), en el temps (com més temps d'exposició, més energia s'haurà transferit), o en la diferència de temperatures entre l'exterior i l'interior (com més diferència de temperatures, més transferència d'energia). Finalment, també ens hem de fixar en el tipus de material; per exemple, si utilitzem poliestirè en lloc d'utilitzar vidre, les pèrdues d'energia a través de la finestra canviaran perquè la conductivitat tèrmica del poliestirè és inferior de la del vidre.

Totes aquestes condicions es poden representar amb l'expressió matemàtica següent:

$$\text{————— } \lambda$$

On:

Q: quantitat de calor transmesa (J)



$\lambda$  : conductivitat tèrmica del material  $W / (m^{\circ}C)$ .

A: superfície de contacte entre les dues masses tèrmiques o entre les dues zones que es troben a diferent temperatura ( $m^2$ )

t: temps recorregut (s)

AT: diferència de temperatures ( $^{\circ}C$ ) o (K)

L: gruix del material o distància entre les dues zones a diferent temperatura si es tracta d'un mateix cos (m)

Per exemple, l'acer és un material d'elevada conductivitat  $50W/(m^{\circ}C)$  i baixa resistivitat  $0.02 (m^{\circ}C)/W$ , mentre que el poliestirè expandit té una conductivitat molt baixa  $0.03 W/(m^{\circ}C)$  i una resistivitat alta  $33.33 (m^{\circ}C)/W$ .

La resistivitat, d'altra banda, és l'invers de la conductivitat ( $1 / \lambda$ ) i per tant representa la capacitat del material per resistir el flux de calor. S'expressa amb metre grau Celsius per Watt ( $m^{\circ}C) / W$ .

### 3. Conductància i resistència:

La conductància i la resistència (R) són propietats d'una capa de material, de manera que depenen del gruix específic d'aquesta capa.

La conductància representa la capacitat de la capa de material per conduir la calor i és igual a la conductivitat dividida pel gruix, expressant-se en Watts per metre quadrat grau Celsius ( $W/m^2)^{\circ} C$ .

La resistència, d'altra banda, representa la capacitat d'una capa de material per resistir el flux de calor i és igual a la resistivitat multiplicada pel gruix, expressant-se en metre quadrat grau Celsius per Watt ( $m^2^{\circ}C) / W$ .

Atès que la resistivitat és l'invers de la conductivitat, i que els valors de conductivitat dels materials constructius solen ser més accessibles, la resistència d'un material generalment es calcula amb la següent fórmula:

$$R = i / \lambda$$

On:

R = Resistència tèrmica per unitat d'àrea de la capa de material ( $m^2^{\circ}C) / W$ ,

i = Espessor de la capa de material (m).

$\lambda$  = Conductivitat del material W / (m°C).

Seguint l'exemple anterior, una capa d'acer de 5 mm tindria una resistència tèrmica de 0,0001 m<sup>2</sup> ° C / W, mentre que una capa de poliestirè expandit de 50 mm tindria una resistència tèrmica de 1.67 m<sup>2</sup> ° C / W.

En alguns estudis el valor de la resistència tèrmica d'una capa de material s'explica com la diferència de temperatura que es requereix per produir una unitat de flux de calor per unitat de superfície.

#### 4. Valor R:

És comú expressar la resistència tèrmica dels materials, sobretot dels productes aïllants, com a valor R. Per exemple, el valor R d'un típic matalàs de fibra de vidre sol ser de R2.4, és a dir, 2.4 (m<sup>2</sup>°C) / W.

Si es pren l'àrea total d'una capa d'aquest material (m<sup>2</sup>), es multiplica per la diferència de temperatura (°C) i es divideix per 2.4, s'obté el flux de calor en Watts. Així, 100 m<sup>2</sup> d'aïllament a base de matalàs de fibra de vidre R2.4, exposat a una diferència de temperatura de 20 °C, deixarà passar un flux proper als 833 Watts.

#### 5. Calor específica:

La calor específica és una propietat simple dels materials que es refereix, en termes generals, a la capacitat que tenen per acumular calor en la seva pròpia massa. També es pot definir com la quantitat de calor que cal subministrar a una unitat de pes del material per incrementar la seva temperatura en un grau Celsius. Mentre més gran sigui la calor específica, més energia haurà de subministrar per escalfar el material.

Per designar a la calor específica s'utilitza el símbol  $C_e$ . En el Sistema Internacional s'utilitza com a unitat de la calor específica el Joule per quilogram grau Celsius (J / kg °C).

L'aigua, curiosament, té un dels valors de calor específica més elevats, 4,18 J / (kg °C). No obstant això els valors de la gran majoria dels materials emprats en l'edificació oscil·len entre 700 i 1,500 J / kg °C. En altres paraules, es tracta d'un paràmetre que només representa diferències importants en el comportament tèrmic dels materials quan se li considera en relació amb altres propietats, com la densitat.

### 6. Calor específica volumètric

La calor específica volumètric representa la capacitat d'emmagatzematge de calor d'un material, d'acord amb la seva densitat. Es calcula multiplicant la seva densitat per la seva calor específica, el que ens dóna com a unitat de mesura el Kilojoule per metre cúbic grau Celsius ( $\text{Kj}/\text{m}^3 \text{ } ^\circ\text{C}$ ).

Atès que en realitat la calor específica varia relativament poc entre els principals materials constructius, la seva capacitat d'emmagatzematge de calor es relaciona estretament amb la densitat: els materials pesats, com el maó i la pedra, solen presentar una elevada capacitat d'emmagatzematge de calor, mentre que amb els materials lleugers, com els aïllants, succeeix el contrari.

### 7. Capacitat tèrmica

La capacitat tèrmica representa una mesura de la calor que poden emmagatzemar les capes de material. Per càlculs simples, la capacitat tèrmica es pot determinar multiplicant la densitat del material pel gruix de la capa, i després per la seva calor específica, de la qual cosa resulta la unitat Joule per metre quadrat grau Celsius ( $\text{J}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ ).

Per exemple, la capacitat tèrmica d'una capa de tova de 30cm seria la següent:  
 $1,600 \text{ kg}/\text{m}^3 * 0.3 \text{ m} * 1,480 \text{ J} / \text{kg } ^\circ\text{C} = 710,400 \text{ J}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} = 710.40 \text{ Kj}/\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$

Quan s'utilitza la capacitat tèrmica en càlculs en règim dinàmic (amb temperatures variables), per exemple per estimar el desenvolupament d'un tancament, cal emprar càlculs complexos de manera que se sol recórrer a eines informàtiques.

## 2.2.2. CARACTERÍSTIQUES CONSTRUCTIVES A L'ESCOLA BRESSOL

### 2.2.2.1. BTC (BLOCS DE TERRA COMPRIMIDA)

Segons Barbeta<sup>23</sup> el BTC és el material més utilitzat i identificatiu de l'escola, encara pocs són els que s'atreveixen a utilitzar el que és el material de construcció més tradicional, la terra. Però els que ho fan no se'n penedeixen de la seva decisió.

Després d'un parèntesi d'unes quantes dècades, s'està tornant a construir amb terra a Catalunya. En els nuclis antics de pràcticament totes les ciutats catalanes, com la

<sup>23</sup> Gabi Barbeta: <http://www.ecoarquitectura.info/> op. cit

## Estudi d'un edifici bioclimàtic: escola bressol "La Font del Rieral"

mateixa Barcelona, on abunden els edificis de terra. Però ara només opten per aquest material persones molt conscienciades amb el medi ambient o que coneixen bé les avantatges constructives del bloc.

El bloc de terra comprimida, conegut simplement com BTC, és un material de construcció fabricat amb una barreja de terra i un material estabilitzant, com calç, ciment o argila, que és comprimida i modelada utilitzant una premsa mecànica. El BTC és un substitut del maó corrent en activitats de construcció, s'utilitza en la construcció de murs apilant-ho manualment i utilitzant una barreja dels mateixos materials com a pega.

En el cas del BTC utilitzat a l'escola: la primera matèria, la terra, com hem dit abans prové de Girona, aquest material s'extreu del mateix entorn de la fàbrica, pels turons argilosos del poble de Planes d'Hostoles. Degut a les insuficients propietats de la terra, la tracten amb ciment pòrtland, calç i adicions naturals per estabilitzar-la i procuren que la seva humitat estigui entre el 18 i el 20%.

En l'extracció, és normal que la terra sigui molt heterogènia i que contingui runa o altres intrusos més grans que no afavoreixen en la fabricació dels blocs, la solució a aquest problema és la filtració de la terra.

