



EPS

Escola Politècnica
Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Arquitectura Tècnica. Pla 1998

Títol: CASA EFICIENT ENERGÈTICAMENT

Document: 1: PART TEÒRICA

Alumne: David Roca Cartañá

Director/Tutor: Joan Llorens Sulivera

Departament: Arquitectura i Enginyeria de la Construcció

Àrea: Construcció

Convocatòria (mes/any): Juliol/2008

P
A
R
T

T
E
Ò
R
I
C
A

Í
N
D
E
X

ÍNDEX**Document 1: PART TEÒRICA**

ANTECEDENTS	Pg.2
OBJECTE	Pg. 3
L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA I L'ARQUITECTURA	Pg. 4
0.- INTRODUCCIÓ A L'ARQUITECTURA BIOCLIMÀTICA	Pg. 5
0.1.- PRINCIPIS DE L'ARQUITECTURA BIOCLIMÀTICA	Pg. 7
0.1.1.- Aspectes energètics	Pg. 8
0.1.1.1.- Conservació de l'energia	Pg. 8
0.1.1.2.- Captació, acumulació i aprofitament de les energies naturals	Pg. 9
0.1.1.3.- Equips d'acondicionament	Pg. 10
0.1.1.4.- Altres equips i sistemes energètics d'alta eficiència	Pg. 12
0.1.1.5.- Sistemes de regulació i control integrats	Pg. 12
0.1.2.- Qualitat de l'ambient interior	Pg. 13
0.1.2.1.- Ambients interiors higrotèrmicament sans i confortables	Pg. 13
0.1.2.2.- Ambients interiors saludables en termes de radiacions elèctriques, electromagnètiques i de substàncies estranyes	Pg. 14
0.1.2.3.- Il·luminació natural	Pg. 14
0.1.3.- Contaminació i medi ambient	Pg. 15
0.1.3.1.- Edificis no nocius per el medi ambient	Pg. 15
0.1.3.2.- Edificis sostenibles en termes d'aigua	Pg. 15
1.- UBICACIÓ, ENTORN I SISTEMES BIOCLIMÀTICS	Pg. 17
1.1.- CRITERIS ENERGÈTICS I MEDIAMBIENTALS	Pg. 18
1.1.1.- Edifici i entorn	Pg. 18
1.1.2.- Tipologia edificatòria	Pg. 19
1.2.- CONCEPTES BIOCLIMÀTICS BÀSICS	Pg. 23
1.3.- TÈCNiques BIOCLIMÀTIQUES	Pg. 25
1.3.1.- Tècniques per calefacció	Pg. 26
1.3.1.1.- Sistemes de captació	Pg. 27
1.3.1.2.- Sistemes d'aïllament i inèrcia	Pg. 28
1.3.2.- Tècniques de ventilació i refrigeració	Pg. 28
1.3.3.- Tècniques d'il·luminació i control solar	Pg. 29
1.4.- MUR TROMBE	Pg. 31
1.4.1.- Funcionament	Pg. 31
1.4.2.- Elements bàsics d'un mur trombe	Pg. 32
1.5.- XEMENEIA SOLAR	Pg. 33
1.5.1.- Funcionament	Pg. 33
1.5.2.- Els elements bàsics d'una xemeneia solar	Pg. 33

2.- SISTEMES CONSTRUCTIUS	Pg. 34
2.1.- CRITERIS ENERGÈTICS I MEDIAMBIENTALS	Pg. 35
2.1.1.- Cimentació i estructura	Pg. 35
2.1.2.- Cobertes	Pg. 36
2.1.3.- Façanes	Pg. 37
2.2.- COBERTES	Pg. 39
2.2.1.- Classificació i Tipologies de cobertes	Pg. 39
2.2.1.1.- Cobertes inclinades	Pg. 39
2.2.1.2.- Cobertes planes	Pg. 41
2.2.2.- Coberta enjardinada	Pg. 43
2.2.2.1.- Tipologies de cobertes enjardinades	Pg. 43
2.2.2.2.- Funcionament del sistema	Pg. 47
2.2.2.3.- Avantatges i inconvenients	Pg. 48
2.3.- FAÇANES	Pg. 48
2.3.1.- Classificació i Tipologies de façanes	Pg. 48
2.3.1.1.- Façanes massisses	Pg. 49
2.3.1.2.- Façanes amb cambra no ventilada	Pg. 49
2.3.1.3.- Façanes amb cambra ventilada	Pg. 49
2.3.1.4.- Façanes especials	Pg. 49
2.4.- FAÇANA VENTILADA	Pg. 50
2.4.1.- Definició del sistema	Pg. 50
2.4.2.- Funcionament	Pg. 50
2.4.3.- Elements del sistema	Pg. 50
2.4.4.- Avantatges	Pg. 51
3.- AÏLLAMENT TÈRMIC	Pg. 53
3.1.- GENERALITATS DE L'AÏLLAMENT TÈRMIC	Pg. 54
3.1.1.- Per què aïllar	Pg. 54
3.1.2.- Control tèrmic de l'edifici	Pg. 54
3.1.3.- Funcionament de l'aïllament tèrmic	Pg. 55
3.1.3.1.- Prestacions tèrmiques d'un aïllament tèrmic	Pg. 55
3.1.3.2.- Incidència de l'aigua en el comportament tèrmic dels materials	Pg. 56
3.1.3.3.- L'aire com aïllament tèrmic	Pg. 56
3.1.4.- Gruix de l'aïllament tèrmic	Pg. 56
3.1.4.1.- Exigències del la normativa	Pg. 57
3.1.4.2.- L'espessor òptim	Pg. 57
3.2.- ELS MATERIALS AÏLLANTS TÈRMICS	Pg. 57
3.2.1.- Tipus d'aïllants tèrmics	Pg. 58
3.2.1.1.- Fibra de vidre	Pg. 58
3.2.1.2.- Espuma de poliuretà	Pg. 59
3.2.1.3.- Espuma de poliestirè expandit	Pg. 59
3.2.1.4.- Llana de roca	Pg. 60
3.2.1.5.- Poliestirè extruït	Pg. 60
3.2.1.6.- Vidre cel·lular	Pg. 61
3.2.1.7.- Suro conglomerat	Pg. 61

4.- SISTEMES DE CALEFACCIÓ I REFRIGERACIÓ	Pg. 63
4.1.- CRITERIS ENERGÈTICS I MEDIAMBIENTALS	Pg. 64
4.1.1.- Criteris generals	Pg. 64
4.1.2.- Sanejament	Pg. 65
4.1.3.- Aigua, aigua calenta sanitària i reg	Pg. 66
4.1.4.- Calefacció i refrigeració	Pg. 67
4.1.5.- Electricitat i il·luminació	Pg. 68
4.2.- SISTEMES DE CALEFACCIÓ	Pg. 69
4.2.1.- Classificació de les instal·lacions de calefacció	Pg. 69
4.2.1.1.- Tipus d'instal·lacions	Pg. 70
4.2.1.2.- Fonts energètiques utilitzades en calefacció	Pg. 70
4.2.1.3.- Equips de calefacció	Pg. 71
4.2.2.- Terra radiant	Pg. 73
4.2.2.1.- Funcionament del sistema	Pg. 73
4.2.2.2.- Avantatges i inconvenients	Pg. 73
4.3.- SISTEMES DE REFRIGERACIÓ	Pg. 74
4.3.1.- Classificació de les instal·lacions de refrigeració	Pg. 74
4.3.1.1.- Tipus d'instal·lacions	Pg. 74
4.3.1.2.- Equips refrigeradors	Pg. 75
4.4.- CALDERES	Pg. 76
4.4.1.- Classificació de les calderes	Pg. 77
5.- SISTEMES DE PRODUCCIÓ D'ENERGIA	Pg. 79
5.1.- LES FONTS D'ENERGIA	Pg. 81
5.1.1.- Classificació	Pg. 81
5.1.1.1.- Fonts d'energia primàries	Pg. 81
5.1.1.2.- Fonts d'energia secundàries	Pg. 81
5.1.1.3.- Fonts d'energia no renovables	Pg. 81
5.1.1.4.- Fonts d'energia renovables	Pg. 82
5.2.- FONTS D'ENERGIA RENOVABLES	Pg. 83
5.2.1.- Classificació	Pg. 83
5.2.1.1.- Contaminants	Pg. 83
5.2.1.2.- No contaminants	Pg. 84
5.2.2.- Avantatges i inconvenients	Pg. 85
5.3.- ENERGIA SOLAR TÈRMICA	Pg. 86
5.3.1.- Classificació	Pg. 86
5.3.2.- Tecnologia solar tèrmica	Pg. 87
5.3.2.1.- Tipus de captador o col·lectors solars	Pg. 87
5.3.2.2.- Funcionament dels col·lectors	Pg. 88
5.3.2.3.- Tipus de sistemes de producció	Pg. 89
5.3.3.- Producció d'aigua calenta sanitària	Pg. 90
5.3.3.1.- Funcionament de la instal·lació	Pg. 91
5.3.3.2.- Elements de la instal·lació	Pg. 92
5.3.4.- Calefacció solar	Pg. 93
5.3.4.1.- Funcionament de la instal·lació	Pg. 94
5.3.4.2.- Elements de la instal·lació	Pg. 94
5.3.5.- Avantatges i inconvenients	Pg. 94

5.4.- ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	Pg. 95
5.4.1.- Tecnologia solar fotovoltaica	Pg. 95
5.4.1.1.- Tipus de panells fotovoltaics	Pg. 96
5.4.1.2.- Funcionament dels panells fotovoltaics	Pg. 97
5.4.1.3.- Tipus de instal·lacions	Pg. 98
5.4.1.4.- Elements de la instal·lació	Pg.100
5.4.2.- Avantatges i inconvenients	Pg.101
5.5.- ENERGIA EÒLICA	Pg.102
5.5.1.- Tecnologia eòlica	Pg.102
5.5.1.1. - Tipus aerogeneradors	Pg.103
5.5.1.2.- Funcionament dels aerogeneradors	Pg.104
5.5.1.3.- Tipus de instal·lacions	Pg.105
5.5.1.4.- Elements de la instal·lació	Pg.105
5.5.2.- Avantatges i inconvenients	Pg.107
5.6.- ENERGIA GEOTÈRMICA	Pg.107
5.6.1.- Tipus de fonts geotèrmiques	Pg.108
5.6.2.- Tecnologia energia geotèrmica	Pg.109
5.6.2.1.-Funcionament del sistema	Pg.109
5.6.2.2.- Sistemes de captació	Pg.111
5.6.2.3.- Elements de la instal·lació	Pg.112
5.6.3.- Avantatges i inconvenients	Pg.113
5.7.- TRACTAMENT I RECOLLIDA DE LES AIGÜES	Pg.114
5.7.1.- Reciclatge d'aigües grises	Pg.114
5.7.1.1.- Funcionament del sistema de reciclatge	Pg.114
5.7.2.- Tractament d'aigües residuals	Pg.115
5.7.2.1.-Funcionament del sistema de tractament	Pg.115
5.7.3.- Aprofitament d'aigües pluvials	Pg.115
6.- MATERIALS	Pg.117
6.1.- CRITERIS ENERGÈTICS I MEDIAMBIENTALS	Pg.118
6.2.- IMPACTE DELS MATERIALS DE CONSTRUCCIÓ SOBRE EL MEDI AMBIENT	Pg.119
6.3.- PREFERÈNCIA MEDIAMBIENTAL DELS MATERIALS DE CONSTRUCCIÓ	Pg.120
6.3.1.- Cimentació i estructura	Pg.121
6.3.1.1.- Primer forjat en contacte amb el terreny	Pg.121
6.3.1.2.- Aïllament del primer forjat	Pg.121
6.3.2.- Cobertes	Pg.122
6.3.2.1.- Aïllament de cobertes	Pg.122
6.3.2.2.- Impermeabilització de cobertes	Pg.122
6.3.2.3.- Recobriments exterior en coberta plana	Pg.123
6.3.3.- Tancaments exteriors	Pg.124
6.3.3.1.- Mur de tancament exterior	Pg.124
6.3.3.2.- Revestiment exterior	Pg.124
6.3.3.3.- Aïllament de parets exterior	Pg.125
6.3.4.- Fusteria exterior	Pg.126
6.3.4.1.- Finestres, portes, persianes, etc	Pg.126
6.3.4.2.- Acristallaments de fusteria exterior	Pg.126
6.3.5.- Paviments	Pg.127

6.3.5.1.- Paviments exteriors	Pg.127
6.3.5.2.- Paviments interiors	Pg.128

Document 2: CAS PRÀCTIC

1.- DESCRIPCIÓ GENERAL DE L'EDIFICI	Pg. 130
1.1.- UBICACIÓ I ENTORN	Pg. 130
2.- EDIFICI AMB SISTEMES TRADICIONALS	Pg. 133
2.1.- SISTEMES CONSTRUCTIUS ENVOLVENT EXTERIOR	Pg.133
2.1.1.- Façanes	Pg.133
2.1.2.- Coberta	Pg.133
2.1.3.- Forjat sanitari i paviment	Pg.133
2.1.4.- Compliment del DB-HE Estalvi d'energia	Pg.134
2.1.5.- Compliment del DB-HS1 Protecció contra la humitat	Pg.147
2.1.5.1.- Façanes	Pg.147
2.1.5.2.- Coberta	Pg.149
2.1.5.3.- Forjat sanitari	Pg.151
2.2.- SISTEMES BIOCLIMÀTICS UTILITZATS	Pg.152
2.3.- AÏLLAMENT TÈRMIC	Pg.152
2.4.- SISTEMES DE CALEFACCIÓ I REFRIGERACIÓ UTILITZATS	Pg.152
2.4.1.- Calefacció	Pg.152
2.4.2.- Refrigeració	Pg.152
2.4.3.- Caldera	Pg.152
2.5.- SISTEMES DE PRODUCCIÓ D'ENERGIA	Pg.153
3.- EDIFICI EFICIENT	Pg. 155
3.1.- SISTEMES CONSTRUCTIUS ENVOLVENT EXTERIOR	Pg.155
3.1.1.- Façanes	Pg.155
3.1.2.- Coberta	Pg.156
3.1.3.- Forjat sanitari i paviment	Pg.156
3.1.4.- Compliment del DB-HE Estalvi d'energia	Pg.156
3.1.5.- Compliment del DB-HS1 Protecció contra la humitat	Pg.157
3.1.5.1.- Façanes	Pg.157
3.1.5.2.- Coberta	Pg.158
3.1.5.3.- Forjat sanitari	Pg.158
3.2.- SISTEMES BIOCLIMÀTICS UTILITZATS	Pg.158
3.2.1.- Tècniques de calefacció	Pg.158
3.2.2.- Tècniques de ventilació i refrigeració	Pg.158
3.2.3.- Tècniques d'il·luminació i control solar	Pg.159
3.3.- AÏLLAMENT TÈRMIC	Pg.159
3.4.- SISTEMES DE CALEFACCIÓ I REFRIGERACIÓ UTILITZATS	Pg.159
3.4.1.- Calefacció	Pg.159
3.4.2.- Refrigeració	Pg.159
3.4.3.- Caldera	Pg.159

3.5.- SISTEMES DE PRODUCCIÓ D'ENERGIA	Pg.160
4.- COMPARATIU ECONÒMIC	Pg. 161
4.1.- COMPARATIU ECONÒMIC DE LA CONSTRUCCIÓ	Pg.163
4.1.1.- Hipòtesis 1	Pg.164
4.1.2.- Hipòtesis 2	Pg.165
4.1.3.- Hipòtesis 3	Pg.166
4.1.4.- Hipòtesis 4	Pg.167
4.1.5.- Gràfic comparatiu	Pg.168
4.2.- COMPARATIU ECONÒMIC DE LA PRODUCCIÓ D'ACS AMB ENERGIA SOLAR	Pg.169
4.2.1.- Hipòtesis 1	Pg.170
4.2.2.- Hipòtesis 2	Pg.171
4.2.3.- Hipòtesis 3	Pg.172
4.2.4.- Gràfic comparatiu	Pg.173
4.3.- COMPARATIU ECONÒMIC DEL TERRA RADIANT AMB ENERGIA SOLAR	Pg.174
4.3.1.- Hipòtesis 1	Pg.175
4.3.2.- Hipòtesis 2	Pg.176
4.3.3.- Hipòtesis 3	Pg.177
4.3.4.- Gràfic comparatiu	Pg.178
4.4.- COMPARATIU ECONÒMIC DE L'ENERGIA FOTOVOLTAICA	Pg.179
4.4.1.- Hipòtesis 1	Pg.180
4.4.2.- Hipòtesis 2	Pg.181
4.4.3.- Hipòtesis 3	Pg.182
4.4.4.- Hipòtesis 2	Pg.183
4.4.5.- Hipòtesis 3	Pg.184
4.4.6.- Gràfic comparatiu	Pg.185
4.5.- COMPARATIU ECONÒMIC DE LA GEOTÈRMIA	Pg.186
4.5.1.- Hipòtesis 1	Pg.187
4.6.- ESTUDI ECONÒMIC i MEDIAMBIENTAL	Pg.188
4.6.1.- Casa totalment eficient	Pg.189
4.6.2.- Casa totalment eficient	Pg.193
5.- CONCLUSIONS I AGRAÏMENTS	Pg. 198

Document 3: DOCUMENTACIÓ GRÀFICA**Document 4: ANNEXES I BIBLIOGRÀFIA**

Annex A: Justificació preus i informació mediambiental aïllaments tèrmics
Annex B: Justificació de càlculs de les instal·lacions
Annex C: Justificació càlcul de la demanda energètica
Annex D: Certificació energètica dels edificis
Annex E: Estudi aïllament tèrmic CTE-PLUS
Annex F: Pressupostos
Annex G: Bibliografia

P
A
R
T

T
E
Ò
R
I
C
A

ANTECEDENTS I
OBJECTE

ANTECEDENTS:

La eficiència energètica en l'edificació és des de fa anys objectiu de nombroses iniciatives, que inclouen tot el cicle de vida de l'edifici. En aquest s'inclou no sols el seu període de utilització, sinó també el procés d'obtenció de les matèries primes, de manufactura dels seus productes principals, així com el final del cicle dels materials, al morir l'edifici. El tancament d'aquest cercle, amb la reintroducció dels materials de demolició en l'activitat industrial per la via del reciclat o la valoració dels residus, permet una major eficiència energètica global, al recuperar el seu contingut energètic.

Avui en dia, aquesta preocupació energètica s'ha estès a altres criteris ambientals importants per al sector de l'edificació. La generació de residus, les emissions contaminants associades al ús de l'energia, l'esgotament de la capa d'ozó, la selecció e materials amb criteris de baix impacte ambiental, la "deconstrucció" , el ús abusiu dels recursos escassos o no renovables de la naturalesa, com l'aigua, el sòl, la fusta de origen no controlat, són bons exemples d'aquests criteris. S'hauria de senyalar també una altra sèrie de efectes dels edificis, més indirectes, però importants com són la contaminació estètica i acústica o la creació de necessitats de transport.

Els conceptes presentats aquí no són, en la seva majoria, innovacions o resultats inexistents fins ara. No es tracta de un projecte dirigit a fer avançar una mica més el estat de l'art dels coneixements sobre sostenibilitat i edificació. Es tracta, pel contrari, de recollir de una forma sistemàtica i ordenada els criteris més importants i aplicar-los sobre una vivenda unifamiliar com exemple.