Una vegada conegut el procés d'obtenció del bloc

Bioterre es l'hora d'aprofundir en les seves característiques: el Bioterre és un bloc que especialment s'utilitza per a funcions estructurals i de tancament. Compleix amb les normes UNE<sup>25</sup> 41410 com a BTC 5 i el CTE-SE-F, amb una resistència equivalent a un totxo massís ceràmic. Centrant-nos a l'escola bressol podem dir que aquest bloc a estat emprat en els murs i cúpules (en el proper apartat aprofundirem sobre aquests sistemes). Els gruixos en murs s'alternen dels 15 cm interiors amb els 30cm en exterior



*Imatge 18 Terres argiloses de Planes d'Hostoles, emprades per la construcció del BTC.<sup>24</sup>*



*Imatge 19 BTC emprat pels murs i cúpules de l'escola.*

<sup>24</sup> Imatge 18 i 19 presa del lloc "Bloc BTC Bioterre": <http://www.bioterre.es/>  
(Data De l'última consulta: 8 de desembre de 2012)

<sup>25</sup> Norma UNE: acrònim de "Una Norma Espanyola" són un conjunt de normes tecnològiques creades pels comitès tècnics de normalització (CTN)

ampliant a 45cm a la façana nord que limita amb el carrer principal. El Bioterre es pot deixar vist en el mur, estalviant l'arrebossat i donant un acabat més natural i suggerent.

La planta de fabricació del Bioterre es trobava en un radi de transport assumible de 70Kms, la qual cosa només suposa un increment d'impacte energètic del material del 10%, i resultava més operatiu que utilitzar totes les terres expansives extrems del mateix lloc.

Les avantatges del BTC són les següents :

- ❖ Excel·lents propietats tèrmiques. La terra té una gran capacitat d'emmagatzemar la calor i cedir posteriorment (qualitat coneguda com inèrcia tèrmica). Així, permet atenuar els canvis de temperatura externs, creant un ambient interior agradable. Sobretot resulta adequada en climes àrids amb oscil·lacions extremes de temperatura entre el dia i la nit però, si s'inclou un aïllament adequat, també és idònia en climes més suaus.
- ❖ És 100% natural i ecològic: ja que pràcticament no requereix energia per fabricar-ho, i només cal deixar que torni al seu estat natural per destruir-lo. I a més no és tòxic.
- ❖ És un material abundant, econòmic i eficient des del punt de vista constructiu.
- ❖ Gran inèrcia tèrmica i capacitat per deixar passar la humitat. Permet una gran acumulació de calor durant el dia per radiar-la durant la nit.
- ❖ La uniformitat del bloc, minimitzant d'aquesta manera, la utilització de morter i la disminució tant dels costos dels materials com de mà d'obra.
- ❖ És resistent al so (una característica important en els barris d'alta densitat) i és resistent al foc (les parets de terra no es cremen).
- ❖ Alhora permet utilitzar maquinària hidràulica de compressió, que dona millor resistència.



### 2.2.2.2. MURS DE TERRA

Segons Barbeta<sup>26</sup>: tot i les facilitats de construcció amb el BTC, es va decidir també utilitzar la terra del lloc com a actitud ecològica. Utilitzar la terra de la mateixa excavació per aixecar els murs és sens dubte una de les vies per minimitzar l'impacte de la construcció. La terra de l'excavació va destinar-se per aixecar murs de tàpia.



Imatge 20 Extracció de la terra del mateix sòl de l'escola<sup>27</sup>

Per dur a terme aquesta tasca va ser indispensable verificar les propietats de la terra, tot hi que són similars a la del BTC, ja que són el mateix material però amb la diferència de que el BTC té un material estabilitzant.

### 2.2.2.3.FUSTA

Encara que el material més emprat a l'escola és la terra (BTC i tàpia), la fusta completa la funció de aïllar la calor de la casa, gràcies a ser un gran aïllant tèrmic<sup>28</sup>. L'escola bressol està construïda en la seva majoria entre fusta i terra, dos elements emprats en la construcció des de fa milers i milers d'anys, per les seves qualitats naturals. En la construcció de l'escola, la fusta s'ha emprat en les següents estructures:

- Pilars i bigues: La fusta laminada de pí i avet de la zona són un element molt útil per les estructures en coberta. La resistència a flexió<sup>29</sup>, la seva elevada resistència a tracció<sup>30</sup> i compressió en direcció de la fibra, i el seu baix pes, fan de la fusta laminada un excel·lent material per



Imatge 21 La fusta laminada de pí i avet de la zona cobreix tot l'edifici<sup>31</sup>

<sup>26</sup> Gabi Barbeta: <http://www.ecoarquitectura.info/> op. cit

<sup>27</sup> Imatge 20: "<http://www.bioterre.es/> op.cit

<sup>28</sup> Un aïllant tèrmic és un material caracteritzat per la seva alta resistència tèrmica i té com a funció limitar o dificultar la transmissió d'energia calorífica entre els dos ambients.

<sup>29</sup> Resistència a flexió es l'esforç resultant d'un material abans d'aquest es trenqui per un esforç de flexió

<sup>30</sup> Resistència a tracció: oposició a l'esforç intern a què està sotmès un cos per l'aplicació de dues forces que actuen en sentit oposat, i tendeixen a estirar-lo.

<sup>31</sup> Imatge 21: [http://diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=f25aaa0d-7117-4f8d-b7f1-1b499cb09a12&groupId=713456](http://diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=f25aaa0d-7117-4f8d-b7f1-1b499cb09a12&groupId=713456) Op. cit



executar veritables entramats per tal de salvar grans superfícies.

- Fusteria: Les fusteries són un element de tancament, s'ha optat per col·locar-les de fusta per evitar el pont tèrmic.

- Sòcol amb panell contraxapat d'abet: les fusteries interiors o sòcols també de fusta proporcionen espais acollidors i naturals al estar tenyida amb productes de base natural.

- Tarima de fusta d'acàcia: La tarima de fusta d'acàcia s'ha aplicat com a paviment, aquesta fusta s'utilitza com a material en paviments<sup>33</sup> per la seva ductilitat<sup>34</sup> i el seu aïllament, ja que resisteix bé els canvis de temperatura, la humitat, el foc i els atacs de fongs.

- Tanca amb troncs de castanyer: element decoratiu.

- Escorça de suro: s'utilitza principalment d'aïllant a les aules, per això només està instal·lat a la part sud de l'escola. Un altre aplicació és com a element decoratiu.



*Imatge 22 Fusteries exteriors de l'escola acompanyades de grans vidres per la captació solar<sup>32</sup>*



*Imatge 23 Tanca amb troncs de castanyers cerca l'escola i al mateix temps exerceix com a element natural i decoratiu.*



*Imatge 24 Escorça de suro de l'escola bressol situada a la part sud.*

<sup>32</sup> Imatge 22, 23 i 24: Imatge pròpia

<sup>33</sup> És la base horitzontal d'una determinada construcció que serveix de suport a les persones.

<sup>34</sup> La ductilitat és la propietat que presenten alguns materials quan, sota l'acció d'una força, poden deformar-se sense trencar-se.

### 2.2.2.4. AILLAMENT DE SURO

El suro s'obté de la surera, un arbre amb la particularitat de permetre a si mateix de ser despullat de l'embolcall exterior que després es regenera. Aquesta estructura cel·lular tan peculiar fa que el suro sigui un gran aïllament tèrmic i acústic.

A l'escola els murs orientats al Nord s'han aïllat amb suro natural de 3cm, en canvi els murs orientats al sud s'ha preferit deixar amb només càmera d'aire per no perdre inèrcia tèrmica.



Imatge 25 Instal·lació de suro natural a l'escola<sup>35</sup>

### 2.2.2.5. ALTRES MATERIALS

#### MURS DE SAL

Els blocs de sal fan dues funcions : la primera és que actuen com un mur Trombe (pàg37) i la segona és que són un bon tractament complementari per l'asma, la bronquitis i les malalties al·lèrgiques de l'aparell respiratori.

L'escalfament d'aquest elements provocaran una acció purificant als pulmons, la qual no és indicada només per als asmàtics, sinó també per les persones que treballen en un ambient contaminat de pols. Una altra característica és la de filtrar la llum solar tenyint de color rosat les aules.



Imatge 26 Murs de sal situats a les finestres de la part sud de l'escola.<sup>36</sup>

Com hem dit abans un objectiu és que els materials fossin de la zona, els murs de sal són de l'empresa "Salarium" situada a Castellcir (Vallés Oriental).

<sup>35</sup> Imatge 25: [http://diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=f25aaa0d-7117-4f8d-b7f1-1b499cb09a12&groupId=713456](http://diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=f25aaa0d-7117-4f8d-b7f1-1b499cb09a12&groupId=713456) Op. cit

<sup>36</sup> Imatge 26: Imatge pròpia

### TRENCADÍS

El "trencadís" és un tipus de mosaic ceràmic format per petites peces de rajoles trossejades, en el cas de l'escola el material emprat és ceràmica reciclada. El trencadís es típic de l'arquitectura modernista catalana. Encara que la ceràmica s'utilitzava com a material constructiu o decoratiu, va ser Gaudí, qui va començar a utilitzar-lo com a conseqüència de cobrir volums arquitectònics. Actualment es segueix utilitzant aquesta tècnica.



Imatge 27 Trencadís de l'escola bressol<sup>37</sup>



Imatge 28 Construcció del trencadís a partir de trossos de ceràmica.<sup>38</sup>

### ESTRUCTURES VERDES AMB SALZE

El salze és un arbre molt comú a tot Europa, les seves característiques fan referència a un arbre molt flexible i els seus brots llargs i prims es van torçant per formar arcs. Finalment, formaran una gran estructura, que amb la seva ombra serveixen per protegir les aules del sol i a l'hivern aprofiten el sol ja que està totalment despulrat de fulles. Per això el salze només està instal·lat a la cara sud de l'escola.



Imatge 29 Aspecte del salze viu a l'estiu, predomina l'ombra que causa a les aules



Imatge 30 Aspecte del salze viu a l'hivern, predomina l'absència d'ombra

<sup>37</sup> Imatge 27 i 30: Imatge pròpia

<sup>38</sup> Imatge 28 i 29: [http://diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=f25aaa0d-7117-4f8d-b7f1-1b499cb09a12&groupId=713456](http://diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=f25aaa0d-7117-4f8d-b7f1-1b499cb09a12&groupId=713456) Op. cit



### LINOLI

Els sòls de l'habitatge suposen una de les decisions més importants de la decoració general de la mateixa.

El material dels paviments sol plantejar dubtes a l'hora de triar entre la gran quantitat de tipus de sòl existents al mercat. Un dels sòls més econòmics és el linoli. En la seva composició participen matèries primeres regeneratives d'origen vegetal com el suro, la resina o l'oli de llinosa, pel que el seu ús en l'habitatge respecta, no només la nostra butxaca, sinó també la naturalesa. La seva impressionant resistència i durabilitat fa que sigui un material òptim per una escola bressol. Per totes aquestes coses (economia, naturalesa i durabilitat) ha estat escollit aquest tipus de sòl.



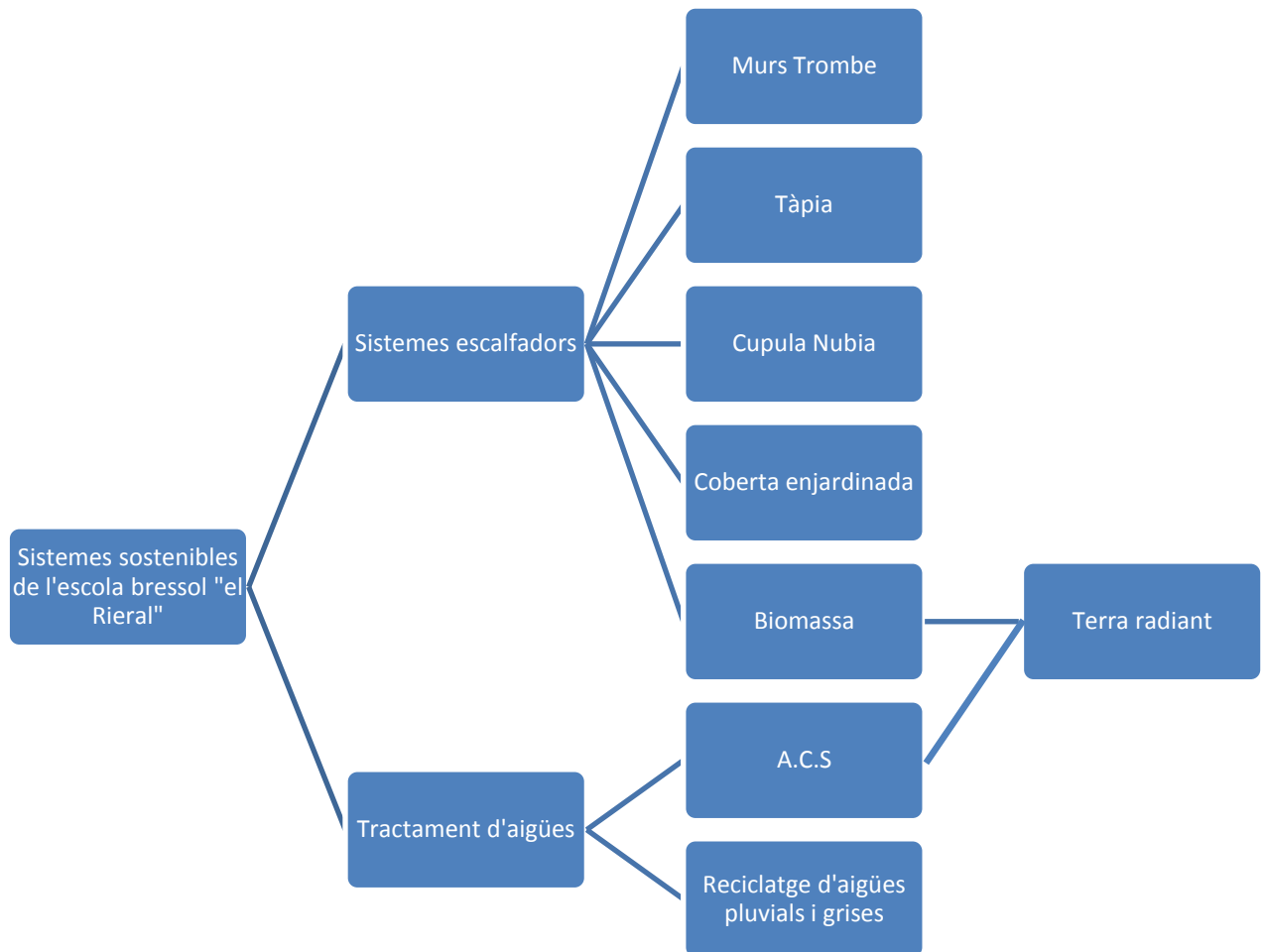
Imatge 31 Terra de l'escola bressol fet de linoli<sup>39</sup>

Entre altres aspectes, el linoli destaca per la seva solidesa i fermesa enfront d'agents com el foc o els bacteris. Es tracta d'un material antiestàtic i molt resistent de cara al futur desgast que haurà de suportar. Les pitjors taques que ens puguem imaginar, com ara l'oli o alguns tipus d'àcid, no ho espatllen. A més, la seva neteja no requereix de grans esforços.

<sup>39</sup> Imatge 31: [http://diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=f25aaa0d-7117-4f8d-b7f1-1b499cb09a12&groupId=713456](http://diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=f25aaa0d-7117-4f8d-b7f1-1b499cb09a12&groupId=713456) Op. cit

## 2.3. SISTEMES SOSTENIBLES DEL HABITATGE

En aquest apartat he detallat cada un dels sistemes bioclimàtics que han estat utilitzat en el procés del disseny de l'escola: murs trombe a base de maons de sals ionitzants, coberta enjardinada amb espècies autòctones, sistemes de recuperació d'aigües de pluja i grises, caldera de biomassa i panells solars d'ACS (aigua calenta sanitària) per a la calefacció de sòl radiant.



### 2.3.1. SISTEMES ESCALFADORS

#### 2.3.1.1. MURS TROMBE

Segons plataforma arquitectura<sup>40</sup> un mur trombe és un sistema de captació del calor de forma passiva que funciona basat en el principi físic de transferència de calor i densitat d'aire. En el cas de l'escola bressol utilitza una cambra d'aire formada per dues parets. Una de vidre orientada cap al sol per a la captació solar i una altra on

<sup>40</sup> Plataforma Arquitectura. Consultada a [http://www.plataformaarquitectura.cl/per\\_ultima\\_vegada\\_el\\_28/12/2012](http://www.plataformaarquitectura.cl/per_ultima_vegada_el_28/12/2012)



estaria el mur de sal. Aquest sistema permet una fàcil captació d'energia i calor cap a l'interior.

El mur trombe de l'escola funciona de la següent manera: a l'hivern el sol escalfa l'aire a l'interior de la cambra de vidre. Com que l'aire calent és més lleuger que el fred, aquest puja i ingressa a l'interior de l'habitació a través d'una obertura superior al mur de sal.