OBJECTE:

El present projecte té com objecte realitzar una casa que sigui eficient energèticament a partir d'una casa ja construïda, modificant així tot el que sigui necessari d'aquesta per poder aconseguir una millora del comportament bioclimàtic de la casa i una major independència dels subministraments de la xarxa pública (electricitat i gas). El projecte es pot dividir en tres fases ben diferenciades.

- Una **primera fase**, consistent en realitzar una recerca dels sistemes constructius que fan que una casa funcioni millor i sigui més eficient a nivell energètic (façana ventilada, forjat sanitari, coberta enjardinada, etc), i també dels sistemes o mètodes de producció d'energia més ecològics (energia solar, geotèrmia, energia eòlica, etc), que facin la casa més autònoma en quan a les energies i subministraments de la xarxa pública de distribució (electricitat i gas).
- La **segona fase**, consistiria en que una vegada triats els sistemes constructius i de producció d'energia que es creguin més convenients en base a la informació obtinguda en la recerca inicial, aquests, s'aplicaran sobre una casa unifamiliar amb sistemes constructius i de producció d'energia tradicional (façana amb obra vista, calefacció amb caldera a gas i radiadors, etc) elegida a l'atzar. D'aquesta casa es podrà canviar el que sigui necessari per implantar els sistemes triats, però respectant les dimensions i estructura fonamental de la casa.
- La **tercera i última fase**, consistiria en fer un comparatiu econòmic entre el cost de construcció de la casa amb sistemes tradicionals i de la casa eficient. Després és farà una estimació de l'estalvi energètic d'una i de l'altra casa, i amb tot això es valorarà si són amortitzables les despeses que s'han realitzat per aconseguir aquests estalvis energètics.

P
A
R
T

T
E
Ò
R
I
C
A

**0.- L'eficiència energètica
i introducció a
l'arquitectura bioclimàtica**

L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA I L'ARQUITECTURA

Edifici energèticament eficient

L'edifici energèticament eficient és aquell que minimitza l'ús de les energies convencionals (en particular l'energia no renovable), a fi d'estalviar i fer un ús racional de l'energia.

L'eficiència energètica sorgeix del quocient entre energia útil o utilitzada per un sistema i l'energia total utilitzada. També se'l denomina rendiment energètic.

$$\eta = \frac{E_{util}}{E_{total}}$$

Per aconseguir que una casa funcioni de forma eficient energèticament, primer de tot s'han de considerar uns criteris generals energètics i mediambientals, aquests criteris són una sèrie de principis bàsics de bona construcció que sorgeixen en la anomenada arquitectura bioclimàtica.

Per entendre millor de que tracta l'arquitectura bioclimàtica, quins són els seus principis i els punts bàsics des de els quals desenvolupa tot el seguit de sistemes constructius, que fan que una casa funcioni millor a nivell climàtic i energètic, es farà tot seguit una introducció a l'arquitectura i als seus principis bàsics.

0.- INTRODUCCIÓ A L'ARQUITECTURA BIOCLIMÀTICA

- ***Què és l'arquitectura bioclimàtica?***

És aquella arquitectura que té en compte el clima i les condicions de l'entorn per ajudar a aconseguir el confort tèrmic interior. Juga exclusivament amb el disseny i els elements arquitectònics, sense utilitzar sistemes mecànics, que són considerats més bé sistemes de suport.

Definició de casa bioclimàtica:

Entenem per una casa bioclimàtica una manera de projectar, construir i rehabilitar vivendes. L'arquitectura bioclimàtica és una arquitectura saludable i adequada a l'entorn i al clima.

Bio- és vida: cap a les persones que habiten en el seu interior (protegeix de la salut) i respecta el medi ambient (no contaminant).

Climàtica- és que s'adapta a les condicions ambientals de cada lloc, respecta els recursos naturals i s'aprofita d'ells.



L'arquitectura bioclimàtica busca el confort de les persones, aprofitant les condicions de l'entorn.

- **És això nou?**

No. Es pot dir que la gran part de l'arquitectura tradicional funciona segons els principis bioclimàtics, en el temps en que les possibilitats de climatització artificial eren escasses i costoses.

- **Funciona?**

Les tècniques funcionen: no has sentit mai el frescor d'una casa de poble al migdia en un dia d'agost? Ha comprovat com el sol que entra per una vidriera evita l'ús de calefacció al hivern? Això funciona, i podem estalviar un important percentatge en els costos de climatització.

- **Quines avantatges té?**

Hi ha varies raons per recuperar l'arquitectura bioclimàtica, recuperant velles tècniques i adoptant noves:

- Actualment, l'energia és escassa i la seva producció comporta molts problemes. Per exemple, l'electricitat, aquesta energia que aparentment és una energia neta, és bruta en el seu origen: un gran percentatge es produeix cremant combustibles (petroli, carbó, gas), amb la consegüent alliberació de gasos a l'atmosfera, com el diòxid de carbono, que provoquen el temut i molt parlat efecte hivernacle que està reescalfant el planeta, o els òxids de nitrogen, que produeixen la pluja àcida, que està acabant amb els boscos; i un altre percentatge es produeix en les centrals nuclears, amb el conegut problema dels residus radioactius. Una construcció bioclimàtica redueix el consum d'energia consumida i, per lo tant, col·labora de forma important en la reducció dels problemes ecològics.



- Per estalviar diners en la factura de l'electricitat, gas i aigua.

- Per aconseguir una major harmonia amb la naturalesa. Podem passar de la casa "búnker" que no té en compte el seu entorn i utilitza potents aparells de climatització per resoldre el problema, a la casa que s'integra i utilitza l'entorn i el clima per resoldre les seves necessitats.

- **Per què l'arquitectura bioclimàtica no està més estesa?**

El concepte de benestar ha anat evolucionant d'una manera curiosa. Al igual que la roba d'abric representa molt més que la simple necessitat d'abrigar-se (i de tal manera, s'evoluciona cap al concepte moda), la vivenda representa més que la necessitat de tindre un lloc confortable on desenvolupar part de la nostra vida, i pot representar, per exemple, un símbol d'estatus social. Com tal símbol s'ha d'adaptar a certs canons establerts que representen aquest estatus. L'estalvi energètic i l'aprofitament del sol com recurs pot no respondre adequadament al model d'estatus, i si en canvi disposar d'un costós sistema de climatització que pugui mantenir totes les habitacions de la casa per damunt de la temperatura adequada al hivern i per sota a l'estiu.

A pesar de les esporàdiques campanyes de conscienciació, la publicitat s'esforça tots els dies en associar l'estalvi amb incomoditat i baix nivell de vida, i el consum i malbaratament amb el bon viure i el prestigi. I ho aconsegueixen: molts tenen la idea de que estalvi és sinònim de privació. La realitat és, no obstant això, que en la societat de consum, aquest deu ser incentivat per que l'engranatge segueixi funcionant. No és possible que les companyies de subministra energètic estiguin interessades en noves tecnologies d'estalvi energètic, ni els fabricants de sistemes de climatització en sistemes alternatius que desbanquin la seva tecnologia. Els arquitectes i constructors tampoc es preocupen si, fins ara, el negoci va bé, i el consumidor, que no té informació al respecte, no pot demandar productes alternatius que no coneix.

Són els governs, conscients del problema del malbaratament energètic, els primers que impulsen la investigació i generen nova normativa en aquest sentit. Per exemple alguna cosa tan senzilla com aïllar bé per guardar el calor, s'ha convertit en objecte de normativa cada vegada que pren més importància.

0.1.- PRINCIPIS DE L'ARQUITECTURA BIOCLIMÀTICA

Aquests principis es pot dir que són una sèrie de bones pràctiques i de bona arquitectura. Aquestes bones pràctiques com a objectiu tenen la qualitat de l'ambient interior i la reducció dels efectes negatius sobre l'entorn:

- Qualitat de l'ambient interior: condicions adequades de temperatura, humitat, moviment i qualitat de l'aire, etc.
- Els efectes dels edificis sobre l'entorn: seran funció de les substàncies que es desprenguin, de l'impacte que produeixi l'assentament i dels consums que afecten al desenvolupament sostenible.
 - Substàncies despreses: sòlides (residus sòlids urbans), líquids (aigües brutes) i gasoses (gases de combustió vinculats fonamentalment al condicionament).
 - Impacte de l'assentament: Excés de població, vies d'accés, aparcaments, destrucció vegetal, etc.
 - Desenvolupament sostenible: consum d'aigua o d'altres matèries primes per damunt de la seva capacitat de renovació

Aquests aspectes anteriors es poden agrupar, per la importància dels seus efectes, en tres grans grups::

- **Aspectes energètics** (vinculats als consums de matèries primes i a la contaminació gasosa CO₂)
- **Qualitat de l'ambient interior.**
- **Contaminació i medi ambient** (vinculats a les substàncies despreses, l'impacte de l'assentament i al desenvolupament sostenible).

D'aquests tres grans grups anteriors, en aquests apartats es farà una petita introducció a tots tres, però quan entrem en matèria pròpiament dita d'aquest projecte, ens centrarem a aprofundir bàsicament en el primer, Aspectes energètics, ja que el que es tracta de fer és una casa que funcioni eficientment a nivell energètic. No obstant no es desestimaran per complet els altres.

0.1.1.- Aspectes energètics

La visió del consum de l'energia en els edificis té varies vessants. La seva reducció representa un menor cost econòmic pels usuaris, una menor dependència de fonts limitades, i una reducció de la contaminació de la contaminació vinculada a la seva producció.

0.1.1.1.- Conservació de l'energia

Una bona generació o captació de energia es pot desaprofitar per complet si l'edifici no té una alta capacitat de conservació de l'energia. A major conservació menor necessitat.

- **Aïllament tèrmic en els tancaments:**

Un tancament aïllat redueix a una quarta part les transferències de calor que es produeixen a través d'aquest. L'aïllament, encara que s'ha convertit en una pràctica habitual en els nostres edificis, i s'han millorat els gruixos amb l'entrada del CTE, ha d'avançar en una millor selecció dels materials, els seus espessors i, fonamentalment, la seva col·locació. En l'actualitat existeixen materials aïllants diversos, uns de més ecològics que altres. No ha de quedar cap element no aïllat.

- **Eliminació de ponts tèrmics.**

Quasi un 20% de l'energia que perd un edifici se'n va a través dels ponts tèrmics. Resulta imprescindible, per tant, posar en pràctica mesures constructives encaminades a la seva eliminació o reduir els seus efectes, com ara:

- Aïllaments pel exterior.
- Fusteries compactes

- **Eliminació del risc de condensacions.**

Les condensacions representen una pèrdua evident de la capacitat aïllant dels materials sobre els quals es produeix, que generalment són els materials aïllants; per això és recomanable, per eliminar el risc de condensacions utilitzar materials aïllants equilibrats, col·locar-los a prop de la cara freda o complementar-los amb una barrera de vapor.

- Aïllament per exterior.
- Aïllants tèrmics amb barrera de vapor.
- Aïllants tèrmics equilibrats higròtèrmicament.

- **Ventilació higiènica controlada permanent.**

En la actualitat més del 50% dels intercanvis d'energia entre un edifici i el seu entorn es produeixen per renovació d'aire. Amb les millores de l'aïllament, aquest percentatge s'incrementarà. Però donat que la renovació d'aire és imprescindible per mantenir unes condicions de l'ambient interior adequades, s'ha de procedir a una ventilació higiènica controlada, on els intercanvis corresponguin exactament a les necessitats.

- Sistemes de ventilació natural controlada a través del tiro natural en els quartos humits.
- Sistemes de ventilació regulables.

- Vidres i fusteries.

En els tancaments, els forats vidriats representen els elements tèrmicament més dèbils. Els vidres aïllants són actualment utilitzats de forma generalitzada, i dintre d'aquesta categoria també es poden utilitzar els de baixes emissions, si les condicions són les adequades, o per situació d'alta radiació, combinant llunes convencionals amb llunes reflectants o colorades. Les fusteries poden convertir-se en els ponts tèrmics de les finestres si no es cuiden elegint aquelles suficientment aïllants: PVC, alumini amb ruptura de pont tèrmic, fusta. Igualment, la hermeticitat de la fusteria evitarà descontrolar el possible sistema de ventilació controlada; per això, deu haver una cura especial en la seva selecció.

- Vidres aïllants i baix emissius.
- Vidres colorats o reflectants.
- Fusteries aïllants.
- Fusteries d'alta hermeticitat.

0.1.1.2.- Captació, acumulació i aprofitament de les energies naturals

Els sistemes passius i actius d'aprofitament de les energies renovables es basen en tres principis: la captació de l'energia (calor o fred), la seva acumulació i el seu correcte aprofitament gràcies a una adequada distribució. L'edifici en si mateix, o els dispositius mecànics que si afegeixen han de complir les següents funcions:

- Acumulació de l'energia.

Les energies naturals utilitzades en els sistemes bioclimàtics són clarament cíclics, generant altes puntes d'energia en moments puntuals i la seva absència total en altres. El recurs bàsic per reduir el cop d'energia i permetre gaudir durant un període prolongat de temps és acumulant-la segons es captada. Un edifici amb dispositius bioclimàtics de captació d'energia, sense cap sistema d'acumulació, té un funcionament intern pitjor que un altre edifici convencional sense cap tipus de captació. En els sistemes bioclimàtics l'acumulació ha de fer-se fonamentalment en els elements estructurals i constructius de l'edifici, optimitzant d'aquest mode la seva utilització.

- Aïllament tèrmic pel exterior.
- Utilització de materials amb difusivitats tèrmiques altes (alta velocitat d'escalfament, alta capacitat d'acumulació).

- Orientació.

L'orientació dels dispositius de captació i de l'edifici en general està vinculada a l'energia que es pretén captar. Si es tracta de radiació durant el hivern i per evitar efectes perjudicials a l'estiu, s'haurà d'orientar cap al sud. Si la captació és de vent, els dispositius més eficaços són els orientats a vents dominants, però dona que també es possible un adequat funcionament amb altres orientacions, en una combinació de radiació i ventilació ha de predominar l'orientació sud.

- Forats vidriats a sud.
- Façanes principals de l'edifici al sud.

- Cobertes.

Una coberta plana rep el 100% de les hores de sol de un dia. A l'estiu, a més a més, els raigs que incideixen sobre ella en els moments de màxima irradiació ho fan

d'una forma molt perpendicular. Les cobertes ventilades o enjardinades del tipus ecològica (d'escàs espessor, amb espècies autòctones, sense manteniment i amb un consum d'aigua mínim) eliminen els efectes de sobreescalfament sobre la coberta, per lo que, en climes calorosos i amb alta radiació solar, es convenient afegir a l'aïllament de la coberta algun d'aquest sistemes:

- Ventilades.
- Ecològiques.
- Ventilació natural.

L'estratègia fonamental en condicions de estiu és la ventilació. Per això, l'estructura de l'edifici ha de facilitar la ventilació natural. Els elements bàsics serien les finestres oposades per permetre la ventilació creuada. Si es desitgen sistemes més eficaços, per la seva capacitat o pel seu control, es poden utilitzar xemeneies solars o altres sistemes que funcionin amb l'escalfament solar o amb el vent.

- Estructura interior que faciliti la ventilació creuada.
- Locals grans en cantonada.
- Xemeneies solars de ventilació.
- Dispositius de reescalfament.
- Dispositius passius específics de captació solar.

Al marge dels sistemes de captació directa (finestres i finestrals), els sistemes de captació d'energia es poden optimitzar utilitzant dispositius específics més eficaços, com galeries vidriades, en les que la distribució de l'aire es fa creant un òptim llaç convectiu. El més conegut seria el mut trombe, però la integració és major si s'utilitzen galeries o terrasses, en els que, gràcies al vidre, es produeix efecte hivernacle.

- Galeries amb llaç convectiu.
- Falsos hivernacles.
- Dispositius actius específics de captació solar.

Como complement energètic als dispositius passius, els sistemes actius de captació d'energia poden aportar una quantitat i un tipus d'energia que no es podria obtenir en altres circumstàncies. Si es tracta d'obtenir aigua calenta per la calefacció o per aigua domèstica, s'haurien de utilitzar col·lectors plans. Si es desitja directament electricitat s'haurien de utilitzar panells fotovoltaics o petits aerogeneradors. Donat que aquest últims dispositius s'encareixen per la necessitat de les bateries d'acumulació, resulten més rentables les instal·lacions connectades a la xarxa.

- Col·lectores plans d'aigua calenta.
- Panells fotovoltaics.
- Aerogeneradors domèstics.

0.1.1.3.- Equips d'acondicionament

Un dels punts més significatius de consum d'energia en l'edifici és el sistema d'acondicionament. Ja es tracti de calefacció o de refrigeració, el consum sol ser molt elevat en qualsevol circumstància. Per això, la utilització d'equips de generació de calor o fred amb alt rendiment, dintre de instal·lacions adequades i dimensionades correctament, estalviarà molta energia.

- Càlcul de càrregues.

Per un disseny correcte dels sistema és fonamental procedir a un precís i correcte càlcul de les càrregues tèrmiques. Si la instal·lació està subdimensionada no complirà amb la seva funció acondicionadora, però si està sobredimensionada s'incrementarà notablement les despeses de instal·lació i d'explotació energètica, ja que en qualsevol equip al treballar a potència parcial s'empitjora el seu rendiment. Els mètodes de càlcul de càrregues més precisos es basen en les simulacions energètiques. La utilització de simuladors permetrà obtenir una estimació de càrregues molt precisa i interactuar amb el disseny de l'edifici i de la instal·lació.

- Mètodes de simulació

- Elecció del sistema.

Prèviament a procedir a l'elecció del sistema és necessari analitzar la ubicació i el funcionament de l'edifici. Això permetrà descartar els sistemes menys adequats (bombes de calor en climes extremadament freds) o seleccionar altres adequats

- Anàlisis de la ubicació de l'edifici.
 - Anàlisis de l'ús de l'edifici.
 - Anàlisis del funcionament de l'edifici.
 - Anàlisis de les necessitades de l'edifici.

- Fonts energètiques adequades.

L'energia elèctrica, a pesar de la comoditat d'ús, s'ha de descartar per complet per la calefacció, ja que es seu baix rendiment total, sols la fa apta pel seu ús en els motors que precisen les refredadores o climatitzadors. L'altra aplicació alternativa de l'electricitat està en els generadors de calor per efectes termodinàmics, com les bombes de calor. Els sòlids, concretament els carbons, s'han de descartar igualment per l'alta contaminació que generen. Són en general substàncies que no cremen completament, produint volàtils contaminants, i que produeixen gran quantitat de sulfats, el que termina per convertir-se en pluja àcida. Els líquids estan reduïts al gasoil de calefacció, que és menys contaminant, per lo que es converteix en més adequat, encara que té el problema de emmagatzematge. Finalment els gasosos, dels que el més habitual és el gas natural. És en part menys contaminant que el gasoil però també més productor de òxids de nitrogen. Resulta més còmode, al estar canalitzat.

- L'electricitat per les refredadores i climatitzadors.
 - L'electricitat en les bombes de calor.
 - El gasoil.
 - El gas natural.

- Equips de calefacció.

Els equips més habituals per la calefacció són les calderes. De entre aquestes les òptimes són les de baixa temperatura i les de condensació. Les primeres, perquè en elles les pèrdues són menors al treballar en un rang inferior al de les convencionals. Les segones perquè aprofiten part de l'energia que es perd amb els fums i amb el vapor de aigua de la combustió. Poden tindre un rendiment que superi el 100% del poder calorífic del combustible. Les bombes de calor, s les temperatures de l'ambient exterior no són molt baixes, permeten obtenir rendiments (COP) de més de 4, el que vol dir que produeixen 4 kWh tèrmics consumint 1 kWh elèctric. Això les converteix en el aparell de calefacció més interessant, amb les despeses de explotació energètica

més baixos, encara que amb importants despeses d'implantació. Els sistemes de recuperació de calor residual que es perd en l'edifici, si la quantitat d'energia és important, són rentables.