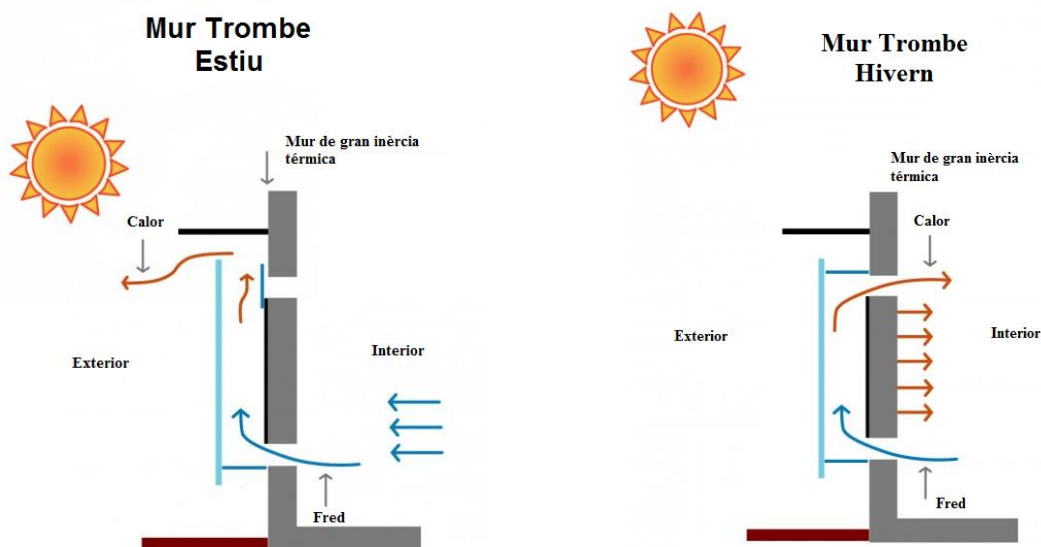


Imatge 32 Mur Trombe de l'escola: a l'imatge podem veure els murs de sal<sup>41</sup>

L'aire circula en el quart fins refredar, baixa i ingressa de nou a aquesta càmera través d'una altra obertura ara situada a la part inferior.

A l'estiu quan no volem beneficiar d'aquest sistema només tancant les obertures situades en el mur de sal, impedirem que l'aire calent ingressi a les aules, i a més obren l'obertura superior situada aquest cop al vidre que permetrà que aquest aire surti fora. A causa del concepte de la captació solar, els murs Trombe es situen a la part sud de l'edifici.

Una de les principals avantatges d'aquest sistema és la facilitat en la seva construcció, ja que no requereix cap coneixement tècnic per a la seva instal·lació. A més de que el seu cost comparatiu amb altres sistemes és relativament baix, ja que els materials són assequibles i no necessita manteniment ni combustible per al seu funcionament. Al annex adjunto un plànol amb més detalls, per la millor comprensió del sistema.



<sup>41</sup> Imatge 32: Imatge pròpia

### 2.3.1.2. MUR TÀPIA

Segons Bueno<sup>42</sup> la tàpia és una tècnica tradicional provinent d'Egipte, aquesta tècnica consisteix en la construcció de murs normalment amb terra argilosa (en el cas de l'escola bressol el material es tracta de la terra del solar com hem indicat anteriorment en l'apartat de materials).

Mètode constructiu: El tapial necessita una base seca on dipositar la terra: l'encofrat. La terra és abocada a l'interior dels encofrats per capes de 10 a 15 cm. i és compactada mitjançant una eina manual de fusta.

Aquest sistema gràcies a utilitzar la terra té propietat bioclimàtiques, ja que manté una temperatura relativament estable en el seu interior durant tot l'any. Per tant té unes capacitats similars al mur trombe, però en aquest cas són inferiors, per aquest fet els murs trombe s'han instal·lat a les

aules, lloc de més activitat en els nadons, en canvi el mur trombe s'ha construït en llocs de baixa activitat com ara la ludoteca.



Imatge 33 Execució del mur tapià de l'escola.<sup>43</sup>



Imatge 34 Mur tapià situat a la ludoteca de l'escola

### 2.3.1.3. CÚPULA NÚBIA

La cúpula és un element arquitectònic que s'utilitza per cobrir un espai de planta normalment circular mitjançant arcs de perfil semicircular respecte d'un punt central de



Imatge 35 Part interior de la cúpula a una de les aules de l'escola bressol

<sup>42</sup> Bueno Op. cit pàg 45

<sup>43</sup> Imatges 33,34 i 35: [http://diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=f25aaa0d-7117-4f8d-b7f1-1b499cb09a12&groupId=713456](http://diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=f25aaa0d-7117-4f8d-b7f1-1b499cb09a12&groupId=713456) Op. cit

simetria. La cúpula núbica destaca per ser també una tècnica provinent de l'Egipte construïda amb terra i sense suports mecànics.

Segons Barbeta<sup>44</sup> la coberta de les aules de l'escola s'ha realitzat mitjançant cúpules núbies elíptiques mostrant interiorment el maó BTC vist. Les filades de maons s'han construït amb regle telescòpic rotatori mantenint el centre però variant el radi de cadascuna. Aquesta tècnica dóna lloc a una superfície esglaonada, irregular i absorbent en deixar el bloc vist, millorant ostensiblement el comportament acústic. La cúpula és de 15 cms de Bioterre, completat amb un recobriment de 7 cms. de formigó armat amb fibres de polipropilè i un aïllament de dues capes de suro natural adherit amb ciment cola. L'acabat exterior està fet de mosaic, denominat en català "trencadís".



*Imatge 36 Part exterior de les cúpules: s'observa la cúpula acabada i amb una corba sortint que pertany a la proporció àurea.<sup>45</sup>*

### 2.3.1.4. COBERTA ENJARDINADA

Segons Escobar<sup>46</sup>, membre de eco-arquitectura, una coberta enjardinada és el terrat d'un edifici que està parcialment o totalment cobert de vegetació, ja sigui en terra o en un medi de cultiu apropiat. Aquest terrat s'utilitza per millorar l'hàbitat o estalviar consum d'energia, és a dir tecnologies que compleixen una funció ecològica.

En el cas de la coberta de l'escola bressol les plantes són de l'espècie *sèdum reflexum*, autòctones de la zona, aquesta es una espècie vegetal de molta resistència

<sup>44</sup> Gabi Barbeta: <http://www.ecoarquitectura.info/> op. cit (Document "Escuela Municipal en Santa Eulalia de Ronçana, España")

<sup>45</sup> Imatge 36: [http://diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=f25aaa0d-7117-4f8d-b7f1-1b499cb09a12&groupId=713456](http://diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=f25aaa0d-7117-4f8d-b7f1-1b499cb09a12&groupId=713456) Op. cit

<sup>46</sup> Miquel Escobar: <http://www.bioarkiteco.com/index.html>. Última consulta realitzada el 19/12/12



## Estudi d'un edifici bioclimàtic: escola bressol "La Font del Rieral"

en meteorologia extrema i té moltes variants de floració i colors segons l'estació de l'any en que es troben.



*Imatge 37 Coberta enjardnada de l'escola bressol <sup>47</sup>*

Entre les funcions del terrat de l'escola bressol destaquen que la coberta s'encarrega de mantenir una temperatura constant, de ser un filtrant de l'aire i ser un bon aïllament acústic:

La primera funció ve lligada amb la temperatura, Pearson<sup>48</sup> diu que l'avantatge de cobrir la teulada parcialment o totalment amb herba és perquè la terra és un amortidor natural de la temperatura. Per sota del nivell de penetració de les gelades, la temperatura terrestre roman bastant constant i normalment molt propera a la temperatura mitjana anual de l'aire de la zona. Més a prop de la superfície, encara que la temperatura seguirà els canvis diaris i estacionals, la terra pal·liarà les variacions més grans. Això significa que una casa coberta totalment o parcialment de terra tindrà una temperatura molt estable tot l'any.

Un altre avantatge de la coberta és la filtració del aire: és que les plantes poden filtrar pols i partícules de brutícia, aquestes queden adherides a la superfície de les fulles i són arrossegades després per la pluja cap el sòl. Al seu torn les plantes poden absorbir partícules nocives que es presenten en forma de gas i aerosols.

També les plantes redueixen el soroll mitjançant la absorció (transformació de l'energia sonora en energia de moviment i calòrica), reflexió i deflexió (dispersió).