- Calderes de baixa temperatura.
- Calderes de condensació.
- Bombes de calor.
- Recuperadors de calor.

- Equips de refrigeració.

Resulta molt difícil utilitzar energies renovables en la refrigeració, ja que la majoria d'energies renovables utilitzen el Sol com a font d'energia, i aquesta és una font que ens proporciona calor, la geotèrmia també és una energia renovable ens proporciona calor. Els aparells que refrigeren en la seva majoria funcionen amb electricitat per tant una opció vàlida seria la utilització d'energia fotovoltaica per exemple encara que poc rendible.

0.1.1.4.- Altres equips i sistemes energètics d'alta eficiència

Una part de l'energia que consumeix l'edifici es perd per la ineficiència dels sistemes de generació, consum o distribució de la mateixa.

- Enllumenat

La millora de lluminàries pot estalviar molta energia, si s'utilitzen lluminàries de baix consum o lluminàries d'alta eficiència. Un correcte projecte d'enllumenat donarà lloc a la millora definitiva.

- Luminàries de baix consum.
- Luminàries d'alta eficiència.

- Electrodomèstics

La millora dels electrodomèstics pot estalviar molta energia. En l'actualitat el electrodomèstic més consumidor és el frigorífic; els d'alt aïllament poden reduir les pèrdues en els moments en els que es trobi tancat. Els rentaplats, les rentadores i les assecadores tenen la seva major despesa en el ús indiscriminat, independentment de la càrrega, i en la utilització d'energia elèctrica. Els actuals aparells de gas (aigua calenta amb gas) optimitzen l'ús de l'energia. Entre les cuines elèctriques, les vitroceràmiques de inducció utilitzen energia únicament quan es tanca un circuit entre a cuina i l'olla o paella, d'aquest mode l'ús de l'energia està igualment optimitzada.

- Frigorífics d'alt aïllament.
- Rentaplats, rentadora i assecadores amb detecció de càrrega.
- Rentaplats de baix consum energètic (amb aigua calenta a gas)
- Rentadores de baix consum.
- Cuines vitroceràmiques d'inducció.

0.1.1.5.- Sistemes de regulació i control integrats

Cada vegada resulta més important la incorporació de la domòtica en el control integral dels sistemes d'acondicionament i consumidors d'energia en general. D'aquest mode s'optimitzarà la utilització d'una estratègia passiva d'acondicionament o un dispositiu d'il·luminació natural.

- Sistemes d'acondicionament

Els sistemes passius d'acondicionament, combinats amb equips convencionals, seran eficaços si un sistema de regulació i control acciona els sistemes convencionals sols en els moments en que siguin necessaris. Un sistema de diferenciació zonal resulta imprescindible, ja que les energies renovables, sol, vent, poden actuar molt sectorialment, i ser precís el sistema convencional en una àrea de la casa i suficient el sistema en una altra. Els sistemes automàtics també poden millorar el rendiment dels sistemes passius en si mateixos. Un temporitzador pot elevar o baixar una persiana segons l'hora del dia, o fer-lo en funció de un sensor de radiació solar. L'obertura d'un forat de ventilació o l'accionament d'un ventilador pot estar en funció del anàlisi de les condicions d'aire exterior en relació a les condicions interiors.

- Sistemes d'enllumenat

Un fotòmetre pot indicar-nos quan s'han d'elevat les persianes i quan s'han d'encendre l'enllumenat artificial. Aquest, a la vegada, pot regular la seva potència en funció de les necessitats.

- Sistemes integrats.

Els sistemes domòtics integren tots aquets funcionaments i optimitzen el consum energètic global.

0.1.2.- Qualitat de l'ambient interior

L'ambient en el que es viu ha de reunir condicions adequades de qualitat sensitiva, i salubritat no sensitiva.

0.1.2.1.- Ambients interiors higrotèrmicament sans i confortables

La qualitat de l'ambient interior té a veure amb la qualitat de l'aire, les seves condicions higrotèrmiques i la seva correcta distribució. L'arquitectura bioclimàtica s'ha de preocupar, tan de l'ambient exterior i el possible dany sobre el medi ambient, com de l'ambient interior i el dany als habitants.

- Utilització de materials d'acabat sans.

Els materials interiors no han de desprendre cap substància o cos molest o perjudicial per la salut. Les resines sintètiques amb formaldehids emeten regularment substàncies perjudicials. Les moquetes i els acabats tèxtils poden ser la base de colònies d'àcars. Els dissolvents sintètics en general emeten substàncies perjudicials.

- Temperatura, moviment de l'aire i humitat interior adequats.

Els ambients interiors han de tindre unes condicions higrotèrmiques adequades per l'ús del local, les característiques del mateix i les persones que l'ocupen. No es pot aplicar condicions estàndard per tots els locals ni activitats, ni reduir l'adequació interior al control de la temperatura. La confortabilitat d'un local és el resultat d'una àmplia combinació de factors.

- Sistema de distribució d'energia adequat.

No sols és necessari que es compleixin uns certs paràmetres tèrmics, també és precís que l'energia es distribueixi seguint uns patrons que donin lloc a un gradient tèrmic òptim, a l'eliminació de la asimetria radiant excessiva i a un ritme de variació de temperatura discreta. Els sistemes de convecció, sobretot l'aire acondicionat, poden crear un gradient tèrmic poc adequat, a diferència del terra radiant que quasi reproduïx el perfil perfecte. Les parets excessivament caloroses o fredes, com per exemple un sostre radiant o amb un número elevat de làmpades al·lògenes, o un gran finestral, creant asimetria radiant amb altres paràmetres, creant desconfort. Els sistemes de encesa -apagat, quan es mouen d'un rang ampli, provoquen igualment desconfort, al crear un ritme de variació de temperatura excessiu.

- Terres radiants.
- Sistemes de regulació modular.

0.1.2.2.- Ambients interiors saludables en termes de radiacions elèctriques, electromagnètiques i de substàncies estranyes

Els camps elèctrics o electromagnètics, ja siguin naturals o artificials, poden ser causa de molèsties o malalties. S'ha d'eliminar el risc creant espais protegits.

0.1.2.3.- Il·luminació natural

Si bé la utilització de la il·luminació natural representa un estalvi energètic, la seva aplicació més interessant en l'arquitectura s'ha de veure des de el punt de vista de la qualitat ambiental, i per lo tant, en aquest sentit s'ha de potenciar.

- Orientació dels forats.

Els més adequats són els orientats cap als punts en els que es capti exclusivament radiació difusa, en general el nord. Si penetra radiació directa en zones on es pretén aprofitar com il·luminació natural, el efecte desenlluernant que comportarà serà molt negatiu i no serà possible el seu aprofitament.

- Dispositius de transformació de la radiació directa en difusa.

Safates reflectores. Un mode d'evitar l'entrada de la radiació directa es protegir el forat amb un element que al temps actuï reflectint la radiació cap a l'interior del local, però en forma difusa.

- Dispositius de distribució uniforme de la llum per la habitació.

Trencallums horitzontals. Un trencallum horitzontal reflectirà la llum cap al sostre de la habitació i evitarà que es creï un efecte desequilibrat d'enllumenat entre les zones pròximes al buit i les profundes.

- Dispositius de penetració de la llum en locals profunds i allunyats dels tancaments.

Conductes de llum. De major eficàcia que els trencallums o les safates reflectores, són els conductes de llum, ja que són capaços de dirigir la llum mitjançant múltiples reflexions, controlades o incontrolades, o mitjançant la utilització de fibra òptica, cap a punts molts profunds de l'edifici, allunyats dels perímetres on es poden ubicar les finestres.

0.1.3.- Contaminació i medi ambient

0.1.3.1.- Edificis no nocius per el medi ambient

- Gasos.

La contaminació gasosa que pot generar un edifici de vivendes és funció de la combustió vinculada al acondicionament: les calderes individuals o col·lectives per a calefacció o aigua calenta. La reducció de la dependència energètica de l'edifici, mitjançant la utilització de sistemes que aprofitin les energies naturals, limitarà aquest tipus de contaminació.

- Sistemes passius d'acondicionament.
- Sistemes actius d'acondicionament.
- Sistemes convencionals d'alta eficàcia.

- Líquids.

L'aigua domèstica, una vegada utilitzada, es converteix en aigües negres o grises que surten de l'edifici com una nova forma de contaminació. La utilització de sistemes de consum d'aigua a la càrrega de l'aparell, o les cisternes de doble descàrrega, redueixen el consum. La autodepuració primària de les aigües permetrà la seva reutilització per al reg i la reducció del cabal contaminant.

- Aigües de pluja
- Aigües brutes depurades.

- Sòlids.

Els residus sòlids urbans en moltes ocasions acaben en abocadors incontrolats provocant la acidificació del sòl i la contaminació de aigües subterrànies. La solució més efectiva seria reduir el consum de productes d'un sol ús procedint al reciclat dels mateixos. Per això, és imprescindible la utilització d'estructures i dispositius interiors que facilitin el reciclatge de escombraries. Per altre costat, si s'utilitzen materials reciclables o reciclats en el procés de construcció, o en qualsevol fase de consum, s'estarà reduint la quantitat de matèria prima nova que s'incorpora al procés de recuperació i tractament.

- Ús de materials reciclats.
- Ús de materials reciclables.
- Ús de materials amb cicles de vida adequats.
- Cubells de escombraries multiusos.
- Xarxes interiors de recollida separatives.

0.1.3.2.- Edificis sostenibles en termes d'aigua

Els edificis han d'optimitzar l'ús de l'aigua, tant en aquelles zones on la falta d'aigua pugui representar un problema, com en aquelles on sent suficient, la seva depuració i potabilització representen un alt cost social.

- Utilització de sanitaris més eficaços.

La despesa d'aigua es pot optimitzar si els sanitaris es fabriquen i utilitzen correctament. La utilització d'atomitzadors redueix el consum d'aigua en les aixetes, les cisternes de doble descàrrega redueixen l'aigua necessària de descàrrega i els electrodomèstics intel·ligents redueixen, igualment el seu consum d'aigua. Per altre

costat, si s'utilitza una xarxa separativa de pluvials i aigües brutes interiors, es poden utilitzar les aigües de pluja en alguns casos, com les cisternes.

- Atomitzadors d'alta eficàcia.
- Cisternes de doble descàrrega.
- Xarxes separatives.
- Utilització d'electrodomèstics més eficaços. La despesa d'aigua es pot optimitzar si els electrodomèstics es fabriquen i usen correctament.

Una vegada, introduïda l'arquitectura bioclimàtica i els seus principis. Es pot veure que es basa en la conservació de l'energia (aïllament tèrmic), en la captació solar passiva, ventilació, i il·luminació mitjançant una bona orientació de l'edifici i d'uns sistemes de captació solar passiva (ubicació, entorn i sistemes bioclimàtics, o solars passius), també ens parla dels equips d'acondicionament (calefacció i refrigeració), de les energies a utilitzar (sistemes de producció d'energia), i en els últims punts de la qualitat de l'ambient interior i contaminació medi ambient (que ho podríem atribuir en gran part al tipus de materials utilitzats).

Així doncs, s'ha triat per dividir aquesta primera part teòrica en sis punts, en que s'han agrupat la majoria de principis de l'arquitectura bioclimàtica i d'eficiència energètica.

Aquests punts, doncs, seran el seguit d'estratègies mitjançant les quals es vol assolir la màxima eficiència energètica, i seran els sis principis que es tractaran i s'analitzaran en aquest projecte.

Estratègies per aconseguir eficiència energètica

1.- Ubicació, entorn i sistemes bioclimàtics.

2.- Sistemes constructius.

3.- Aïllament tèrmic.

4.- Sistemes de calefacció i refrigeració.

5.- Sistemes de producció d'energia.

6.- Materials de construcció.

A continuació és passarà a aprofundir en cadascun d'aquests temes.

P
A
R
T

T
E
Ò
R
I
C
A

1. UBICACIÓ, ENTORN i SISTEMES BIOCLIMÀTICS

1.- UBICACIÓ, ENTORN I SISTEMES BIOCLIMÀTICS

1.1.- CRITERIS ENERGÈTICS I MEDIAMBIENTALS

1.1.1.- Edifici i entorn

1	<i>Ubicació i Integració de l'edifici en el seu entorn natural</i>
----------	---

Ubicació

La ubicació sobre el terreny de l'element arquitectònic és un paràmetre clau en el seu comportament climàtic. L'anàlisi detallada de les condicions climàtiques és imprescindible per a valorar la seva influència en les condicions de confort. Aquestes condicions climàtiques han de ser analitzades tant des del punt de vista macroclimàtic com des del microclimàtic.

Condicions macroclimàtiques: Són conseqüència de la zona del planeta on ens situem i dependents de factors com la latitud, longitud i la regió climàtica. Es troben definides per mitjà de:

- Temperatures mitges, màximes i mínimes al hivern o estiu. Diürnes i nocturnes.
- Règim pluviomètric i grau d'humitat.
- Índex de radiació solar, insolació directa o difusa.
- Direcció i velocitat mitja del vent dominant. Infiltracions al hivern, aprofitament de corrents d'aire a l'estiu.

Condicions microclimàtiques: Estan influïdes pels accidents geogràfics de l'entorn local immediat i poden contribuir en gran manera a la modificació dels factors macroclimàtics. Alguns exemples poden ser:

- Les elevacions del terreny que poden actuar com barreres protectores del sol i del vent.
- La proximitat de masses d'aigua que tendeixen a estabilitzar les temperatures i a augmentar la humitat ambiental.
- La presència de boscos o vegetació especial en l'entorn pròxim.
- La presència d'edificacions.
- Els pendents del terreny, etc.

L'elecció de la ubicació dels edificis, sobre la base de paràmetres macro i microclimàtics és fonamental i condicionament del procés de disseny posterior dels mateixos. L'estudi de les condicions ambientals ens permet plantejar les estratègies arquitectòniques necessàries per a aconseguir l'objectiu d'obtenir els majors beneficis bioclimàtics i d'adequada sensació de confort.

2	<i>En espais exteriors utilitzar vegetació autòctona, adequada a les condicions climàtiques del lloc i vegetació resistent a escassetat d'aigua. Considerar la utilització d'elements d'aigua per crear microclimes exteriors adequats i controlar el consum d'aigua.</i>
----------	--

La vegetació pot ser utilitzada combinant espècies de fulla caduca i perenne de forma que es creïn ombres durant l'estiu o durant tot l'any, el que és una forma de protecció solar, així com per a dirigir el flux de vents de la zona, ja sigui per afavorir la ventilació o, per protegir l'edifici dels vents excessius.

Segons el tipus de vegetació escollida (gespa o similar), o la incorporació d'elements d'aigua, s'ha de tindre en compte si bé tenen un efecte important ja que milloren el microclima de l'entorn de l'edifici al absorbir grans quantitats de radiació reduint la temperatura de l'aire i del sòl gràcies a la evaporació continua que mantenen, poden tenir un consum d'aigua important que s'ha de controlar.

També s'ha de tenir en compte que algunes d'aquestes solucions, com els processos d'evaporació per refredar l'ambient, s'augmenta la humitat relativa ambiental, essent beneficiós en climes secs però no en climes humits on pot suposar un augment de la sensació de desconfort.

3	<i>Considerar les formes a priori adequades de l'edifici per cada tipus de clima i en funció de l'entorn construït.</i>
----------	--

Situació relativa: altitud, pendent i vent

Els aspectes més importants a considerar són l'altitud relativa, la pendent de la zona i el vent. Altres factors com la proximitat de la vegetació, la proximitat d'una massa d'aigua o el emplaçament en una ciutat, la forma dels carrers i posició dels edificis adjacents, influeixen també sobre la humitat, les temperatures mitges, etc.

El vent pot arribar a ser un important factor en la magnitud dels consums energètics de l'edifici degut a la seva capacitat d'infiltrar-se en el seu interior o refredar la seva superfície exterior.

Forma

La forma d'un edifici es descriu habitualment mitjançant el factor de forma, entenen per aquest la relació entre la superfície i el volum de l'edifici. La superfície exterior és un indicador de les pèrdues o guanys de energia en relació a l'ambient, i el volum és indicador de la quantitat d'energia continguda o emmagatzemada en l'edifici.

La forma més adequada dependrà, en primer lloc, del clima de la regió i del microclima derivat de la situació de l'edifici.

El color de les façanes

El color de les façanes té un cert efecte sobre el confort tèrmic donat que influeix sobre l'absorció de la radiació solar. Els colors clars, amb un baix coeficient d'absorció, protegeixen millor de la calor, per altre costat, els colors foscos comporten un escalfament major de la façana y, per tant, una major transmissió al interior.

1.1.2.- Tipologia edificatòria

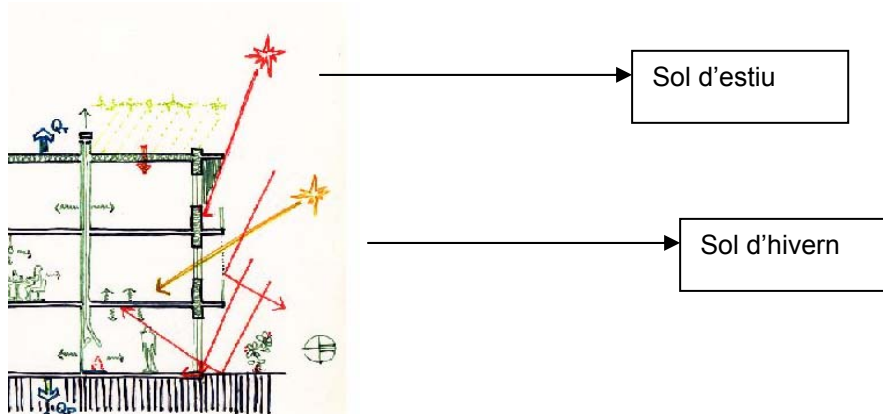
1	<i>Dissenyar les façanes (obertures i forma) i la distribució interior de l'edifici per a aconseguir el màxim aprofitament de calor i llum natural.</i>
----------	--

Orientació i distribució interior

Les façanes orientades a sud tenen grans aportacions solars al hivern i moderades a l'estiu. Les façanes orientades a nord tenen pocs guanys solars i de llum i importants pèrdues tèrmiques. Les façanes orientades al est i oest reben una quantitat equivalent tant a l'estiu com al hivern, l'est rep el sol del matí i l'oest el sol del vespre. No obstant, les façanes oest han de minimitzar les seves

obertures ja que el sol de vespre a l'estiu sol provocar sobreescalfaments al final del dia difícils d'evitar.

En funció de les condicions que aporten cadascuna de les orientacions, hem d'intentar obtenir una distribució dels espais interiors que les tinguin en compte i que les aprofitin al màxim. D'aquesta manera, podran acumular l'energia radiant al hivern reduint l'ús dels sistemes de calefacció, i també per temes de il·luminació.



Al hivern s'ha d'aprofitar al màxim l'energia tèrmica solar, per calefacció i aigua calenta sanitària. Aprofitar l'efecte hivernacle del vidre. Tenir les mínimes pèrdues de calor amb un bon aïllament tèrmic.

A l'estiu s'han de posar marquesines per limitar l'entrada del Sol, tenir una bona ventilació. Aïllar be per evitar el màxim l'entrada de calor al interior.

Accés a la llum natural

La disponibilitat de llum natural en una vivenda és una característica fonamental per motius de confort dels usuaris i per la seva relació amb el consum de energia elèctrica per il·luminació.