<sup>47</sup> Imatge 37: [http://diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=f25aaa0d-7117-4f8d-b7f1-1b499cb09a12&groupId=713456](http://diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=f25aaa0d-7117-4f8d-b7f1-1b499cb09a12&groupId=713456) Op. cit

<sup>48</sup> Pearson: Op cit. Pàg. 74

Referent a la formació de la coberta enjardinada, aquesta està composta de diversos materials que milloren les funcions de la terra: una estructura de bigues de fusta suporta tota la formació, la coberta esta composta per diversos materials dels que destaquen 6cm de llana de roca per el compliment anti foc, 8cm de suro natural, làmina impermeable TPO per impedir la filtració del aigua cap a l'interior del edifici, làmina geodrèn per acumulació d'aigua i 10cm de terra vegetal del mateix solar per la plantació del sèdum. Al annex s'adjuntarà un plànol amb més detalls, per la millor comprensió del sistema.

### 2.3.1.5. BIOMASSA

El terme biomassa és un concepte molt genèric que engloba la utilització de qualsevol material d'origen animal o vegetal amb la finalitat de generar energia mitjançant combustió. En el cas de l'edifici analitzat la caldera de biomassa funciona sobretot amb residus forestals com pel·lets, estelles i residus industrials com ossos d'oliva, closques de fruits secs... La caldera de biomassa a l'escola només funciona a l'hivern, i durant aquest període actua conjuntament amb els col·lectors solar per l'ACS per satisfer la demanda d'energia del terra radiant..



*Imatge 38 Caldera de biomassa de l'escola bressol "el Rieral" <sup>49</sup>*

Una caldera de biomassa funciona d'una manera similar a una caldera de gas: el cremador de combustible crema el pel·let que se li proporciona, generant una flama horitzontal que entra a la caldera. La calor generada durant aquesta combustió natural és transmès al circuit d'aigua. L'aigua calenta generada s'utilitza per a calefacció de sòl radiant i l'aigua calenta sanitària.

En cremar la biomassa es produeix una mica de cendra, que es recull generalment de manera automàtica en un cendrer.

Tota aquesta combustió natural conté una sèrie d'avantatges: la caldera de biomassa és una energia neta (emeten CO<sup>2</sup> neutre, ja que prové de combustió natural), a més que el preu de la biomassa no depèn de mercats internacionals com els combustibles fòssils, i és molt més baix. A més, com és una energia renovable, rep una subvenció

<sup>49</sup> Imatge 38: Imatge pròpia



del Govern. Un altre avantatge és que és una energia segura: la biomassa, a diferència del gas, no pot explotar.

### 2.3.1.6. TERRA RADIANT

Deixant de banda els sistemes passius d'escalfament, l'escola bressol es beneficia d'un sistema actiu. Aquest és el terra radiant, és un sistema de calefacció per aigua calenta (l'aigua calenta prové dels col·lectors d'ACS pàg45 i també a l'hivern de la biomassa pàg.42) i es troba, com el seu nom indica, a la superfície del terra mitjançant una sèrie de canonades connectades al dipòsit d'aigua. Aquest sistema emet calor a través del escalfament de l'aigua a les canonades.

El sistema conté una serie de beneficis pels nadons de l'escola:

Els nadons passen la majoria del temps a l'escola jugant al terra, per tant l'utilització de radiadors convencionals seria una pèrdua d'energia, ja que tota aquesta calor que desprenen els radiadors aniria cap amunt. Llavors el calor produït no arribaria de cap manera

als nadons, ja que els radiadors es situen a una estatura molt més elevada que la suposada altura d'un nadó.

D'altra banda, aquest sistema és altament eficient, donat que per funcionar, no necessita temperatures tan elevades com els radiadors convencionals. És suficient amb enviar l'aigua a uns 30 °C, front als 60 °C dels radiadors. Per tant hi ha un gran estalvi econòmic que comporta una temperatura tan baixa, que ofereix el mateix confort de temperatura.

Per una qüestió de seguretat també es prefereix la utilització de terra radiant, ja que evita el perill de que els nens es colpegin amb les vores dels radiadors. A més que es un sistema molt silenciós i confortable.



Imatge 39 Instal·lació de terra radiant a l'escola<sup>49</sup>

<sup>50</sup> Imatge 39: [http://diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=f25aaa0d-7117-4f8d-b7f1-1b499cb09a12&groupId=713456](http://diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=f25aaa0d-7117-4f8d-b7f1-1b499cb09a12&groupId=713456) Op. cit

### 2.3.2. TRACTAMENT D'AIGUES

Segons l'ACEE<sup>51</sup> la majoria ens hem acostumat a utilitzar molta aigua i a donar per fet que el proveïment no té limitis. La majoria d'aquesta gran suma de litres és a causa de les pèrdues d'aigua. Abans que l'aigua arribi a casa, sovint es perden grans quantitats per les velles i corroïdes canalitzacions de distribució. Aquest desaprofitament pot ascendir fins al 40 o 50 per cent del total d'aigua potable valuosa i tractada. A més d'això, també desaprofitem del 5 al 10 per cent per pèrdues a la casa, la major part pel mal funcionament de les vàlvules de la cisterna del vàter o per volanderes de goma gastada de les aixetes: una aixeta que degota contínuament pot perdre 90 litres diaris. I si aquest és d'aigua calenta, augmenta la factura energètica.

La instal·lació d'aparells per a l'estalvi d'aigua és necessari per parar tot aquest balafament d'aigua en una casa comuna. Ja que aquests una vegada col·locats no destorben . Però en el disseny de l'escola bioclimàtica de "la Font del Rieral" es vol fer un pas més enllà, i s'han instal·lat sistemes per tractar tota aquesta aigua que desaprofitem, tant la que perdem pel vàter, com la de la pluja.

A les cases amb aquests sistemes, la dependència del subministrament municipal es redueix en dues terceres parts, i el 90 per cent la quantitat d'aigües residuals que van a parar a les depuradores. Però els sistemes són relativament complexos i cars d'instal·lar, i probablement només siguin rendibles a les zones més seques, on l'aigua és un recurs escàs i car. Alguns d'aquests sistemes no els permeten les autoritats locals d'aigües o de sanitat, així que convé informar-se.

L'escola bressol compta amb un sistema de reciclatge d'aigües grises i pluvials i un altre sistema d'ACS.

---

<sup>51</sup> <http://www.acee.cl/576/channel.html> Op. cit

### 2.3.2.1. RECICLATGE D'AIGÜES GRISES I PLUVIALS

La canalització d'aigua d'aquest edifici, té un mètode separatiu d'aigües pluvials, grises<sup>52</sup> i aigües negres<sup>53</sup>. L'objectiu amb aquest sistema es optimitzar el cycle de l'aigua i reduir el seu consum. Qualsevol classe d'aigua, independentment del seu origen, es contempla com a recurs: segregació d'aigües grises i negres, recollida d'aigua de pluja, mecanismes d'estalvi...



Imatge40. La coberta enjardinada connectada a través de canalitzacions que van a parar al dipòsit d'aigua<sup>53</sup>

La captació pluvial dependrà de l'aigua recollida en els més de 700 m<sup>2</sup> de coberta de l'edifici<sup>55</sup>, aquesta aigua és emmagatzemada en una cisterna de més de 20.000 lts de capacitat i que s'utilitzarà per el reg de tots els espais enjardinats incloent-hi la coberta.

Les aigües grises procedents dels rentamans van connectades en un dipòsit de reciclatge i filtratge de 20m<sup>3</sup> enterrat, per a ser reutilitzades en vàters.

Les aigües negres van canalitzades directament a la xarxa de sanejament de la zona.

### 2.3.2.2. A.C.S.

L'aigua calenta sanitària (ACS), no és més que el subministrament d'aigua d'ús domèstic que escalfem per tenir un major confort i millor qualitat de vida, amb la diferència que en aquest cas, en el cas d'un edifici bioclimàtic, s'escalfa per mediació de l'energia solar (Energia Solar Tèrmica).

<sup>52</sup> Les aigües grises és l'aigua que hem utilitzat en els lavabos i en les dutxes.

<sup>53</sup> El terme aigües negres ( o residuals) fa referència a un tipus d'aigua que està contaminada amb substàncies fecals i orina, procedent normamalmment del WC.

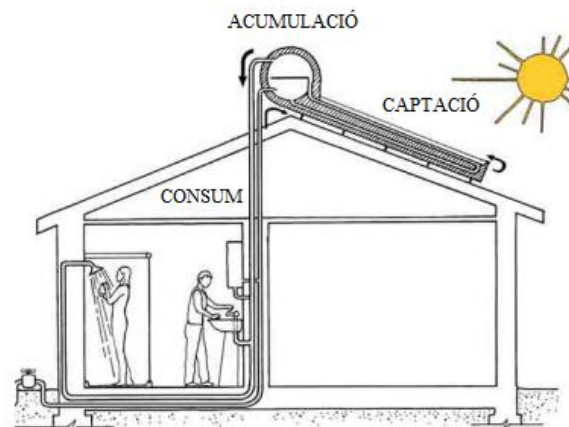
<sup>54</sup> Imatge 40: Imatge pròpia

<sup>55</sup> la coberta de l'edifici fa refèrència a la coberta enjardinada explicada anteriorment (pag.40) una de les seves característiques era la de retenir l'aigua

## Estudi d'un edifici bioclimàtic: escola bressol "La Font del Rieral"

### Configuració de la instal·lació solar i els seus components:

La instal·lació solar per a l'escola correspon a un sistema solar de baixa temperatura (temperatures de treball inferiors a 80°C), que està dividit principalment en tres circuits: de captació, d'acumulació i de consum. El circuit de captació rep la radiació solar a convertir i el seu component principal correspon al col·lector solar. L'escola té integrada un sistema de 12 col·lectors



Imatge41. Sistemes involucrats en una instal·lació solar<sup>55</sup>

solars per a l'ACS col·locats en coberta, aquesta primera part (sistema de captació) té un funcionament de forma combinada amb la caldera de biomassa de pel·lets, com hem dit anteriorment, per poder escalfar el terra radiant. Els col·lectors solars estan connectats a un dipòsit acumulador situat en la zona de instal·lacions. El tercer circuit fa referència al consum, en el cas de l'escola no es consumeix gairebé aigua, ja que els nadons no utilitzen normalment el lavabo y no necessiten gran quantitat d'aigua per alimentar-se, per això aquest sistema no ha sortit gaire a compte, des de el punt de vista econòmic.

### Disseny arquitectònic del sistema:

Una vegada coneguts els elements elementals del sistema d'ACS, s'ha de tenir en compte una sèrie de consideracions de disseny, que permetran obtenir el màxim estalvi d'energia convencional, fent més eficient el sistema solar projectat. Els punts més importants a considerar seran:

- Ubicació: els sistemes d'acumulació i captació estan situats damunt del punt de consum (bany i cuina), permetent disminuir les pèrdues de calor per transport del fluid a través



Imatge42. Col·lectors solars de l'escola bressol<sup>56</sup>

<sup>56</sup> Imatge 41: <http://www.acee.cl/576/channel.html> Op.cit

<sup>57</sup> Imatge 42: [http://diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=f25aaa0d-7117-4f8d-b7f1-1b499cb09a12&groupId=713456](http://diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=f25aaa0d-7117-4f8d-b7f1-1b499cb09a12&groupId=713456) Op. cit

de les canonades.

- Orientació: els col·lectors solars estan orientats cap al sud, per aprofitar la màxima radiació solar a l'hivern.
- Inclinació: la inclinació del col·lector ( $45^\circ$ ) és òptima per la captació solar.

Les variacions en l'orientació i en la inclinació respecte de l'òptim produeixen pèrdues (fan disminuir el seu rendiment). El mateix ocorre per la presència d'ombres sobre el col·lector. Existeixen límits màxims acceptables per a aquestes pèrdues i mètodes que permeten la seva avaluació.

Al annex adjunto un plànol amb més detalls, per la millor comprensió del sistema.



### 2.4. CÀLCULS

#### 2.4.1. COST COMPARATIU DE L'EXECUCIÓ "CÚPULA NÚBIA"

Per comparar si sortia més a compte els sostres plans característics de la arquitectura modernista o les cúpules núbies utilitzades a l'escola bressol "la Font del Rieral", s'ha realitzat un càlcul comparatiu del preu a partir de considerar un radi tipus de 3,3 metres i un punt o alçada de 1,75 metres de les cúpules, tot i que entre les cúpules del l'escola es donaven petites variacions dimensionals. En total sortia els següents preus:

<b>CÚPULES NÚBIES</b>	<b>PREU</b>
Cúpula de BTC	79,15 € / m <sup>2</sup>
Capa de compressió de formigó AMB fibres de polipropilè	41,96 € / m <sup>2</sup>
Aïllament de suro natural adherit de 8cm de gruix	17,14 € / m <sup>2</sup>
<b>TOTAL Cúpules</b>	<b>138,25 €</b>

\*58

<b>COBERTA PLANA</b>	<b>PREU</b>
<i>Estructura de bigues de fusta</i>	61,98 € / m <sup>2</sup>
<i>Doble encadellat de fusta de 22 AMB 3cm de plana de roca intermedis</i>	65,76 € / m <sup>2</sup>
<i>Capa de compressió de 5 cm de gruix amb malla i connectors a estructura de fusta</i>	12,49 € / m <sup>2</sup>
<i>Aïllament de suro natural no adherit de 8cm de gruix</i>	15,90 € / m <sup>2</sup>
<b>TOTAL COBERTA PLANA</b>	<b>156,13 €</b>

Analitzant les taules observem que en considerar la capa portant més l'aïllament la solució tècnica de coberta plana amb estructura de fusta és un 13% més cara que la solució de cúpules de BTC, demostrant que aquestes són perfectament competitives en preu.

Això seria més econòmic en el cas de fabricar in situ el bloc, ja que aquest moment el preu del Bioterre al nostre país és alt en comparació a la ceràmica, pel fet que es tracta d'una indústria nova i minoritària. Un Bioterre fabricat en planta costa aproximadament un euro, tot i que pot arribar a ser gairebé zero quan s'empren màquines manuals amb la terra de la pròpia obra.

<sup>58</sup> Preus proporcionats per la xarxa eco-arquitectura

## CONCLUSIONS DEL TREBALL

### 5.1 EXPLICACIÓ DELS RESULTATS OBTINGUTS

Amb el treball de recerca "Estudi d'un edifici bioclimàtic" s'ha pretès posar de manifest la gran capacitat ecològica de l'arquitectura bioclimàtica de la nostra zona, així com la facilitat d'adaptar els sistemes bioclimàtics i tècniques tradicionals del nostre voltant a un habitatge bioclimàtic.

Després d'haver analitzat i estudiat l'escola bressol de Santa Eulàlia "la Font del Rieral" he arribat a les següents conclusions:

L'execució d'un habitatge al Vallés Oriental és possible. Però és possible tant al nostre territori com a tot el món, tal i com hem vist a "l'evolució de l'habitatge bioclimàtic", però el més important de tot és afirmar que també és rentable construir un habitatge que sigui bioclimàtic i que integri sistemes tradicional com el mur tapià i les cúpules núbies i també sistemes del nostre territori com el trencadís. Per tant podem estar segurs que podem construir un habitatge a la nostra zona incloent sistemes tradicionals. D'aquesta manera corroborarem l'hipòtesis "La construcció d'un edifici bioclimàtic amb sistemes i materials de la zona és possible."

També he arribat a a la conclusió a través del "cost comparatiu de l'execució "cúpula núbia"" que realitzar un habitatge amb materials i sistemes bioclimàtics no comporta que aquest siguin molt més cars, si no tot al contrari són similars. Cal afegir que en el exemple de les cúpules l'altre opció encara era més cara. Per això l'elecció de materials i sistemes bioclimàtics en un habitatge és un punt clau, ja que el preu de compra és similar, però a mesura que va passant el temps gràcies a les seves propietats acústiques, tèrmiques... surt molt més econòmic aquests tipus de sistemes.

Cal afegir que al nostre territori és important que estudiem amb detall la construcció de la instal·lació de recull d'aigües pluvials, ja que el nostre clima no és molt habitual la presència de pluges, per tant no és recomanable la instal·lació d'aquesta. Si podem criticar en algun aspecte al disseny de l'escola bressol és en aquest aspecte, ja que la instal·lació de recull d'aigües pluvials no surt a compte econòmicament i a més comporta pèrdues ja que els diners gastats en la instal·lació mai els recuperarem, degut a la escassetat de pluges en el nostre territori.

Com a conclusió final podem extreure que: la construcció d'un habitatge bioclimàtic que s'adapti a la nostra regió és possible; mitjançant un bon estudi de les característiques del nostre voltant (relleu, clima...). A partir d'aquestes característiques podem decidir quins materials i sistemes podem integrar al nostre edifici, però agafant com a condició bàsica que aquests materials i sistemes siguin sobretot de la nostra zona per a una millor integració i a més que siguin tradicionals. Tenint en compte aquests aspecte puc corroborar les hipòtesis i afirmar que la construcció d'un habitatge bioclimàtic a la nostra zona es possible.