2	<i>Minimitzar obertures que no estiguin en façana sud.</i>
----------	---

Orientació

A efectes de protecció solar és preferible tindre el màxim d'orientació a sud, les façanes de major superfície a nord i a sud i minimitzar les superfícies de les façanes amb direccions més desfavorables, que són a est i oest.

Com a orientacions vàlides es poden considerar les anteriors $\pm 30^\circ$.

L'orientació predominant de l'edifici és determinant sobre els efectes de insolació que tindrà la vivenda. El criteri general és que la orientació de la façana cap al sud és la més favorable, ja que permet una fàcil protecció dels raigs solars al migdia, i redueix l'exposició a la insolació del matí i de la tarda, que és més difícil d'evitar i pot provocar sobreescalfaments al final del dia.

Els grans forats (finestres, balcons, grans portes, etc), hauran d'estar orientats al sud. És la part més assolellada, per la qual cosa aprofitarem per obtenir tot el calor passiu possible (aquest sol que entra en la casa, a més a més de calefaccionar, saneja l'ambient i treu humitats), en aquesta façana ens hem d'assegurar una bona massa tèrmica (emmagatzemadora de calor que permeten

entrar al hivern). A l'est i l'oest, i sobretot al nord les finestres han de ser poques i de petites dimensions (per evitar pèrdues de calor). Les petites finestres al nord facilitaran la refrigeració natural a l'estiu.

Les finestres mitjançant persianes, allargades en sentit vertical i situades en la cara interior del mur, deixen entrar menys radiació solar a l'estiu, evitant l'efecte hivernacle.

3	<i>Incorporar algun sistema de control solar en obertures orientades a sud i en orientacions a oest i nord-est: protecció amb lames verticals, horitzontals, fixes o mòbils.</i>
----------	---

Protecció contra la radiació d'estiu

El guany calorífic produït per l'energia solar ha de ser reduïda al mínim en períodes estivals. L'aïllament i els espais tap són eficaços també a l'estiu, encara que el gran problema és invertir la filosofia dels sistemes de captació solar passiva que a l'estiu haurien d'evitar la penetració de la radiació solar en comptes de fomentar la seva captació.

El fet que el sol es trobi durant el solstici d'estiu en una posició més elevada que en hivern contribueix que els raigs directes no siguin tan oblics i sigui més fàcil protegir dels mateixos.

Hauríem de tenir en compte tots els tipus de radiació solar directa, difusa i reflectida ja que tots ells tenen incidència directa en l'escalfament dels ambients.

Proteccions solars i orientació

En les construccions és important prendre mesures complementàries per la protecció del seu elevat grau de vulnerabilitat al sol.

Les marquesines fixes o mòbils, tendals, etc, evitaran l'entrada del Sol a l'estiu. Un porxo a la cara sud, així com marquesines de dimensions adequades evitaran l'entrada del Sol a l'estiu, però la permetran al hivern, (donat a la diferent alçada del Sol en ambdues estacions).

Les proteccions solars són un complement important de l'orientació de la vivenda. Si bé una bona orientació minimitza la carga solar a l'estiu, és molt convenient una adequada combinació de proteccions solars fixes i mòbils que reduiran aquesta càrrega.

Les dimensions de les proteccions solars fixes depèn de l'orientació de la finestra considerada i de la latitud.

Algunes possibilitats de protecció poden ser:

- Ràfec fix sobre obertures. Les dimensions dels quals haurien de ser cuidadosament estudiades de manera que s'impedeixi en gran part la penetració solar a l'estiu i permeti el més possible al hivern.
- Tendals, persianes i contrafinestres, regulats automàtica o manualment en funció de les condicions de radiació exterior.
- Vegetació i arbrat preferentment de fulla caduca.

4	<i>Il·luminació natural</i>
----------	------------------------------------

La disponibilitat de llum natural als passadissos i vestíbuls, crea ambients interiors més agradables alhora que redueix costos en consums per il·luminació artificial.

En aquestos elements, el tema important a controlar és el de la captació tèrmica en èpoques caloroses.

5	<i>Dissenyar les façanes i la distribució interior de l'edifici per facilitar la ventilació natural creuada.</i>
----------	---

Ventilació

La ventilació disminueix la sensació de calor gràcies a seu efecte evaporatiu sobre la pell. La ventilació es veu afavorida per la possibilitat de que es produeixi una corrent d'aire entre finestres en façanes diferents de la vivenda, que resulta més fàcil quan dos finestres es troben en façanes oposades.

La diferencia de temperatura i pressió entre dues estances amb orientacions oposades, genera una corrent d'aire que facilita la ventilació.

Una bona ventilació és molt útil en climes càlids, per mantenir un adequat confort higromètric.

Els objectius de la ventilació com mecanisme bioclimàtic són varis:

- Cobrir la necessitat de renovació de l'aire interior.
- Ajudar al confort tèrmic en períodes de calor.
- Contribuir a la climatització.

L'aire de renovació ha de ser de menor temperatura pel que ha de procedir d'un lloc fresc per exemple d'un pati, un soterrani o mitjançant tubs enterrats aprofitant la inèrcia del sòl. És necessari establir un mecanisme de control de la renovació d'aire perquè aquesta no arribi a produir una sensació de desconfort.

Un exemple de solució constructiva on es poden aprofitar els beneficis de la ventilació per convecció és la denominada façana ventilada, conformada per una làmina exterior separada del mur mitjançant una cambra d'aire oberta en els seus extrems el que genera un corrent d'aire convectiva que contribueix al refredament i a l'aïllament interior.

6	<i>Un bon aïllament i massa tèrmica en l'envolvent de l'edifici</i>
----------	--

Aïllament i massa tèrmica

El tipus de materials, el grossor dels mateixos i les solucions d'aïllament aplicades en els elements constructius d'un edifici són qüestions fonamentals a l'hora de trobar una solució bioclimàtica adequada.

Cal tenir present que a major massa tèrmica el comportament climàtic és més estable i l'objectiu ha de ser saber aprofitar aquest fet per aconseguir mitjançant una elecció adequada de materials i solucions constructives que l'ambient interior sigui agradable.

Destacar que una elevada massa tèrmica és només aconsellable en habitatges de caràcter permanent pel seu efecte de retard en l'entrada de la calor i en els habitatges d'ús esporàdic necessiten ser escalfades o refredades amb caràcter més immediat, per aquesta raó és millor no tindre tanta massa tèrmica.

L'aïllament tèrmic contribueix que la transmissió de calor des del interior a l'exterior o viceversa sigui més difícil. Normalment està conformat amb materials de poca massa com escumes o plàstics, que han de ser col·locats de manera eficient perquè s'evitin en tant que sigui possible les pèrdues calorífiques generades per les infiltracions i els ponts tèrmics.

La localització més adequada tèrmicament de l'aïllament és en la part exterior de la massa tèrmica, recobrint els tancaments, encara que aquesta ubicació no sempre resulta la més adequada a nivell constructiu.

1.2.- CONCEPTES BIOCLIMÀTICS BÀSICS

Diversos són els conceptes bioclimàtics bàsics que ens permeten entendre i aplicar les tècniques bioclimàtiques. A continuació passem a exposar alguns d'ells:

Clima

El clima es pot definir com el conjunt de condicions atmosfèriques de caràcter cíclic anual que caracteritzen una zona o regió.

Les condicions atmosfèriques a consideren per a identificar un tipus de clima són: la temperatura de l'aire, la humitat relativa, la radiació solar rebuda, la quantitat de precipitacions i la direcció i intensitat del vent.

Es pot fer una classificació climàtica en tres grans grups o tipus de clima: càlids, freds i temperats. Aquestes classificacions climàtiques orienten sobre els paràmetres ambientals de grans àrees geogràfiques, però és imprescindible analitzar dintre d'elles el microclima del lloc que pot fer variar les condicions climàtiques i en conseqüència de disseny de l'edifici.

- Clima càlid - Temperatures agradables fins i tot en els mesos freds podent distingir entre climes càlids secs o humits, el primer amb humitat molt baixa i precipitacions gairebé nul·les (zones desèrtiques properes a l'equador) i el segon amb un alt grau d'humitat i precipitacions fortes i irregulars (zones subtropicals marítimes).
- Clima fred - El seu paràmetres característics són l'alta latitud, baixes temperatures, reduïda radiació solar i vents desagradables procedents dels pols.
- Clima temperat - És el tipus de clima més complex per la variabilitat dels seus paràmetres, encara que en general la radiació solar és intensa, els estius secs i els hiverns plujosos i més freds en l'interior que en les zones costaneres. Dintre d'aquest tipus de clima s'inclou el clima mediterrani. El nostre país a causa de la seva geografia és una de les zones mediterrànies amb major varietat de climes.

Confort tèrmic

El confort tèrmic és una sensació neutra de la persona respecte a un ambient tèrmic determinat.

El confort tèrmic depèn de diversos paràmetres globals externs, com la temperatura de l'aire, la velocitat del mateix i la humitat relativa, i altres específics interns com l'activitat física desenvolupada, la quantitat de roba o el metabolisme de cada individu.

Per a arribar a la sensació de confort, el balanç global de pèrdues i guanys de calor ha de ser nul conservant d'aquesta forma la nostra temperatura normal, és a dir s'arriba a l'equilibri tèrmic.

Mecanismes de transmissió de la calor

La calor és una energia que es transmet d'uns cossos a uns altres mitjançant tres tipus de mecanismes diferents:

- **Conducció** - La conducció és la manera de transferir calor des d'una massa de temperatura més elevada a una altra de temperatura inferior per contacte directe. El coeficient de conducció d'un material mesura la capacitat del mateix per a conduir la calor a través de la massa del mateix. Els materials aïllants tenen un coeficient de conducció petit pel que la seva capacitat per a conduir la calor és reduïda, d'aquí la seva utilitat.
- **Convecció** - La transmissió de calor per convecció és un intercanvi de calor entre l'aire i una massa material que es troben a diferents temperatures. El transport de la calor es produeix per moviments naturals deguts a la diferència de temperatures, l'aire calent tendeix a pujar i l'aire fred baixa, o bé mitjançant mecanismes de convecció forçada.
- **Radiació** - És un mecanisme de transmissió de calor en el qual l'intercanvi es produeix mitjançant l'absorció i emissió d'energia per ones electromagnètiques, pel que no existeix la necessitat que existeixi un mitjà material per al transport de l'energia. El sol aporta energia exclusivament per radiació.

Inèrcia tèrmica

La inèrcia tèrmica és la capacitat que té la massa de conservar l'energia tèrmica rebuda i anar alliberant-la progressivament, disminuint d'aquesta forma la necessitat d'aportació de climatització.

La inèrcia tèrmica o capacitat d'emmagatzemar energia d'un material depèn de la seva massa, la seva densitat i la seva calor específica. Edificis de gran inèrcia tèrmica tenen variacions tèrmiques més estables ja que la calor acumulada durant el dia s'allibera en el període nocturn, això vol dir que a major inèrcia tèrmica major estabilitat tèrmica.

La inèrcia tèrmica és un concepte clau en les tècniques bioclimàtiques ja que la capacitat d'acumulació tèrmica de les solucions que conformen un element arquitectònic és bàsica per a aconseguir el adequat nivell de confort i la continuïtat en les instal·lacions de climatització.

La inèrcia tèrmica comporta dos fenòmens, un d'ells és el de la amortització en la variació de les temperatures i un altre és el retard de la temperatura interior respecte a l'exterior.

Un exemple de gran inèrcia tèrmica és el sòl, l'efecte climàtic del qual pot ser utilitzat ja que esmorteix i alenteix la variació de temperatura que es produeix entre el dia i la nit. El sementerrament d'edificis pot arribar a aprofitar la capacitat d'acumulació calorífica del sòl.

Tipus de radiació solar

La radiació solar es pot manifestar de tres formes distintes depenent de com es rep en els objectes:

- **Radiació directa:** És la qual procedeix directament del sol.
- **Radiació difusa:** És la qual es rep de l'atmosfera a causa de la dispersió de la radiació solar en la mateixa.
- **Radiació reflectida:** És la qual es reflecteix en la superfície terrestre. La superfícies horitzontals reben més radiació difusa que reflectida i les superfícies verticals més reflectida que difusa.

Trajectòria solar

La trajectòria solar és un concepte depenent de la variabilitat de l'angle que forma l'eix de rotació de la terra, que no sempre és perpendicular, amb el plànol de la seva trajectòria de translació pel que fa al sol. La inclinació d'aquest eix és el que

produceix les estacions de l'any, les variacions en hores solars i l'angle de la radiació solar .

Calor de vaporització

L'aigua durant el procés d'evaporació, passa d'estat líquid a gasós, necessita absorbir una certa quantitat de calor del seu entorn immediat el que resulta en un refredament del mateix. La calor absorbida rep el nom de calor de vaporització. Un efecte semblant produeixen les plantes que transpiren permanentment eliminant l'aigua en forma de vapor. L'aigua i les plantes per aquesta raó produeixen una sensació de frescor .

Espais tap

Els espais tap són espais adossats confrontants als habitables, normalment no condicionats tèrmicament, utilitzats esporàdicament i que actuen com barreres aïllants enfront de l'exterior. Exemples d'espais tap poden ser els sota coberta sense ús específic, els garatges i trasters, espais deshabitats, etc. L'adequada ubicació d'aquests espais en l'habitatge pot contribuir positivament a la climatització de la mateixa.

Ventilació natural

La ventilació natural és la generada de forma espontània mitjançant corrents d'aire produïdes pel vent al obrir els buits existents en el tancament dels edificis. Perquè la ventilació natural sigui el més eficaç possible les obertures de buits haurien de localitzar-se en façanes oposades transversals a direcció del vent dominant.

Ventilació forçada

La ventilació convectiva o forçada es basa en les diferències de temperatura de les masses d'aire. L'aire calent tendeix a ascendir i substitueix a l'aire fred generant corrents d'aire. Aquests corrents poden ser provocades mitjançant l'obertura de buits en la part superior de l'edifici de manera que l'aire calent pugui sortir a l'exterior. Aquesta sortida pot ser potenciada mitjançant escalfament (xemeneies solars).

1.3.- TÈCNiques BIOCLIMÀTIQUES

Les tècniques bioclimàtiques, podríem dir que són tècniques constructives que utilitza l'arquitectura bioclimàtica, per l'aprofitament de les condicions climàtiques i dels recursos naturals existents, en especial l'energia solar, per minimitzar el consum energètic d'un edifici.

El calor, el fred , el vent, la humitat i la llum són els influents exteriors derivats del clima que transcendeix al interior. Captar-los o evitar-los segons la nostra conveniència es pot fer aprofitant:

- L'orientació de l'edificació i de les superfícies exposades.
- La relació entre superfície exterior i el volum interior. (factor de forma)
- El color dels recobriments de superfície.
- La grandària, ubicació, orientació i tipus de les finestres.
- Els acristalaments adossats tipus hivernacle.
- El tipus, col·locació i ús de persianes i cortines.
- Els sistemes de penetració de llum i control lumínic.
- L'ús de sistemes d'ombra fixes o mòbils: alers, pèrgoles, etc.
- La distribució interior.

- Els forats o patis interiors.
- La col·locació i el tipus de vegetació en l'exterior i en els patis.
- L'establiment de reixetes i forats per al control de ventilació.
- Els dissenys específics per captació de calor, refrigeració, ventilació, il·luminació.

1.3.1.- Tècniques per calefacció

Els sistemes de calefacció o solars passius fan referència als processos de captació, absorció, emmagatzematge tèrmic, distribució i regulació de la calor provinent del sol. Se'ls hi anomena passius perquè no utilitzen altres dispositius electromecànics per a recircular la calor. Això succeeix per principis físics bàsics com la conducció, radiació i convecció de la calor.

La relació entre captació, emmagatzematge i altres elements, i l'espai a condicionar defineix els tipus genèrics de sistemes passius de captació solar:

- Sistemes de guany directe
- Sistemes de guany indirecte
- Sistema de guany separat.

Guany directe

El sistema de guany directe, el guany d'energia solar es realitza mitjançant superfícies captadores orientades al sud com ara finestres, claraboies, lluernes, etc.

La radiació solar que penetra a través d'aquestes superfícies és absorbida en forma de calor per la massa tèrmica interior formada per murs, sostres, paviment i l'energia emmagatzemada es transferida al interior de l'edifici.

Aquest sistema ha de combinar un acristallament suficientment gran amb l'ús de materials amb elevada capacitat per a emmagatzemar energia.

Guany indirecte

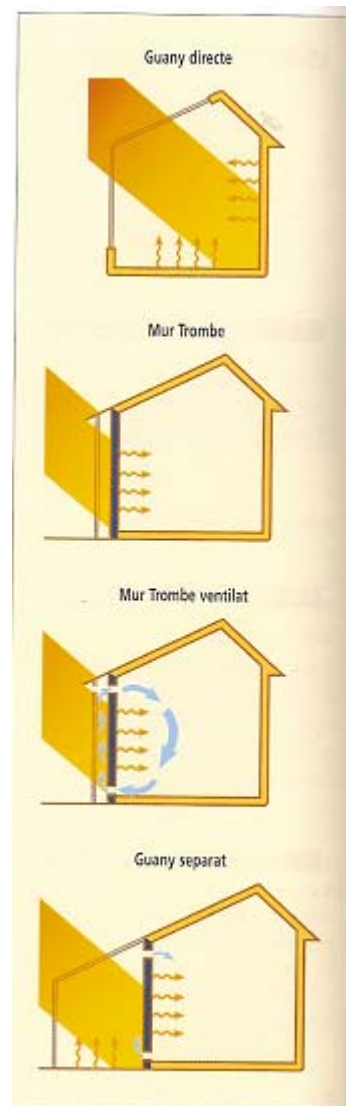
El guany indirecte, consisteix en la disposició d'un espai obert o sense tancament tèrmic entre l'interior de l'edifici i l'exterior. La radiació solar incideix sobre aquesta massa tèrmica i posteriorment es transforma en energia tèrmica i es transfereix cap al interior de l'edifici.

La radiació solar s'absorbeix i emmagatzema en un mur massís, o amb aigua, situat a la façana sud de l'edifici i darrera d'una superfície vidrada.

Guany separat

En el sistema de guany separat existeix una separació física entre l'espai o element on s'absorbeix i emmagatzema la calor solar i l'espai a calefactar. És el cas d'hivernacles annexos o de captadors solars allunyats de l'edifici.

Un punt important és la possibilitat de combinar dos o més sistemes passius en el disseny de l'edifici. Les necessitats de calefacció dels espais són



diferents segons els activitats que s'hi realitzen i, per tant, les solucions a emprar poden ser diferents per a cada cas, la qual cosa dóna gran flexibilitat al disseny de l'edifici.

1.3.1.1.- Sistemes de captació

La finestra, el finestral i el lucernari

Aquests elements es situen normalment en les façanes sud. A l'est i sobretot a l'oest la penetració solar és molt intensa i en climes amb estius calorosos augmenten en excés la radiació directa i la càrrega tèrmica en l'interior.

L'ús de superfícies reflectants de radiació visible o infraroja en la cara interior del sostre del lucernari augmenten la radiació en l'interior. Un mecanisme de apantallament mòbil en l'interior permetria exercir un control lumínic, per apantallar la radiació de l'estiu es pot usar un voladís.