### 5.2 VALORACIÓ I OPINIÓ PERSONAL SOBRE EL TREBALL

En aquesta recerca, penso que el més important i l'aspecte més primordial l'he arribat a aconseguir i penso que aquest aspecte anirà amb mi tota la vida. Em refereixo a que gràcies a aquest treball he guanyat una sèrie de coneixements per al meu propi futur.

Fa uns mesos no tenia ni la menor idea que era possible construir una casa sense danyar al medi ambient, com també pensava que totes les cases es construïen amb els tradicionals maons i formigó armat. La meva ment no anava més enllà de les "tradicionals" cases que ens trobem al dia a dia. Penso que aquesta mentalitat estarà present a moltes persones.

Avui mentre escric una part primordial del meu treball, puc dir que em sento un veritable afortunat a l'haver après que hi ha una altra manera que respecta el medi ambient a través de la qual es pot construir un habitatge sense desapropiar el nostre entorn, és més a través d'ella utilitzem els materials que la natura ens proporciona per a la construcció del nostre habitatge sent respectuosos amb el medi ambient. Amb això vull dir que em sento molt afortunat d'haver realitzat aquest treball, i penso que m'ha servit realitzar-lo ja que posa les bases a què quan vulgui construir el meu propi habitatge tingui en compte que hi ha una manera de construir que respecta la naturalesa.

També vull esmentar la dificultat que m'ha suposat enfocar el treball en un àmbit concret, ja que l'arquitectura bioclimàtica és un camp extens.

Finalment vull dir que realitzar aquest treball ha estat molt satisfactori per a mi, tant per el meu interès sobre aquest tema com per la diversió que m'ha comportat l'estudi de cada un dels sistemes de l'edifici.

## AGRAÏMENTS

En el moment que em centro a escriure els agraïments, m'adono que tot aquest treball hagués estat molt pèssim si no arriba a participar tota una sèrie de persones que han facilitat les coses perquè aquest treball fossi possible. Per tant crec que és just i necessari esmentar en aquest petit espai.

He d'agrair de manera especial a la meua tutora Maite Díaz-González pel seu suport i confiança en el meu treball i sobretot el fet de donar forma i guiar les meves idees. També vull agrair-li el temps emprat en aquest treball i la seva gran implicació.

També vull gratificar a la Meritxell, professora de perruqueria a l'institut per aconsellar i informar-me del projecte de l'escola bressol "la Font del Rieral", i per posar-me en contacte amb el seu marit: David Pradas, (arquitecte tècnic de eco-arquitectura). A qui també agrair la seva tasca en el projecte per facilitar documents i dades.

També vull donar les gracies a la mare del alumne Sergio Martínez, per proporcionar-me els llibre mencionats anteriorment i per mostrar-me els murs de terra de la seva casa també construïts per eco-arquitectura, empresa constructora de l'escola bressol.

Finalment vull estendre un sincer agraïment a l'ajuntament de Santa Eulàlia de Ronçana per mostrar-se en tot moment a favor de deixar-me veure l'escola, encara que aquesta estès fora de servei i tancada. Especialment a en Toni per mostrar-me l'interior d'aquest edifici i aportar-me els seus coneixements.

## LLISTA DE REFERÈNCIES

### BIBLIOGRAFÍA

- Vale, Brenda i Robert. (1996). *La casa autosuficiente*. Madrid: Hermann Blume Ediciones.
- Bueno, Mariano. (1992). *El gran libro de la casa sana*. Barcelona: Martínez Roca, S.A.
- Pearson, David (1989). *El libro de la casa natural*. Barcelona: Ediciones Oasis.
- Ninyerola M, Pons X y Roure JM. (2005). *Atlas Climático Digital de la Península Ibérica. Metodología y aplicaciones en bioclimatología y geobotánica*. ISBN 932860-8-7. Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra.

#### Articles:

- Farràs Pérez, Lorena. (2010). *Redescubriendo el barro*. La Vanguardia. [Versió electrònica] Última consulta realitzada el dia 5/12/10

#### Documents:

Barbeta, Gabi. (2008). *Construcción de un edificio público con estructura de tierra*

### WEBGRAFÍA

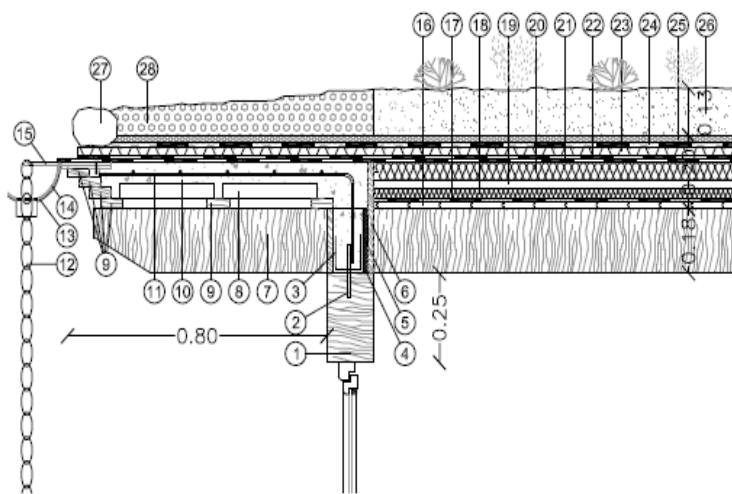
- Xarxa Gabi Barbeta (2012). ECOArquitectura: <http://www.ecoarquitectura.info/> (Última consulta realitzada el 8/12/10)
- Bloc BTC BIOTERRE: <http://www.bioterre.es/> (Última consulta realitzada el dia 8/12/10)
- La casa sostenible: <http://www.lacasasostenible.com/bioclimatismo.html> (Última consulta realitzada el dia 8/12/10)
- Miquel Escobar(membre de eco-arquitectura): <http://www.bioarkiteco.com/index.html>. Ultima consulta realitzada el 19/12/12
- "ACEE":<http://www.acee.cl/576/channel.html> (Data de l'última consulta: 9 de decembre de 2012)
- Sol-arq: <http://www.sol-arq.com> (Ultima consulta realitzada el: 25/12/2012)



- "Diputació de Barcelona":  
[http://diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=f25aaa0d-7117-4f8d-b7f1-1b499cb09a12&groupId=713456](http://diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=f25aaa0d-7117-4f8d-b7f1-1b499cb09a12&groupId=713456)  
(Data d'última consulta: 8 de decembre de 2012)
- Verdades y verdades": <http://verdadyverdades.blogspot.com.es/2011/04/villa-saboya-le-corbusier-arquitectura.html> (Data d'actualització: 5 d'agost de 2012)
- "Madercon": <http://www.madercon.net/arquitectura-construccion-bioclimatica>  
(Data d'actualització: 4 de gener de 2013)