El hivernacle adossat

També es situa normalment al sud, mai al oest en climes temperats o càlids. Una balconada a la que s'ha practicat un tancament de fusteria i vidre és el hivernacle adossat. Aquests tancaments, situats a l'oest, en regions càlides es comporten com un forn. En aquest tipus d'estructures es fan imprescindibles, en general, mecanismes de obstrucció del pas de la radiació, de ventilació cap a l'exterior, i de acristallament de la resta de la vivenda en els dies calorosos.

El mur captador, acumulador i d'inèrcia

El mur trombe:

És un mur de gran massa i espessor, i amb un recobriment molt bon absorbent de radiació visible, amb un acristalament davant, i amb trampetes practicables en les bandes superiors i inferiors del mur i del acristalament. La seva gran massa i amplada permeten acumular calor i retardar la seva entrada per conducció a través del mur. La radiació calòrica infraroja de la cara interior és el principal mecanisme de transmissió nocturn del calor acumulat. De dia en hores de sol la obertura de les trampetes del acristalament s'utilitzen per evacuar calor cap a l'exterior quan no sigui necessari en el interior.

El mur d'aigua:

Es tracta de depòsits transparents o translúcids plens d'aigua o d'algun altre líquid o material amb bona capacitat calorífica, ubicats darrere un acristalament i amb forats que permetin el moviment d'aire; compleixen la funció capadora, acumuladora i distribuïdora.

El col·lector tèrmic integrat d'aire

Bàsicament és com un col·lector solar, treballa per efecte hivernacle i el fluid caloportador és aire. L'aire circula directament entre el panell i l'interior de la vivenda, o circula entre el panell i un sistema d'acumulació, encara que sembli absurd incorporar sistemes afegits d'acumulació quan el calor es pot retenir perfectament en els propis materials constructius de l'edificació.

1.3.1.2.- Sistemes d'aïllament i inèrcia

La col·locació i l'espessor de l'aïllament i del material dels tancaments exterior:

Podem pensar en la situació relativa del material aïllant respecte de la dels altres materials de construcció del tancament. Situat al interior, la massa tèrmica interna queda disminuïda, pel que les oscil·lacions de temperatura seran majors al ser l'aire ambient poc eficaç com acumulador de calor i estar sotmès a les infiltracions de l'exterior. Situat en l'exterior la massa acumuladora i d'inèrcia queda dintre de l'edificació i permet amortitzar les oscil·lacions de temperatura per infiltracions d'aire fred o calent. Aquesta última disposició augmenta l'intercanvi per radiació.

La inèrcia, l'amortització dels canvis externs de temperatura, i la capacitat de acumulació augmenten amb la densitat i espessor dels materials constructius dels murs exteriors. L'espessor i densitat dels aïllaments afecta evidentment a les pèrdues per transmissió, quan més densitat i major espessor millor.

El soterrament o el semisoterrament

L'home segueix fent ús de la seva primera vivenda: la cova. El mur d'espessor infinit, la inèrcia i l'amortització de oscil·lacions tèrmiques.

La massa d'inèrcia interior

La col·locació de masses sòlides o líquides en l'interior que s'escalfen per impacte de la radiació diürna es converteix en sistemes radiants quan la temperatura comença a baixar. La capacitat calorífica dels materials de construcció dóna una idea de la quantitat de calor que són capaces d'acumular per unitat de massa i per °C que eleven la seva temperatura.

De totes aquestes, tècniques de calefacció, més endavant s'explicarà més detingudament el mur trombe i el seu funcionament, ja que s'ha triat per instal·lar a la casa, i és un sistema poc conegut.

1.3.2.- Tècniques de ventilació i refrigeració

A vegades la sensació de fred o calor es deuen al excés d'humitat ambient. La ventilació amb aire preescalfat en un cas, o amb aire de renovació exterior en l'altre, contribueix a la disminució de la humitat relativa que causa la sensació de desconfort. Això es pot fer aprofitant la configuració del mur trombe, o del col·lector d'aire integrat. Si pretenem únicament afavorir, en determinades ocasions, la ventilació com mecanisme de renovació d'aire i productor de sensació de refrigeració al augmentar l'evapo-transpiració del cos humà, la instal·lació d'obertures practicables en la part inferior de les parets nord i en la superior de les parets sud afavorirà la ventilació creuada. Quan hi ha un clar vent predominant les obertures s'han d'instal·lar a barlovent i sotavent. Aquesta ventilació es pot forçar amb electroventiladors. Podem utilitzar també estructures constructives que produeixin ventilació natural com les següents.

La xemeneia solar

Es tracta de crear un tiro natural que extregui aire de l'interior de la vivenda. S'aconsegueix creant un acristalat o superfície amb molta transmissió tèrmica i de

color fosc (planxa metàl·lica negra) en la façana o coberta on es produeixi l'efecte hivernacle.

L'aspiració per efecte Venturi o un altre mecanisme mogut pel propi vent

L'augment de velocitat de l'aire al passar per un estrenyiment provoca una depressió que es pot aprofitar per aspirar aire de l'interior per algun conducte o xemeneia. D'un altre mode, el mateix vent pot fer girar un mecanisme d'extracció d'aire.

Torre de vent

És una estructura que s'obre en la direcció del vent per captar-lo.

Per refrescar baixant la temperatura de l'aire es necessari potenciar l'evaporació d'aigua, o fer passar l'aire de ventilació per un lloc fresc com canalitzacions enterrades profundes. L'aigua al evaporar-se absorbeix calor del seu entorn, aquest és l'anomenat calor latent de vaporització. La instal·lació de fonts, cortines d'aigua, estancs, reg, polvorització, ventilació a través de materials humits, són mecanismes de refrigeració evaporativa.

Dels sistemes de ventilació i refrigeració anteriors, explicarem més endavant la xemeneia solar, ja que s'ha triat per la casa del projecte, i és un sistema poc conegut.

1.3.3.- Tècniques d'il·luminació i control solar

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

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

SISTEMES EXTERNES:

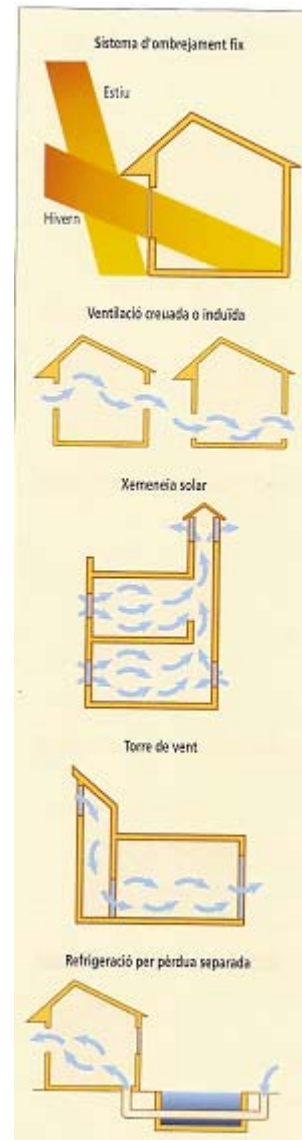
- Sistemes fixes:

Alers o voladissos i pantalles:

Les pantalles poden estar disposades horitzontal o verticalment, depenent de l'orientació i posició del acristal·lament en el que es vol protegir la penetració de radiació directa. La seva grandària dependrà de l'hora del dia i del període estacional en el que vulguem que realitzi la seva funció de bloqueig.

Lames fixes longitudinals i/o transversals:

Porxos



- Sistemes mòbils:

Persianes, tendals i lames mòbils:

La fusta i els teixits vegetals són apropiats per constituir les persianes o cortinatges exteriors.

Pèrgoles amb tendals, canyissos o amb vegetació de fulla caduca:

Els mecanismes i elements que situem en l'interior o delimitant l'interior de l'exterior són principalment captadors i reguladors del tipus de llum (directa o difusa) i de la intensitat lumínica. El tipus de vidre influeix en la qualitat de la il·luminació interior. Podem decidir entre vidre transparent o translúcid, fosc, clar o amb altres tonalitats, amb bona reflectància al infraroig o amb altres característiques especials. A més dels habituals tancaments acristalats com la finestra, el finestral, els balcons, etc, són elements de control i/o captació lumínica.

SISTEMES ESTRUCTURALS DE PAS:

- Sistemes fixes:

Claraboies i cúpules

Les claraboies i les cúpules situats zenitalment permeten el pas de radiació directa. Amb pantalles o tendals horitzontals separats de la seva superfície permeten el pas de llum difusa.

Murs i sostres transparents o translúcids, vidrieres

Cobertes amb lucernaris

Depenent del seu disseny i orientació permeten el pas de llum directa, difusa o reflectida en els seus elements estructurals.

Xemeneies de llum

Són forats de dimensions variables que es desenvolupen al llarg de tota l'alçada de l'edificació i que les seves parets estan recobertes d'un material reflectant. Oberts a l'exterior en la coberta capten la radiació i la dirigeixen amb successives reflexions fins les estances situades en les plantes inferiors.

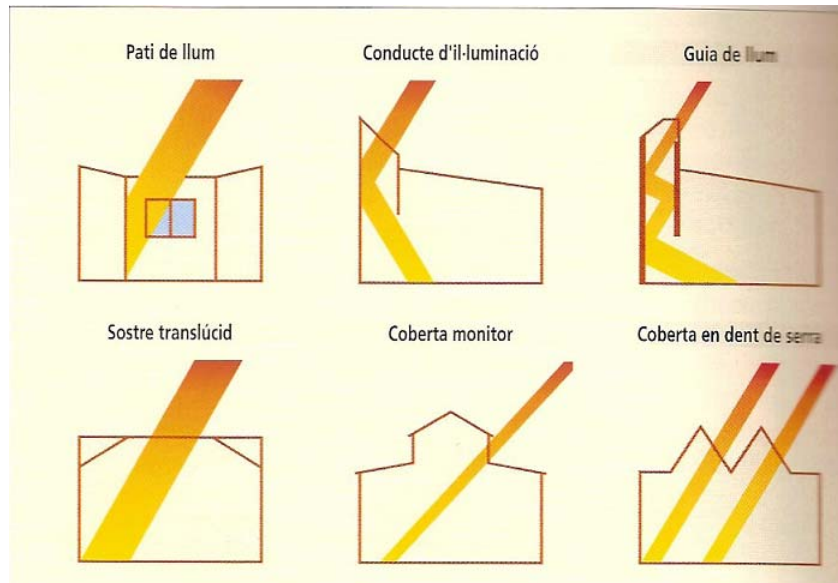
Sistemes interns mòbils:

Persianes i cortines interiors

Situades en l'interior dels acristaments, són elements que quan s'interposen a la radiació solar, per controlar la il·luminació interior, creen, si incideix sobre ells la radiació directa, espais sobreescalfats. El color, el material i l'espessor són característiques importants si a més a més del control lumínic diürn volem que ens serveixin com elements aïllants nocturns.

Pantalles i lames mòbils

Repises i pantalles mòbils són elements de bloqueig, o reflectants de llum cap a l'interior o l'exterior segons convingui.



1.4.- MUR TROMBE

El mur trombe és una paret o mur pintat de negre (per a absorbir millor la radiació solar) i construït amb materials que poden acumular calor sota l'efecte de massa tèrmica (tals com pedra, ceràmica, formigó, adobe o aigua), combinant amb un espai d'aire, una làmina de vidre i ventilacions formant un col·lector solar tèrmic que té davant del mur un vidre formant una càmera d'aire. És efectiu si s'aprofita al màxim la radiació solar col·locant-lo sobre murs orientats al sud, en l'hemisferi Nord, i cap al nord en l'hemisferi sud.

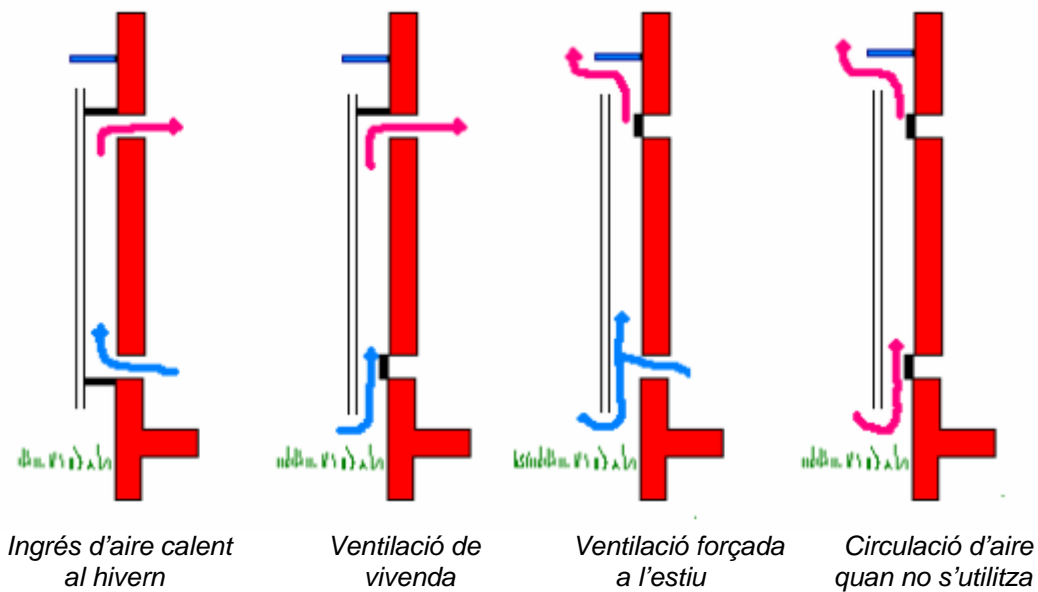
1.4.1.- Funcionament

Durant el dia, quan els raigs del sol travessen la làmina de vidre escalfant la superfície fosca del mur escalfant-lo i emmagatzemant la calor en la massa tèrmica d'aquest, a la vegada escalfa l'aire de la cambra d'aire (efecte hivernacle).

Atès que l'aire calent és menys dens que l'aire fred, puja transportant la calor i ingressa a la casa per una obertura superior. Al mateix temps, l'aire fred de la casa surt per una ranura que es connecta amb la part baixa de la paret trombe. L'aire continuarà circulant i escalfant l'habitatge. A més a més, amb un simple canvi de direcció de les trampilles que regulen la circulació de l'aire, tant en la part superior com inferior, el mur trombe té unes altres funcions, com veurem en la següent figura.

En la nit, la calor s'escapa del mur tendint a refredar-se principalment cap a l'exterior. Però com es troba amb la làmina de vidre (és semiopaca a la radiació infraroja) el calor és lliurat a l'interior del local. A causa d'això la temperatura mitja diària del mur és sensiblement més alta que la mitjana exterior.

Esquemes de funcionament



1.4.2.- Elements bàsics d'un mur trombe

- Les ventilacions (orificis):

Aquests estan situats en la part inferior i superior del mur per a permetre que l'aire menys calent ingressi per la part inferior, després circuli en la cambra d'aire entre la superfície exterior del mur i el acristalament i amb més calor surti per l'orifici superior cap a l'ambient interior. Això sota el fenomen físic denominat convecció.

També poden incorporar-se ventilacions en la part superior i inferior del acristalament exterior per a refrescar l'ambient interior durant l'estiu evitant un sobreescalfament del mur.

- Mur amb massa tèrmica:

Aquest té la funció de acumular la calor del dia, i aquest anirà lliurant lentament la calor a l'interior del local al llarg de la nit. Durant la nit la massa tèrmica pot ajudar a esmoreir i reduir significativament les pèrdues de calor.

- Les reixetes o trampilles:

Els orificis de ventilació han de posseir reixetes o trampilles per a regular el flux de la calor i evitar un flux invers nocturn que refredi l'ambient interior en comptes d'escalfar-lo.

- El acristalament

Aquest té la funció de deixar passar la radiació solar, i atrapar els raigs infrarojos per escalfar l'aire de la cambra d'aire.

En els dissenys més actuals s'utilitzen noves tecnologies que permeten un aïllament tèrmic transparent conservant la calor capturada durant el dia i en conseqüència reduint les dimensions del mur trombe respecte de les dimensions del local. Aquest aïllament no solament redueix les pèrdues de calor nocturnes sinó que permet baixar els costos millorant el guany de calor diürna.

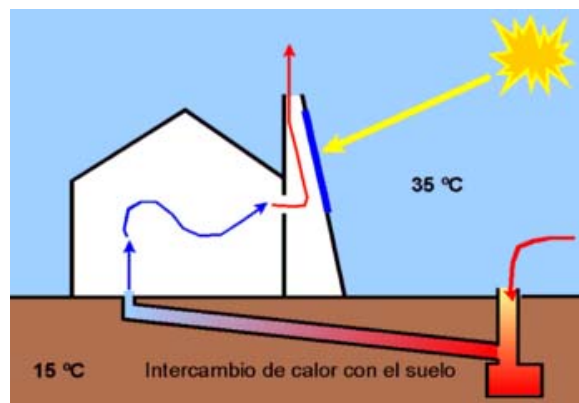
1.5.- XEMENEIA SOLAR

Una xemeneia solar és una manera de millorar la ventilació natural dels edificis utilitzant la convecció de l'aire escalfat per energia solar passiva. Consisteix en col·locar una xapa metàl·lica de color negre, en una de les cares de la xemeneia, la cara orientada al sud, i les altres cares de la xemeneia hauran d'estar aïllades.

Aquesta xemeneia solar permet la circulació de l'aire a través d'un intercanviador de calor geotèrmic per a proveir refrescament passiu a una casa.

1.5.1.- Funcionament

Durant el dia l'energia solar escalfa la xemeneia, gràcies a la xapa metàl·lica col·locada a la cara sud de la xemeneia, i l'aire dintre d'ella crea un corrent d'aire ascendent en la xemeneia. La succió creada en la base de la xemeneia es pot utilitzar per a ventilar i per a refrescar l'edifici, s'han de fer entrades d'aire en l'edifici. En bona part del món és més simple aprofitar els vents predominants del lloc, però en dies calms i calents aquest tipus de xemeneia pot proporcionar la ventilació on d'un altra manera no hauria cap.



1.5.2.- Els elements bàsics d'una xemeneia solar

- La xapa metàl·lica negra:

Aquesta té la funció d'atraure més la radiació solar, al ser negra, i així escalfar més ràpidament l'aire de l'interior de la xemeneia, creant una ascensió de l'aire calent (per convecció) i així crear un tiro d'aire natural.

- L'aïllament tèrmic:

Les altres cares de la xemeneia han d'estar aïllades tèrmicament, per reduir les pèrdues de calor en les orientacions est, oest i nord.

- Les entrades d'aire fresc:

Hauran d'haver unes entrades d'aire fresc, per poder ventilar, l'ascensió de l'aire calent de la xemeneia solar, crearà una succió, i l'aire calent serà reemplaçat per aire més fresc provinent d'aquestes entrades d'aire.

P
A
R
T

T
E
Ò
R
I
C
A

2. SISTEMES CONSTRUCTIUS

2.- SISTEMES CONSTRUCTIUS

2.1.- CRITERIS ENERGÈTICS I MEDIAMBIENTALS

2.1.1.- Cimentació i estructura

1	<i>Planificar el destí dels moviments de terres per al aprofitament intern o extern</i>
----------	--

A partir del plànol topogràfic s'ha d'adaptar al màxim el disseny de l'edifici a les condicions topogràfiques i naturals del terreny.

Per les terres que s'han de moure, cubicar els moviments de terres necessaris i considerar la seva reserva dintre del solar si es poden aprofitar en la definició final de la topografia; o en el seu cas de no tindre ús intern considerar l'aportació a una altra obra, en aquesta segona opció s'ha de considerar l'opció del transport.

S'ha de modificar el menys possible la topografia i el ecosistema vegetal existent i s'ha de tindre en compte el seu aprofitament per millorar el funcionament bioclimàtic de la construcció.

2	<i>Disposar d'un estudi geotècnic del terreny abans de realitzar el càlcul del sistema de cimentació</i>
----------	---

A partir de l'estudi geotècnic del terreny, s'ha d'adequar i ajustar el tipus i les dimensions de la cimentació de l'edifici.

S'ha d'ajustar les dimensions dels elements estructurals als requeriments de resistència i esforços de les càrregues que han de suportar.

El sobredimensionament per desinformació suposa utilitzar més materials de forma innecessària.

3	<i>Per sistemes que utilitzin peces conformades (rajol ceràmic, bloc de formigó), dissenyar els elements constructius atenen al mòdul dimensional base dels elements, per evitar sobrants i retalls.</i>
----------	---

Modulació d'elements

Quan es prevegi la utilització d'elements amb un format dimensional ben definit, dissenyarem els elements constructius adaptats a aquest format, prevenint el espedejament correcte per tenir-lo en compte durant la execució de les obres i així evitar sobrants per retalls.

4	<i>Considerar preferibles les solucions de sistemes estructurals amb elements prefabricats, sistemes lleugers o de menor secció.</i>
----------	---

Sistemes estructurals

Els sistemes més lleugers o de menor secció suposen una economia de materials i d'energia; normalment són més industrialitzats i, per lo tant, el seu muntatge i desmuntatge és més fàcil, però poden comportar problemes de aïllament acústic. Els sistemes de major espessor i massa es consideren bons des de el punt de vista de que es poden aprofitar els seus elements amb acumuladors d'inèrcia tèrmica, però s'utilitza major quantitat de materials.

Els sistemes prefabricats poden suposar un argument de economia i de rapidesa en la execució de una obra de construcció. Tot el material està preparat a taller per després portar-lo a l'obra, on les peces seran muntades. Les avantatges que poden tenir respecte als sistemes tradicionals són degudes a la seva rapidesa, muntatge en sec, menor participació de industrials, doble funcionalitat (poden ser elements estructurals i de tancament).

5	<i>Aïllar tèrmicament el primer forjat o solera en contacte amb el terreny si el espai superior és calefactat.</i>
----------	---

Aïllament de superfícies en contacte amb el terra

En el cas que un forjat o solera en contacte amb el terra, quan el espai superior d'aquest sigui una vivenda o un local calefactat, es considera necessari introduir el aïllament tèrmic, per evitar tindre una superfície important de pèrdua de calor cap a l'exterior que després haurà de ser compensada amb una aportació addicional d'energia.

6	<i>Considerar l'opció de forjat sanitari en el primer forjat.</i>
----------	--

S'ha de considerar l'opció de forjat sanitari en el primer forjat. Amb un forjat sanitari estem creant un espai tap, que ens ajuda aïllar la casa de l'exterior, a més a més aquests forjat, en el cas de que sigui ventilat, ens evitarà que les humitats es puguin filtrar al interior de la casa.

2.1.2.- Cobertes

1	<i>Millorar l'aïllament tèrmic mínim exigít per la normativa, procurant obtenir valors de K inferiors als assenyalats.</i>
----------	---

Aïllament de cobertes

Es poden millorar els requeriments de aïllament tèrmic mínims exigits per normativa, a partir de solucions com augmentar el espessor del aïllament, la densitat de l'aïllament, etc.

Les avantatges que s'obtenen a canvi en termes de confort interior són importants, amb el valor addicional de reducció de emissions de CO₂ al disminuir les necessitats d'aportació addicional d'energia per a climatitzar l'ambient interior.

La disminució dels valors de K d'un tancament no s'han de fer de forma discriminada. Per obtenir el nivell d'aïllament òptim d'un tancament s'ha de tenir en compte que al augmentar progressivament el espessor del aïllament, l'estalvi aconseguit va augmentant igualment, però d'una manera decreixen.

Es a dir, el primer centímetre d'aïllament col·locat té una repercussió major que el segon, el segon que el tercer i així successivament.

La conseqüència és que, per un tancament determinat en una localitat i orientació determinades, existeix un espessor òptim d'aïllant, a partir del qual un augment del espessor porta aparellat un estalvi d'energia que no justifica el sobrecost lligat a l'espessor.

2	<i>En zones on les que el sobreescalfament de la coberta a l'estiu sigui molt important, considerar la utilització de cobertes amb cambra d'aire o cobertes ajardinades.</i>
----------	---

Amortització dels guanys solars

La coberta de la vivenda és un dels punts més crítics pel qual es produeixen una majors guanys de calor en els mesos d'estiu. La elevada posició del sol en el cel comporta que la radiació incideixi perpendicularment durant un llarg període de temps en les cobertes planes o poc inclinades. En aquestes condicions es produeix un elevat escalfament d'aquesta superfície incrementant el flux de calor al interior.

Solucions de cobertes ventilades, o parcialment ventilades, són molt adequades per amortitzar els guanys tèrmics produïts pel sobreescalfament de la coberta a l'estiu. No són solucions més costoses i si que amb la seva incorporació s'obtenen millores considerables en el confort tèrmic.

S'ha de considerar els consums elevats d'aigua per a les cobertes enjardinades.

3	<i>Estudiar la possibilitat d'utilitzar un sistema de coberta multifuncional.</i>
----------	--

Multifuncionalitat de la coberta

En la coberta de vivendes aïllades o de zones rurals, es poden considerar disposar d'una tipologia de coberta que no cobreixi solament les funcions de tancament sinó que pugui aportar algun sistema addicional de control ambiental com els casos de cobertes enjardinades, que ajuden a compensar el sobreescalfament en època d'estiu; cobertes integrades amb algun element de captació d'energia solar, eòlica, etc, per aplicacions tèrmiques o fotovoltaïques.

2.1.3.- Façanes

1	<i>Millorar l'aïllament exigít per la normativa per façanes, obtenint valors de K inferiors als assenyalats.</i>
----------	---

Aïllament de façanes

La quantitat de calor que es necessita per mantenir una temperatura confortable en una vivenda depèn del seu nivell d'aïllament tèrmic. Una vivenda mal aïllada necessita més energia per mantenir-se càlida i, a la vegada, es refreda més ràpidament.

Un aïllament insuficient pot propiciar l'aparició de condensacions en el interior de la vivenda.

El aïllament tèrmic ve limitat pel Codi Tècnic de l'Edificació. Aquest nivell pot ser fàcilment millorat, i el petit increment del cost que pot representar, quedarà compensat per un sistema de calefacció de menors dimensions i un estalvi de la factura energètica.

Com dit abans s'ha de buscar l'aïllament tèrmic òptim per a cada cas.

S'ha de procurar, de forma homogènia i continua, l'aïllament tèrmic de totes les façanes.

2	<i>En zones o orientacions de façanes on el sobreescalfament a l'estiu sigui molt important, s'ha de considerar la utilització de solucions de tancaments amb cambra d'aire ventilada.</i>
----------	---

Façanes ventilades

Per climes càlids i amb orientacions on el sobreescalfament de les façanes a l'estiu sigui important s'ha de considerar l'opció de disposar de alguna solució constructiva que permeti crear una cambra d'aire ventilada entre el material exterior d'acabat, que rep la càrrega solar tèrmica, i el parament de tancament entre el interior i exterior. D'aquesta forma es pot amortitzar considerablement l'influència d'aquesta càrrega tèrmica al seu pas cap al interior de la vivenda.

3	<i>Considerar la utilització de peces o blocs amb propietats tèrmiques aïllants, de baix coeficient de conductivitat tèrmica.</i>
----------	--

Parament de façanes

Existeixen en el mercat actual diverses varietats de blocs o peces per formació de parets de tancament de façanes, que tenen millors característiques tèrmiques, inclús acústiques que els materials tradicionals.

4	<i>Utilitzar preferentment fusteria exterior de fusta resistent o tractada, ja que té menor conductivitat tèrmica. Utilitzar vidres amb cambra d'aire.</i>
----------	---

Guanys solars

Les finestres tenen un paper important en el funcionament tèrmic de la vivenda. A més a més dels criteris estètics, com visió de l'exterior, permetre el pas de la llum natural o permetre els guanys solars que col·laboren en el escalfament de la vivenda, etc, tenen una característica important que és el seu coeficient global de transmissió de calor.

Les finestres permeten el pas del calor de forma molt més fàcil que les parets de tancament. Per aquest motiu, encara que la superfície de les finestres sigui molt inferior a la de les parets, s'han de considerar cuidadosament.

En el coeficient de transmissió de calor de la finestra influeixen principalment dos paràmetres:

- tipus de vidre (simple, doble)
- tipus de fusteria (fusta, plàstic, metall,)

En els casos en els que es desitgi la reducció de guanys solars a través de les finestres es recomana:

- Utilitzar vidres de baixa emissió o làmines solars per al control de pèrdues-guanys tèrmics i/o lumínics. Aquestes solucions no són generalitzables per a tots es casos sinó que s'ha de tindre en compte sempre les condicions climàtiques particulars de la zona d'actuació. Són solucions que poden millorar el comportament dels tancaments vidriats de les façanes si s'utilitzen de forma adequada. Per això és important conèixer les característiques tècniques dels productes disponibles (comportament a l'hivern i a l'estiu, disminució de intensitat lluminosa interior, etc) i triar la solució més idònia per cada cas concret.
- Utilitzar persianes o porticons pel control lumínic solar.

Permeabilitat estanquitat al aire

L'estanquitat de la vivenda a infiltracions d'aire és una norma bàsica per evitar el malbaratament energia durant el hivern, ja que el aire que surt de la vivenda porta amb si mateix una quantitat de calor que es perd, i que ha de ser aportat de nou pels sistemes de calefacció de l'edifici. Per a valorar la importància de les pèrdues per renovació d'aire, es calcula que en una vivenda ben aïllada del 30 al 40% de les pèrdues de calefacció es deuen a la ventilació (voluntària o involuntària).

S'ha de tenir en compte, també, que les característiques dels tancaments com finestres i portes comporten una renovació natural d'aire no menyspreable, que es sol estimar en funció de la qualitat dels tancaments.

2.2.- COBERTES

La coberta és un element, que protegeix l'edifici del fred i la calor, de l'aigua de la pluja i de la radiació solar. Per lo tant, és un dels elements de més importància per la conservació de l'estabilitat de tota la construcció. En aquest apartat es pretén estudiar els tipus de cobertes que es creguin que poden ser més aptes per a reduir el consum energètic d'un edifici, i en conseqüència unes menors pèrdues de calor.

2.2.1.- Classificació i Tipologies de cobertes

La primera gran classificació que és pot fer de les cobertes és la següent:

- Cobertes inclinades
- Cobertes planes

2.2.1.1.- Cobertes inclinades

La Coberta Inclinada és aquella formada per faldons amb una inclinació major del 5%. La mateixa posseeix una capa de protecció i es compon de peces impermeables (p. ex.: teules) sobre una base i solapades entre si.

De tipologies de cobertes inclinades principalment hi ha:

- Coberta inclinada sobre forjat horitzontal.
- Coberta inclinada sobre forjat inclinat.

Després es podrien classificar depenen del tipus d'acabat. (la siguin de teula ceràmica, de planxa, de pissarra, etc.)

Elements que la componen:

- Sistema de formació de pendents:

En els casos de les cobertes inclinades sobre forjat estructural inclinat, és el mateix forjat el que crea la pendent.

En les cobertes inclinades sobre suport horitzontal, aquest sistema de formació de pendents, pot ser metàl·lic, de fusta, ceràmic, etc. En el cas de les edificacions de vivendes, normalment, són del tipus ceràmic.

Aquest tipus de suport esta compostat envanets “conillers” de maó ceràmic, aquests són els que donen la pendent, a la vegada els aquests envanets van lligats a unes parets ceràmiques. Els envanets es construeixen de manera que permeten passar la corrent d'aire. La funció principal d'aquests envans conillers és formar la pendent i suportar la solera.

- Suport:

En els casos de cobertes inclinades sobre forjat estructural inclinat, és el mateix forjat el que fa de suport.

En les cobertes inclinades sobre suport horitzontal, aquesta suport, pot ser metàl·lic, de fusta, ceràmic, etc. En el cas de les edificacions de vivendes, normalment, és del tipus ceràmic.

Aquest suport, en el cas ceràmic, està feta base de taulons ceràmics. Aquests van recolzats entre els envans conillers i també en les parets. La seva funció es fer de base suport dels materials d'acabat.

- Impermeabilització

Es col·loca damunt del forjat, en el cas de cobertes inclinades sobre forjat estructural inclinat, i damunt de la solera, a la qual se li pot haver aplicat una capa de regularització. La seva funció és protegir de l'aigua l'interior. Es pot realitzar una capa de morter sobre la impermeabilització per donar una protecció extra a aquesta mateixa.

En les cobertes inclinades en que tinguin la pendent mínima exigida pel CTE-HS1, (*taula 2.10 pendientes de cubiertas inclinadas*), el mateix material d'acabat farà la funció d'impermeabilització, sense necessitat de la col·locació d'una capa addicional com ara, una làmina asfàltica.

- Geotèxtil

Es col·loca damunt de la impermeabilització. Aquesta capa serveix per protegir de les arrels o possibles creixements de vegetació a la coberta. Damunt d'aquesta és col·locarà una capa de morter per afegir una protecció extra a la impermeabilització.

- Aïllament tèrmic

L'aïllament tèrmic, en el cas de les cobertes inclinades sobre suport estructural, normalment anirà col·locat després de la impermeabilització. En el cas de les cobertes inclinades sobre suport horitzontal, normalment, anirà col·locar entre els elements de formació de pendents, com per exemple serien els envanets “conillers”.

- Material d'acabat.

El acabat tradicional sol ser la teula ceràmica, però pot ser un altre tipus d'acabat (pissarra, galvanitzats, sintètics, etc).

2.2.1.2.- Cobertes planes

La Coberta Plana és aquella amb una inclinació inferior del 5%.

Les cobertes planes es poden classificar, bàsicament, en:

- Cobertes transitables
- Cobertes no transitables

Distingint dintre d'aquestes si és una:

- Coberta tradicional.
- Coberta invertida.

Cobertes Transitables

Les cobertes transitables són les que tenen una capa de protecció que els permet el trànsit peatonal o rodat per la seva superfície.

Alguns exemples d'aquestes podrien ser: coberta amb paviment flotant, coberta calenta transitable, coberta ventilada, etc.

Cobertes No Transitables

El tipus de capa de protecció, el impermeabilitzant autoprotegit, grava o aigua, determinen la possibilitat de transitar sobre una coberta, no obstant sense ser transitable es considera una zona de protecció preparada per efectuar el manteniment periòdic de la coberta.

Alguns exemples d'aquestes podrien ser: coberta invertida amb protecció de grava, coberta enjardinada, coberta inundada, etc.

Cobertes tradicionals:

Són aquelles cobertes en les quals la impermeabilització està col·locada per sobre de l'aïllament tèrmic.

Cobertes invertides:

Són aquelles cobertes en les quals l'aïllament tèrmic està col·locat per sobre de l'impermeabilització.

Elements que la componen:

- Sistema de formació de pendents:

En les cobertes planes, la formació de pendents, es farà amb una capa de material, que pot ser per exemple formigó cel·lular, aquesta capa de formació de pendents ha de ser d'un material lleuger i a ser possible que ens proporcioni aïllament tèrmic. Les pendents mínimes estan especificades en CTE- HS1, (*taula 2.9 pendientes en cubiertas planas.*)

- Impermeabilització

La impermeabilització, anirà col·locada, sobre la formació de pendents en el cas de cobertes invertides, o sobre l'aïllament tèrmic en cobertes tradicionals. Per sobre d'aquesta es pot realitzar una capa de morter per donar una protecció extra a la impermeabilització.

- Geotèxtil

Es col·loca damunt de la impermeabilització. Aquesta capa serveix per protegir de les arrels o possibles creixements de vegetació a la coberta. Damunt d'aquesta és col·locarà una capa de morter per afegir una protecció extra a la impermeabilització.

- Aïllament tèrmic

L'aïllament tèrmic, en el cas de les cobertes invertides, es col·locarà damunt de la impermeabilització. En el cas de les cobertes tradicionals es col·locarà sota la impermeabilització.

- Material d'acabat.

El material d'acabat pot ser de molts tipus, alguns exemples podrien ser: material vegetal, paviment flotant, paviment ceràmic, material granular, aigua (en el cas de la coberta inundada, etc.)

De totes les cobertes anteriors, s'ha triat la coberta enjardinada, perquè es considera que és el tipus més indicat pel tipus de projecte.

Dintre de les cobertes inclinades, les inclinades sobre forjat inclinat, tenen l'inconvenient de no tindre un funcionament tèrmic massa bo, per contra tenen l'avantatge de que si tenen la pendent mínima exigida pel CTE, no fa falta la col·locació d'una capa complementària d'impermeabilització. Les cobertes inclinades sobre suport inclinat, les que són ventilades, són també una bona solució, ja que creen un espai tap, i a la vegada amb la ventilació ens evita les humitats i un sobreescalfament en èpoques caloroses, així doncs aquesta podria ser una bona solució, però s'ha descartat perquè esta entrant en desús. Si parlem de cobertes planes, s'ha triat la coberta invertida, ja que al col·locar l'aïllament tèrmic sobre la impermeabilització, protegeix aquesta de les inclemències del temps i dels canvis de temperatura, tot plegat fa que ens augmenti la durabilitat de la impermeabilització. Dels diferents tipus d'acabats de les cobertes planes, s'han rebutjat tots els que suposin un aferrat del material d'acabat al suport, ja que aquests dificulten la separació i recuperació dels elements a l'hora de l'enderroc. La coberta plana amb paviment flotant també té un bon comportament tèrmic, per les mateixes raons que la coberta inclinada sobre suport horitzontal ventilada, la coberta inundada, per ser una solució poc estesa i aïllada.

Així doncs, s'ha triat la coberta enjardinada, pel seu bon comportament tèrmic, perquè utilitza materials naturals i humidifiquen l'ambient, encara que s'ha de tenir en compte que tenen un consum d'aigua.

Seguidament, en el següent apartat, s'aprofundirà en les cobertes enjardinades.

2.2.2.- Coberta enjardinada

La coberta enjardinada és aquella, que té un acabat format per matèria vegetal. Encara que està considerada una coberta plana, podem veure que també es pot fer servir en cobertes amb certa inclinació.



Els terrats o cobertes planes es protegeixen sovint amb grava o lloses. A l'estiu les radiacions solars poden provocar fàcilment oscil·lacions de temperatura de més de 50°C en la coberta (temperatura nocturna 10°C, temperatura diürna 60-80°C). La superfície de la coberta ha de llavors dilatar-se i tornar a contreure's, de manera que ha de suportar una gran tensió. Amb una coberta enjardinada, aquestes diferències de temperatura es redueixen a aproximadament 25°C.

Òbviament, això també repercuteix en la temperatura de l'habitatge sota la coberta. A l'estiu la temperatura és més baixa, el que fa que la vida sota la teulada sigui més suportable i menys costosa. Per contra, a l'hivern, la coberta enjardinada actua com aïllant tèrmic i contribueix a reduir els costos de calefacció.

L'aire millora i les plantes absorbeixen la pols com un filtre. Les temperatures que refracta una coberta enjardinada són considerablement més baixes que les d'una teulada de cant rodats o d'una superfície rugosa.

Fins i tot el soroll no es reflecteix, sinó que és absorbit per la superfície vegetal.