## ANNEX: PLÀNOLS

### PLÀNOL DE LA COBERTA ENJARDINADA

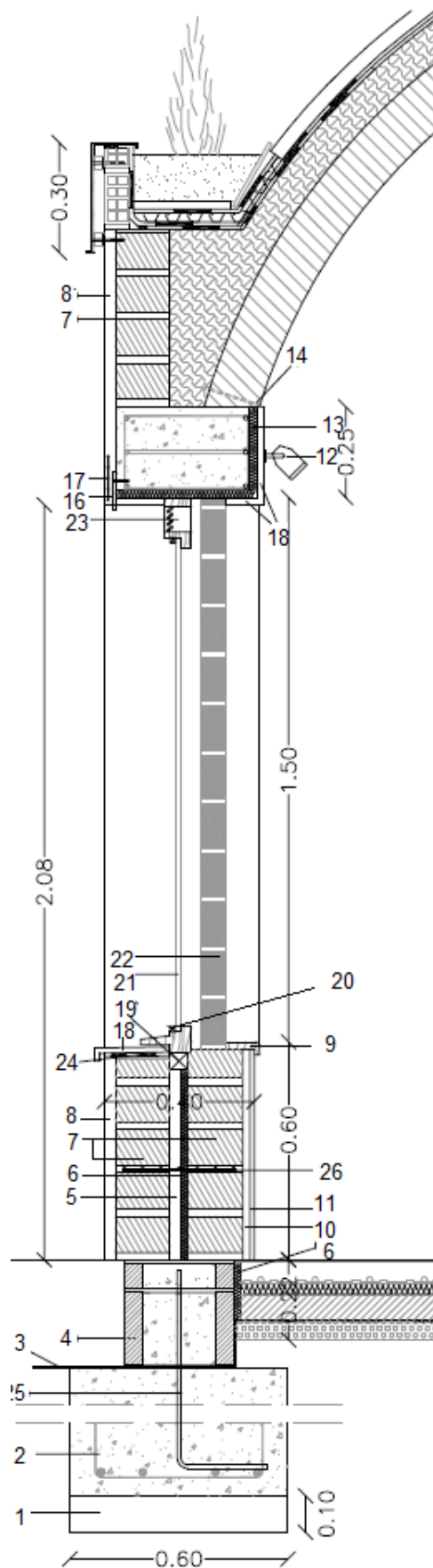


#### LLEGENDA:

##### COBERTA

- ① Biga de fusta laminada segons plànol d'estructura
- ② Conectors de biga amb xapa de compressió
- ③ Tyvek per assegurar l'estanqueïtat a l'hora de formigonar
- ④ Segellat amb silicona color fusta
- ⑤ Aïllament de suro natural (e=2cm)
- ⑥ Tapa de fusta vista a una cara
- ⑦ Biga de fusta segons plànol d'estructura
- ⑧ Rajol ceràmic de 30 cm
- ⑨ Llata de 3x7cm
- ⑩ Capa de compressió de formigó
- ⑪ Mallazo 15x15 Ø 8
- ⑫ Cadena
- ⑬ Abraçadera subjecció canaló anclada al formigó
- ⑭ Canaló de zinc de 200mm
- ⑮ Subjecció cadena anclada al formigó
- ⑯ Encadellat de fusta de 22mm
- ⑰ Barrera de vapor tipus Maycilt.
- ⑱ Lana de roca (e=3cm) de densitat 165Kg/m3
- ⑲ Tauler hidròfug de 22 mm
- ⑳ Aïllament de suro natural (e=5cm)
- ㉑ Làmina impermeable Texsalon tipus poliolefina col·locada sobre geotextil
- ㉒ Manta protectora de retenció d'aigües SSM 45 de polipropilè
- ㉓ Placa de drenatge i retenció d'aigües Floradrain 25 fabricat en polietilè reciclat
- ㉔ Geotextil de polipropilè endurit SF
- ㉕ Zincolit 20mm
- ㉖ Terra vegetal 8-13cm
- ㉗ Pedra de riu agafada amb ciment cola al Floradrain FD 25 (huevera)
- ㉘ Grava

PLÀNOL MUR TROMBE

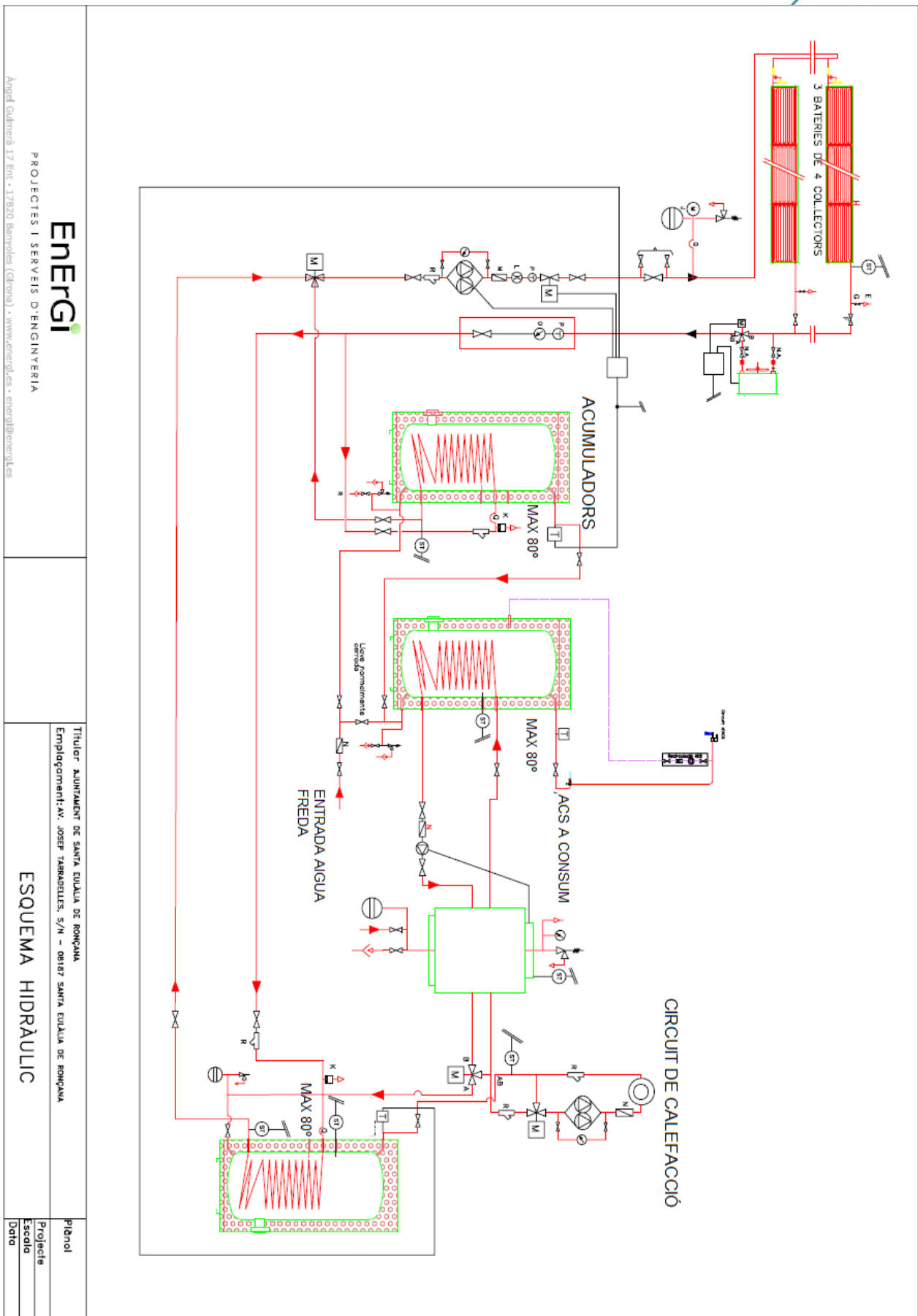


DETALL MUR TROMBE  
AULES E:1/10

LLEGENDA:

- ① Formigó de neteja
- ② Sabata correguda segons plànols d'estructura
- ③ Barrera de vapor tipus tyveck
- ④ Bloc de morter de 30cm. reomplert amb formigó
- ⑤ Cambra d'aire
- ⑥ Aïllament de suro natural (e=2cm)
- ⑦ Mur de càrrega de BTC (Bloc de terra comprímida) de 29x14,5x9,5cm
- ⑧ Revestiment exterior arrebossat amb morter de calç i lliscat
- ⑨ Peça de remat amb fusta massissa barnissada i amb cantell arrodonit utilitzada en els laterals i la part inferior de l'obertura
- ⑩ Rastrells de pi de flandes de 1,5x3cm
- ⑪ Panell contraxapat WISA Birch d'avet de 12mm amb junta amagada en el propi panell. Capa de protecció de lasur amb vernís natural de color.
- ⑫ Aplic de paret segons plànols d'instalacions
- ⑬ Revestiment interior amb morter de calç i lliscat
- ⑭ Cablejat de llum passat per la capa de compressió de la volta
- ⑮ Aïllament de suro natural de 2 cm. incluit abans de formigonar
- ⑯ Xapa d'acer galvanitzat anclada amb tacs químics per formació de goteró
- ⑰ Mallatext de polipropilè per reforç de revestiment exterior en formació de goteró
- ⑱ Sobreeixidor de ceràmica col·locat amb morter
- ⑲ Premarc de fusta
- ⑳ Ribet exterior
- ㉑ Vidre fixe laminat 3+3
- ㉒ Mur amb totxos de sal col·locats amb morter especial.
- ㉓ Reixa de ventilació amb mecanisme d'obertura integrada a la fusteria de fusta
- ㉔ Làmina impermeable sota escopidor
- ㉕ Espera Ø10mm
- ㉖ Armat de fàbrica amb claus galvanitzades murfor o equivalent (1ud/m<sup>2</sup>)

ESQUEMA HIDRÀULIC ACS



**ENERGI**

PROJECTES I SERVEIS D'ENGINYERIA

Aneel Guàrdia 17 Ent. - 17820 Banyoles (Girona) - www.energi.es - energiatbanyoles

Títol: AJUNTAMENT DE SANTA EULÀLIA DE RONÇANA  
Emplaçament: XV. JOSEP TARRADALLS, S/N - 08187 SANTA EULÀLIA DE RONÇANA

ESQUEMA HIDRÀULIC

Plànol

Projecte

Execució

Data