2.2.2.1.- Tipologies de cobertes enjardinades

Coberta enjardinada intensiva

Les cobertes enjardinades intensives presenten unes condicions de distribució i aprofitament comparables a les de qualsevol jardí plantat directament en el sòl. Es pot plantar vivaços, llenyoses, gespa i, en alguns casos, fins i tot arbres. L'ocupació d'aquest tipus de vegetació requereix característiques especials en el disseny de la coberta. Aquestes plantes necessiten, a més, reg amb regularitat (o emmagatzematge d'aigua), així com el subministrament de nutrients. Aquest tipus de coberta enjardinada necessita cures regulars per a mantenir-se de forma duradora.

Aquest tipus de vegetació pot arribar a pesos superiors als 280 Kg/m². A causa de les característiques especials que requereix aquest tipus de vegetació quant al disseny de la coberta, l'espessor mínim d'aquesta serà de 21 cm. Aquesta càrrega de la coberta ha de tenir-se en compte a l'hora de planificar l'obra.

Característiques:

- Gran varietat de vegetació a triar
- Distribució lliure
- Fàcil combinació amb superfícies transitables i superfícies amb tràfic rodats
- Gran esforç estàtic de més de 280 Kg/m² aprox.
- Altura superior als 21 cm.

Capas que la componen:

Una coberta enjardinada intensiva es construeix a força de diverses capes. La coberta estarà composta per diverses capes funcionals separades entre elles. Així, la capa de suport de la vegetació estarà separada de la làmina filtrant mitjançant una capa de filtre. La capa de filtre s'ocupa que no arribi cap resta de la capa de suport de la vegetació fins a la làmina filtrant, garantint així una evacuació horitzontal i duradora

de l'aigua. Així mateix, la capa filtrant anirà separada de la membrana impermeabilitzant mitjançant una capa de protecció.

- Capa de vegetació

Les cobertes enjardinades intensives permeten les següents combinacions de plantes:

- Gespa
- Vivaces i llenyoses de grandària reduïda
- Vivaces i llenyoses d'alçada mitja
- Vivaces i arbustos de gran alçada
- Arbustos grans i arbres de grandària reduïda
- Arbres d'alçada mitja i arbres alts
- Arbres alts

L'elecció de les plantes vindrà determinada per les condicions tècniques de construcció de la coberta. Els arbres i els arbustos s'asseguren contra el vent mitjançant cables metàl·lics. Els cables metàl·lics es poden subjectar en enreixats (de metall o plàstic) que s'instal·len per sota de la capa de suport de la vegetació.

- Capa de suport de la vegetació

La capa de suport de la vegetació és la capa on es realitza tota la proliferació d'arrels. Ha de ser d'estructura estable, emmagatzemar l'aigua que s'infiltra i tenir-la disponible per a les plantes, dipositant l'excedent d'aigua en la làmina filtrant.

L'espessor de la capa de suport de la vegetació oscil·la normalment entre els 15 i els 200 cm i dependrà del tipus de vegetació triat, però potser superior.

- Capa de reserva d'aigua

A causa de la gran superfície d'evaporació de les plantes, les cobertes enjardinades intensives requereixen gran quantitat d'aigua. En la majoria dels casos, no és possible realitzar els regs segons les necessitats de les plantes, ja que quan s'adverteix aquesta necessitat (perquè s'han marcit les plantes), aquestes ja han sofert un dany. La composició mineral i orgànica del substrat permet emmagatzemar l'aigua, posant-la parcialment a la disposició de les plantes. Això fa que es dissenyin majors espessors de substrat. L'inconvenient és una major càrrega de la coberta i una major altura de l'estructura.

La reserva d'aigua en cossos filtrants de plàstic l'aigua arribarà a la capa de suport de la vegetació únicament per evaporació. No és possible, per tant, abastir d'aigua la capa de suport de la vegetació de forma natural mitjançant capil·laritat, la qual cosa es fa molt lentament a causa del espessor del substrat i en aquest tipus de plantes ja s'hauran mort.

Mitjançant la utilització de la manta de retenció d'aigua es pot emmagatzemar, de forma natural, tal com succeiria amb un perfil de sòl natural (sòl argilenc / subsòl). El transport d'aigua es fa de forma capil·lar mitjançant contacte directe de la capa de suport de la vegetació amb la manta de retenció d'aigua.

No es produeixen bassals en la capa de suport de la vegetació, ja que l'aigua s'emmagatzema en la manta de retenció d'aigua, sota 5 cm, i es transmet de forma capil·lar a través de la part superior segons la necessitat. Mitjançant el contacte directe de la manta de retenció d'aigua amb el substrat de creixement per a cobertes enjardinades, les plantes poden regular de forma autònoma i natural, d'acord amb les seves necessitats, les seves reserves d'aigua. Quan la manta de retenció d'aigua se satura, l'excedent es condueix a la làmina filtrant.

- Capa de filtre

En els enjardinaments de cobertes s'utilitzen filtres i teixits filtrants que no deixen pas a les partícules fines del substrat de creixement per a cobertes enjardinades. En primer lloc, la làmina filtrant ha d'estar protegida de forma duradora contra les obstruccions degudes a les partícules fines. Segons l'esforç mecànic, el pes serà d'entre 100-200 g/m² aprox. El diàmetre d'obertura de porus dels filtres i teixits filtrants és l'adequat per a la teixidura del sòl del substrat de creixement per a cobertes enjardinades.

- Capa drenant

La làmina filtrant alleuja la pressió hidrostàtica de l'aigua en la impermeabilització. Desvia l'excedent d'aigua de les cobertes enjardinades, evitant així que es formin bassals. La capa drenant ha de contar amb una alta permeabilitat vertical a l'aigua i una alta capacitat de flux de l'aigua en el nivell horitzontal.

- Capa de separació i protecció

La capa de protecció protegeix la impermeabilització de la coberta de la deterioració mecànica de les arrels. Aquesta protecció es pot aconseguir mitjançant una capa independent amb un pes mínim de 300 g/m². Si s'empra una capa de protecció independent, aquesta haurà d'estar composta per una manta de protecció, una manta de granulat de cautxú o un filtre de geotèxtil. El dimensionament i la solidesa de la capa de protecció han d'adequar-se al grau de desgast

La capa de protecció serveix també com separació de materials químics incompatibles entre si.

- Aïllament tèrmic

És la capa que aïlla tèrmicament.

- Membrana impermeabilitzant resistent a les arrels

Membrana bicapa adherida, sistema que s'utilitza per a aconseguir un bon comportament mecànic i de resistència a la proliferació de arrels.

Coberta enjardinada extensiva

El enjardinament extensiu de cobertes consisteix en la plantació en la coberta d'un tipus de vegetació natural que requereix un manteniment mínim per al seu desenvolupament. S'utilitzen plantes amb gran capacitat de regeneració i que siguin capaces d'adaptar-se de forma satisfactòria a emplaçaments extrems. Les plantes han de procedir de la flora regional o centreeuropea i estar adaptades a les condicions climàtiques de la zona.



Les condicions de distribució i aprofitament són limitades, en comparació de les de les cobertes enjardinades intensives. L'ocupació d'aquest tipus de vegetació no requereix massa particularitats en el disseny de la coberta. Aquestes plantes no necessiten, tampoc, massa cures quant a aigua i subministrament de nutrients.

Les cobertes enjardinades extensives només s'han de trepitjar per a realitzar visites de control o labors de manteniment. En general, en les cobertes enjardinades extensives no sol ser necessari efectuar regs addicionals.

Característiques:

- Limitada selecció de plantes i possibilitats de distribució de les mateixes.
- Construcció i manteniment de cost reduït; en general, és suficient amb una o dues visites de control a l'any.
- Alçada reduïda; d'uns 7 a 15 cm.
- Reduït esforç estàtic; des d'uns 50 Kg./m² aprox. incloent les plantes.
- Rendible (tant la seva construcció com el manteniment).

Capas que la componen:

Està composta per la capa de suport de la vegetació estarà separada de la capa drenant mitjançant una capa de filtre. Com la capa de substrat no té una funció filtrant horitzontal, el substrat es pot barrejar amb substàncies orgàniques, el que contribueix a crear un suport millor per a l'aigua i els nutrients. Això augmenta la capacitat d'emmagatzematge i millora el creixement de les plantes. La capa de filtre s'ocupa que no es saturi la làmina nodular, per a garantir així una evacuació horitzontal i duradora de l'aigua.

- Capa de vegetació

En les cobertes enjardinades extensives, s'utilitzen plantes que siguin capaces d'adaptar-se de forma satisfactòria a emplaçaments extrems i que presentin una gran capacitat de regeneració. Les plantes haurien de procedir de l'àmbit de la flora centreeuropea i s'haurà de tenir en compte la flora regional i les condicions climàtiques. Les cobertes enjardinades extensives permeten la incorporació de les següents varietats:

- Enjardinament amb molsa i plantes del gènere Sedum.
- Enjardinament amb plantes del gènere Sedum, molsa i aromàtiques.
- Enjardinament amb plantes del gènere Sedum, aromàtiques i gespa.

- Capa de suport de la vegetació

La capa de suport de la vegetació és la capa on es realitza tota la proliferació d'arrels. Ha de ser d'estructura estable, emmagatzemar l'aigua que s'infiltra i tenir-la disponible per a les plantes, dipositant l'excedent d'aigua en la làmina filtrant. El substrat de creixement per a cobertes enjardinades ha de tenir, per això, un alt contingut en substàncies minerals de (92- 94%) i un baix contingut (8-6%) de substàncies orgàniques. L'alt contingut en substàncies minerals serveix perquè la capa de suport de la vegetació no es redueixi en els períodes secs, el que podria fer que es trenquessin les arrels.

- Capa de filtre

Igual que intensives (mirar capa filtre intensives)

- Capa drenant

Igual que intensives (mirar capa filtre intensives)

- Aïllament tèrmic:

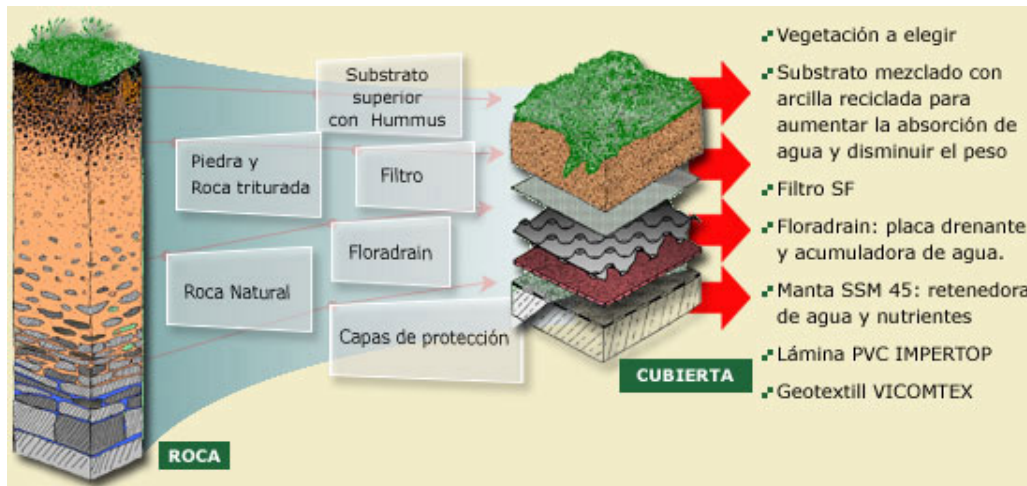
Igual que intensives (mirar capa filtre intensives)

- Membrana impermeabilitzant resistent a les arrels

Igual que intensives (mirar capa filtre intensives)

2.2.2.2.- Funcionament del sistema

El principi de funcionament de la coberta enjardinada, el trobem a la mateixa natura.



Com podem veure el que fa la coberta és imitar al terreny natural.

Cicle de funcionament:

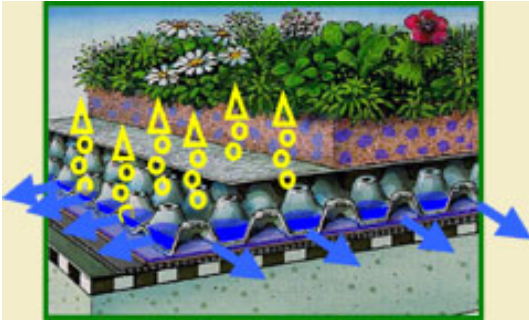
L'aigua de pluja xopa el substrat i es filtra pel geotèxtil arribant a la placa drenant. Aquesta placa aquesta formada per cavitats inferiors on queda emmagatzemada part de l'aigua. Altra part de l'aigua es filtra pels orificis que té la placa en les concavitats superiors. Quan la part de l'aigua filtrada arriba a la manta retenidora aquesta es xopa (en el cas de les extensives no n'hi ha). Seguint un cicle natural l'aigua es va evaporant humitejant i oxigenant el substrat per mitjà dels orificis de la placa drenant.



Retenció d'aigua



Drenatge adequat



Oxigenació i humidificació

2.2.2.3.- Avantatges i inconvenients

Alguns dels seus avantatges:

- Augmenta l'esperança de vida de la impermeabilització a estar protegida dels raigs UVA, i de les temperatures extremes.
- Redueixen el cost d'energia. L'aïllament tèrmic de les cobertes enjardinades és major que en les convencionals.
- Redueixen el calor urbà, filtrant i disminuint la pols de l'aire de la ciutat. Humidifiquen i refreden l'ambient millorant el microclima urbà.
- Redueixen el nivell de soroll.

Alguns dels seus inconvenients:

- Major cost.
- Major gruix.
- Té un manteniment.
- Consum d'aigua, s'han de regar les plantes.

2.3.- FAÇANES

La façana és un element, que protegeix l'edifici del fred i la calor, de l'aigua de la pluja i de la radiació solar. Per lo tant, és un dels elements de més importància per la conservació de l'estabilitat de tota la construcció.

2.3.1.- Classificació i Tipologies de façanes

Les façanes les podem classificar, bàsicament:

- Façanes massisses
- Façanes amb cambra d'aire no ventilada
- Façanes amb cambra d'aire ventilada.
- Façanes especials. (mur trombe)

De tipus de façanes en podem trobar més, però aquestes que hem classificat, estant orientades per edificis de vivendes, podríem trobar per exemple les façanes de mur cortina, utilitzades en blocs d'oficines per exemple.

2.3.1.1.- Façanes massisses

Les façanes massisses són aquelles que no tenen cap cambra d'aire entre la fulla exterior i la fulla interior. Aquestes poden ser de materials diversos (fàbrica de ceràmica, formigó, etc).

Dintre d'aquests tipus de façanes es podrien diferenciar si estan formades per una fulla o dues fulles.

Solen tenir una gran inèrcia tèrmica.

2.3.1.2.- Façanes amb cambra no ventilada

Les façanes de cambra ventilada són aquelles que disposen d'una cambra d'aire entre la fulla exterior i la fulla interior. La disposició de les capes de l'exterior al interior seria: Acabat exterior, fulla exterior, cambra d'aire, aïllament tèrmic encara que per raons de construcció moltes vegades va col·locat abans de la cambra d'aire), fulla interior i acabat interior.

2.3.1.3.- Façanes amb cambra ventilada

Aquestes igual que les façanes amb cambra no ventilada, disposen d'una cambra d'aire entre la fulla exterior i la fulla interior, amb la variant que la cambra d'aire esta ventilada. En aquest cas la disposició de les capes de l'exterior al interior serien: acabat exterior, fulla exterior, cambra d'aire ventilada, aïllament tèrmic, fulla interior i acabat interior.

Al ventilar la cambra d'aire a l'estiu no s'escalfarà massa la façana, ja que al ser ventilada crea una corrent d'aire ascendent, en que l'aire calent surt per la part superior i entra aire nou per l'inferior, evitant així que l'aire de la cambra s'escalfi i en conseqüència la fulla interior.

2.3.1.4.- Façanes especials

Dintre d'aquest tipus de façanes podríem incloure-hi, per exemple, mur trombe, mur d'aigua, de palla.

Considerarem únicament en mur trombe, que ja ha estat explicat en l'apartat anterior (*ubicació, entorn i sistemes bioclimàtics, mur trombe*)

A l'hora d'escollir una façana o una altra, com s'ha vist fins ara, depenent de l'orientació de la façana tenim uns guanys tèrmics i solars diferents. Seguint els criteris exposats en el punt 1, (Ubicació, entorn i sistemes bioclimàtics) hem triat:

- *Façana Nord: Façana massissa*
- *Façana Sud: Façana massissa*
- *Façana Oest: Façana amb cambra d'aire ventilada*
- *Façana Est: Façana amb cambra d'aire ventilada.*

En les façanes nord i sud, s'ha triat la façana massissa perquè necessitem inèrcia tèrmica i que ens acumulin la calor. A les façanes est i oest s'ha triat la tipologia de façana ventilada, per evitar que s'escalfin les parets i ens puguin provocar un sobreescalfament de la vivenda en èpoques caloroses com l'estiu. .

A continuació s'explicarà la façana ventilada, ja que es considera que potser es la que crea més dubtes sobre la seva composició i els elements que la componen. La façana massissa no s'explicarà ja que aquesta està formada únicament per un o variis materials col·locats formant capes, sense la disposició d'una cambra d'aire o elements especials, tal com s'ha explicat anteriorment.

2.4.- FAÇANA VENTILADA

2.4.1.- Definició del sistema

El sistema de façana ventilada, és un sistema de tancament de façana format a partir de varies fulles o capes.

La seva principal característica és la de crear una cambra d'aire en moviment, entre la fulla interior i l'exterior creant un "matalàs tèrmic". L'objectiu primordial d'aquest tipus de tancament és el de crear un "efecte xemeneia", efecte que es produeix per la convecció de l'aire.

Aquest sistema ofereix grans avantatges tèrmiques als edificis, ja que possibilita la col·locació de materials aïllants sobre la fulla interior, generant noves prestacions tant tèrmiques com acústiques.

Aquest tipus de sistema amb aïllament per l'exterior és una bona solució als ponts tèrmics i proporciona una protecció addicional contra els agents atmosfèrics.

2.4.2.- Funcionament

La radiació solar escalfa l'aire de la cambra, aquest aire calent és de menor densitat, això produeix que el flux més fred circuli cap avall i el més calent cap amunt, produint una corrent ascendent (gràcies al efecte xemeneia). Aquest efecte garanteix una reducció considerable en les transmissions tèrmiques cap al interior de l'edificació, tant en estacions càlides com en les fredes, reduint així el consum energètic ocasionat pel condicionament dels interiors, contribuint d'alguna manera a la viabilitat energètica i ecològica de les edificacions.

2.4.3.- Elements del sistema

La façana ventilada és així un sistema que està configurat per varies fulles. Per tant haurem de conèixer les característiques de les distintes capes funcionals i dels elements que la formen i analitzar els aspectes i requisits de cada una de les capes.

- **La fulla interior**

La fulla interior o suport és un element que forma part del conjunt solidari de l'edifici, pot ésser portant i rebre la càrrega dels forjats o pot ser simplement un tancament. En qualsevol dels casos estarà insertada entre els elements estructurals..

- **La subestructura**

És el mitjà de connexió del revestiment amb l'element de tancament o estructural de l'edifici, tot i que el sistema ofereix múltiples possibilitats en quant al disseny, generalment està formada per perfils verticals o muntants i perfils horitzontals o travessers, que formant una retícula s'uneixen a la fulla interior i a l'estructura de l'edifici a través dels ancoratges.

- **Els ancoratges**

Els ancoratges són els elements de fixació que connecten la fulla exterior amb l'estructura portant de l'edifici i/o amb la fulla interior, i a través dels quals es transmetran les càrregues degudes principalment a l'acció del vent i al pes propi.

- Les unions

Al igual que els anclatges les unions, poden ser fixes o lliscants. Les unions fixes s'utilitzen per ancorar els travessers als muntants. Mentre que les lliscants tenen la seva aplicació en la junta de dilatació. La missió dels ancoratges i les unions és immobilitzar entre si la resta d'elements que formen la façana, i alhora unir-la als elements resistents de l'estructura general de l'edifici.

- L'aïllament

És l'element que més incidència tindrà, junt amb la fulla interior per assegurar el compliment de les exigències tèrmiques i acústiques del tancament. A més l'aïllament té una missió protectora molt important, a la cambra ventilada degut a la circulació de l'aire si poden produir condensacions, aquest protegeix la fulla interior evitant així condensacions al interior.

- La cambra ventilada

La cambra ventilada és l'espai que es forma immediatament darrera la fulla exterior. A la cambra se li encomana en gran part les dues missions principals de la façana: l'estanquitat i la protecció tèrmica. A la primera contribueix evacuant l'aigua que pugui penetrar a través de la fulla exterior i a la segona gracies a la convecció de l'aire.

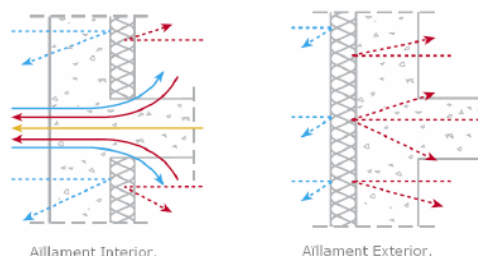
- El revestiment exterior

És l'element que revesteix l'edifici, la seva funció és la de caracteritzar l'estètica de la façana, així com protegir l'aïllament i la fulla exterior dels agents atmosfèrics-contaminants i contribuir a obtenir millors resultats. Existeixen gran varietat de materials en revestiments per a façanes ventilades.

2.4.4.- Avantatges

-És un sistema molt eficaç per solucionar l'aïllament de l'edifici, eliminant els ponts tèrmics, ja que és possible realitzar un aïllament continuo per l'exterior de l'edifici protegint la fulla interior així com els cantells del forjats. Al col·locar l'aïllament per l'exterior podem evitar els ponts tèrmics i proporciona una protecció addicional contra els agents atmosfèrics.

Eliminació ponts tèrmics



- Gràcies a la cambra d'aire ventilada, s'eviten problemes de condensació i s'obté un excel·lent comportament tèrmic-higromètric de l'edifici. Dimensionant adequadament l'entrada i sortida de l'aire s'aconsegueix una constant evacuació de vapor d'aigua,

provinent tant del interior com de l'exterior de l'edifici, mantenint l'aïllament sec i obtenint un millor rendiment d'aquest i un gran estalvi en el consum energètic.

- La façana ventilada elimina les radiacions directes o les inclemències meteorològiques sobre els murs i forjats protegint-los de patologies.
- L'efecte de la cambra ventilada garanteix una reducció considerable en les transmissions tèrmiques cap al interior de l'edifici, tant en estacions càlides com en les fredes, reduint així el consum energètic.

P
A
R
T

T
E
Ò
R
I
C
A

3. AÏLLAMENT TÈRMIC

3.1.- GENERALITATS DE L'ÀILLAMENT TÈRMIC

3.1.1- Per què aïllar

En l'adaptació al mitjà, l'ésser humà es diferencia de la resta d'éssers vius per una activitat incessant per la qual el propi mitjà és transformat, per a adequar-lo a les necessitats humanes. Així la cabanya més primitiva mostra aquest acondicionament de l'entorn perquè arribi a ser el lloc de l'home. Es tracta de marcar el territori, segregant la part d'ell que ens pertany. Es veu, per tant, que, des dels orígens, la pròpia habitació de l'home inclou aquesta idea forta d'aïllar-se. L'home ha buscat sempre, dintre de les limitacions de cada lloc i època, acostar-se a una situació de confort, en la qual la variable tèrmica és clau. A tal fi, el control del foc va poder suposar un primer gran pas. Però l'ésser humà va veure també que la fusta que cremava –i es perdia en la combustió- es podia emprar de manera més eficaç i duradora com material de construcció per a aixecar la seva casa. Avui dia els criteris mediambientals de sostenibilitat són la traducció actual d'un pensament que mai ha de ser econòmic a seques sinó que comporta l'ús adequat dels recursos i un ecològic "menys és més". I un dels elements fonamentals per a assolir-lo en la construcció és l'aïllament tèrmic.

3.1.2.-Control tèrmic de l'edifici

Com s'ha indicat, un edifici ens separa del continu de l'entorn natural i crea unes condicions internes més o menys controlades. Qualsevol material de construcció que formi els murs, coberta i sòl de l'edifici "aïlla" de l'exterior en aquest sentit de separar.

L'eficàcia tèrmica de tal separació depèn de diversos factors:

La configuració de l'edifici adaptat a les condicions del lloc

Topografia, vegetació, orientació, assolejament, vents i pluges dominants, etc. Aquest factor forma part del projecte d'arquitectura de l'edifici. La casa amb pati mediterrània és un bon exemple dintre de l'arquitectura. D'altra banda, s'interrelaciona granment amb la manera d'urbanitzar. (aquests criteris han estat tractats a l'apartat 1, *Ubicació, entorn i sistemes bioclimàtics*)

La inèrcia tèrmica de la construcció

En funció de les condicions locals podrà interessar contar amb major o menor capacitat calorífica. Quanta major inèrcia tèrmica tingui l'edifici, és a dir, quanta major capacitat calorífica, més estable serà la construcció davant els canvis de temperatura exteriors. (aquests criteris han estat tractats a l'apartat 2, *sistemes constructius*)

La ventilació de la superfície envolvent

En climes d'intensa radiació solar, o amb problemes d'elevada humitat, la ventilació de la superfície envolvent equival a posar dues pells entre l'interior i l'exterior, en comptes d'una. Beneficiós a l'efecte de dissipar la calor, en climes amb gran radiació solar, i d'assecar qualsevol humitat retinguda en l'envolvent. (aquests criteris han estat tractats a l'apartat 2, *sistemes constructius*)

El color de les superfícies exteriors de l'envolvent.

Important de cara a controlar l'efecte de la radiació solar, major amb colors foscs –major absorció de radiació–, menor amb colors clars. (aquests criteris han estat tractats a l'apartat 1, *Ubicació, entorn i sistemes bioclimàtics*)

L'aïllament tèrmic de l'envolvent, tema d'aquest apartat.

3.1.3.- Funcionament de l'aïllament tèrmic

Reduint intensament la transmissió tèrmica a través de la superfície envolvent de l'edifici. Es pot veure des de la inversa, la resistència tèrmica, que és, així, augmentada tot el possible.

$$R = \frac{l}{U} = \frac{\text{espesor}}{\text{conductivitat}} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})} \right] = [(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$$

Si diem “intensament” és perquè cal diferenciar les prestacions tèrmiques ofertes per un aïllament tèrmic com a tal, de les ofertes per qualsevol altre material de construcció. El valor que defineix aquestes prestacions és la conductivitat tèrmica, λ (lambda), i en la fórmula anterior es pot obtenir una R per a qualsevol material, ja que no hi ha cap tan superconductor de la calor com per a tenir una conductivitat infinita. De la mateixa manera no existeix cap aïllant que talli absolutament el flux de calor amb una conductivitat nul·la (= 0).

Les unitats de conductivitat tèrmica expressen, per a un espessor unitari [m], l'energia per temps [W =Watt], per unitats dimensionals de superfície [m²], i per grau de diferència de temperatura [K = Kelvin]. Com es veu, són unitats fàcilment traduïbles en termes d'energia per metre quadrat [kWh/m²] una vegada que s'ha determinat un període de temps [hores] i un salt tèrmic [graus] vàlid per a aquest període.

3.1.3.1.- Prestacions tèrmiques d'un aïllament tèrmic

Els aïllaments tèrmics presenten valors molt baixos de conductivitat i aïllen tèrmicament d'una manera especialment “intensa”, amb una diferència respecte dels altres materials que és d'ordre de magnitud, com es pot veure a continuació en la taula:

MATERIAL	CONDUCTIVIDAD TÈRMICA [W/(m·K)]
Metales	35 (plomo)-384 (cobre)
Hormigón	1.63-2.74
<i>Agua</i>	<i>0.60 (líquida)-2.50 (hielo)</i>
Mortero de cemento	0.35-1.40
Ladrillo macizo	0.72-0.90
Bloques de hormigón	0.35-0.79
Ladrillo hueco	0.49-0.76
Enlucidos de yeso	0.26-0.30
Ladrillo multialveolar	0.20-0.30
Maderas, tableros	0.10-0.21
Hormigón celular	0.09-0.18
Aislamientos	0.026-0.050
<i>Aire (sin convección)</i>	<i>0.026</i>

3.1.3.2.- Incidència de l'aigua en el comportament tèrmic dels materials

Encara que l'aigua no és un material de construcció "a l'ús" (a pesar de les cobertes d'aigua o murs d'aigua, on s'aprofita la seva capacitat calorífica –inèrcia tèrmica-, no el seu escàs poder aïllant), no obstant això forma part no desitjada però inevitable de les construccions, tant en la seva forma líquida, com en la molt més perillosa forma sòlida (gel). Així ocorre amb les infiltracions d'aigua de pluja, les nevades, les gelades, les condensacions, la capilaritat ascendent des del terreny, la pròpia aigua usada en la construcció de l'edifici, etc. De l'examen dels valors de conductivitat de l'aigua es desprèn l'augment de conductivitat tèrmica dels materials de construcció quan absorbeixen aigua.

3.1.3.3.- L'aire com aïllament tèrmic

L'aire no és un aïllament tèrmic, a pesar de la molt baixa conductivitat que li caracteritza. En una càmera d'aire la transmissió tèrmica no es produeix en funció d'una conducció baixa, sinó d'un altre dels tres mecanismes físics de la transmissió tèrmica: la convecció (de fluids i gasos). Com es recull en nombrosos Codis i Normes de l'edificació, una cambra d'aire arriba a un màxim de resistència tèrmica per a un espessor d'uns 50 mm. Però aquesta resistència tèrmica $[0.18 (m^2 \cdot K)/W]$ és entre 5 i 10 vegades menor que la que proporciona un aïllament tèrmic del mateix espessor [de 1 a $1.92 (m^2 \cdot K)/W$]. De fet, un aïllament tèrmic sol oferir una estructura material que permet confinar l'aire (o altre gas) sense pràcticament cap convecció, de manera que la conductivitat ponderada del material estigui el més prop possible de la de l'aire.

En quant a les cambres d'aire, el seu efecte tèrmic més beneficiós serà quan, com es va exposar a l'apartat 3.1.2. *control tèrmic de l'edifici*, serveixin per a dissipar la calor mitjançant ventilació (convecció forçada). És a dir, serviran en condicions estivals d'intensa radiació solar.

3.1.4.- Gruix de l'aïllament tèrmic

La idea bàsica és que l'aïllament tèrmic no és una despesa, sinó una inversió, ja que la despesa inicial es veu compensat en un termini més o menys llarg, a través de l'estalvi energètic en combustible per a la calefacció i, cada vegada més, per a la refrigeració de l'edifici o habitatge. I en el llarg termini que és la vida útil de l'edifici, aquesta tornada econòmica produeix un benefici econòmic.

La pregunta llavors és: quin espessor d'aïllament produeix la màxima rendibilitat econòmica?. El dimensionament correcte de l'aïllament tèrmic estarà en funció d'una sèrie de variables, com són la climatologia local, el sistema constructiu triat, el cost i les prestacions tèrmiques de l'aïllament tèrmic en particular que es tracti.

Referent a les condicions climatològiques és clar que la major severitat climàtica d'una localitat durà a uns rendiments majors de l'aïllament tèrmic que s'incorpori ja que l'estalvi energètic que s'aconsegueixi per a unes mateixes condicions de confort interior serà major que si no s'aïllés en absolut (amb un mateix espessor d'aïllant s'estalvia més calefacció als Pirineus que a la costa).

Els sistemes constructius, amb els seus diversos graus d'inèrcia tèrmica i ventilació, la complicació major o menor per a incorporar espessors creixents d'aïllament tèrmic, o fins i tot la possibilitat que el propi aïllament compleixi un paper addicional important com capa protectora de l'estructura o d'altres materials (cas del conegut concepte de coberta "invertida"), també determinen el dimensionament més adequat.

La relació prestacions tèrmiques / cost de l'aïllament serà, en definitiva i una vegada que els dos aspectes anteriors estan predefinits, la clau per a respondre a la pregunta.

La resposta és que, donat un horitzó econòmic (30 i 50 anys són períodes habituals), per a cada parella de condicions (condició climàtica i sistema constructiu), haurà un espessor econòmic, que serà el màxim òptim des del punt de vista econòmic, aquell que maximitza l'estalvi energètic i la rendibilitat econòmica.

En definitiva aïllar més és millor fins a arribar a aquest espessor econòmic. A partir d'ell no mereix la pena.

3.1.4.1.- Exigències del la normativa

El Document Bàsic sobre Habitabilitat – Estalvi d'Energia (DB-HE) del CTE planteja dos mètodes per a comprovar el compliment de les exigències: un mètode general, que implica una modelització de l'edifici mitjançant eina informàtica de relativa complexitat, i un mètode simplificat en el qual només es verifica el compliment d'una sèrie de valors U màxims en cada tancament.

De la comparança entre NBE CT-79 i el DB-HE, es veu que, la transmissió tèrmica plantejada per la NBE CT-79), és molt menys exigent que la transmissió tèrmica plantejada pel DB-HE), no obstant ni de lluny s'arriba al aïllament tèrmic òptim.

Per tant amb l'aplicació del CTE s'arriba a la mateixa conclusió exposada sota la pregunta anterior relativa a l'espessor òptim de l'aïllament: es poden i han d'augmentar els espessors mitjos actuals fins a pràcticament duplicar-los. Està justificat plenament des del punt de vista de l'eficiència energètica i mediambiental de l'edificació

3.1.4.2.- L'espessor òptim

L'espessor òptim de l'aïllament tèrmic a l'edificació espanyola, encara no s'ha aconseguit en absolut. Depenen de la zona climàtica, la solució constructiva i el tipus d'aïllament tèrmic elegit els espessors mitjos més habituals actualment en edificació es mouen entre l'interval de 2 a 6 cm.

Nosaltres el espessor òptim l'obtindrem a partir d'un estudi anomenat **CTE-PLUS**(annexes), realitzat per la casa d'aïllaments tèrmics de la casa Rockwool, el qual s'ha tingut en compte la zona climàtica, els valors de les energies en el moment i el preu de l'aïllament tèrmic

3.2.- ELS MATERIALS AÏLLANTS TÈRMICS

Un aïllament tèrmic és un material utilitzat en la construcció i caracteritzat per la seva alta resistència tèrmica. Estableix una barrera al pas del calor entre dos medis que naturalment tendirien a igualar-se en temperatura.

No es coneix cap material pur de conductivitat tèrmica igual a zero, però si existeixen alguns materials que posseeixen la propietat de tindre una conductivitat tèrmica baixa, aquests s'anomenen aïllaments tèrmics.

Gràcies a la seva baixa conductivitat tèrmica i un baix coeficient d'absorció de la radiació, el material més resistent al pas de calor és l'aire i alguns altres gasos. No obstant això, el fenomen de convecció que s'origina en les cambres d'aire augmenta sensiblement la seva capacitat de transferència tèrmica. Per aquesta raó s'utilitzen com a aïllament tèrmic materials porosos o fibrosos, capaços de immobilitzar l'aire confinant en el interior de petites cel·les més o menys estanques.

Les propietats que hauria de tindre un aïllament tèrmic, a part de la elevada resistència tèrmica, són:

- **Estabilitat física:** han de posseir característiques adequades de resistència mecànica, impermeabilitat al vapor d'aigua, etc.
- **Estabilitat química:** no han de presentar fenòmens d'envelliment, han de ser resistents als agents destructius químics.
- **Resistència al foc:** han de ser incombustibles o al menys autoextingibles. En defecte, s'haurà de recobrir el material amb un element que li doni la adequada resistència al foc.
- **Comportament acústic:** hauria de tindre certes propietats d'aïllament acústic.

L'aïllant haurà de ser d'alta densitat i ecològic per evitar que desprengui emanacions tòxiques (el suro natural és una de les opcions més econòmiques i ecològiques, i sobretot sanes disponibles).

Les finestres disposaran de doble vidre i persianes amb aïllant interior, o es recorrerà a contrafinestres interiors de fusta. Unes cortines interiors gruixudes també ajuden a evitar l'entrada de calor a l'estiu (o la pèrdua d'aquest al hivern). Les marquesines mòbils poden ajudar com a complement, donat que poden obrir-se o tancar-se segons les necessitats del moment.

3.2.1.- Tipus d'aïllants tèrmics

3.2.1.1.- Fibra de vidre

Material aïllant mineral, d'estructura fibrosa.

Obtenció:

La fibra de vidre s'obté per diversos processos de fibrat a partir de vidre fos.

És subministra en plaques o rotllos, aquest tipus d'aïllament requereix una capa protectora superficial, per evitar que l'aigua pugui arribar a la superfície de l'aïllament i pugui ser absorbida per aquest, fet que disminuiria considerablement les seves propietats, al no tractar-se d'un material hidròfug.



Avantatges:

- Baixa conductivitat tèrmica (λ): entre 0,029 i 0,044 W/mK.
- Densitat: entre 10 i 90 kg/m³.
- Resistència al foc: Incombustible.
- Resistent als agents atmosfèrics i àcids (excepte el fluorhídric)
- Imputrescible.

Inconvenients:

- No es ecològic.
- No es pot reciclar.
- Resistència a compressió: escassa..
- Mal aïllant acústic.

3.2.1.2.- Espuma de poliuretà

Material aïllant que es presenta en forma d'espumes rígides.

Obtenció:

Provenen d'una reacció química complexa de poliisocionats sobre poliols en presència d'un agent expansiu, com el gas carbònic o el triclorofluretà.

Les espumes de poliuretà es projecten "in situ" sobre el suport que es vol aïllar. L'espuma de poliuretà és un material aïllant de molt bon rendiment. L'aspecte negatiu d'aquest tipus d'aïllament és la utilització de CFC coma agent escumant, ja que els CFC són molt agressius amb el medi ambient.



Avantatges:

- Baixa conductivitat tèrmica (λ): entre 0,029 i 0,046 W/mK.
- Densitat: entre 45 i 60 kg/m³.
- Resistència a compressió: estimable.
- No atacable per insectes i microorganismes..

Inconvenients:

- Resistència al foc: Infamable.
- No és ecològic.
- No es pot reciclar.
- Utilitza CFC, són molt agressius amb el medi ambient.

3.2.1.3.- Espuma de poliestirè expandit



Material aïllant sintètic derivat del petroli i del gas natural del qual s'obté el polímer plàstic estirè en forma de grànuls.

Obtenció:

Es forma a partir d'incorporar a un recipient metàl·lic una certa quantitat del material que té relació amb la densitat final del mateix i al injectar vapor d'aigua els grànuls s'expandeixen i formen un bloc. Degut a la seva combustibilitat se l'incorporen retardants de flama.

Avantatges:

- Baixa conductivitat tèrmica (λ): entre 0,030 i 0,038 W/mK
- Densitat: entre 10 i 30 kg/m³.
- Resistència al foc: s'ha de distingir entre dos tipus de material, els fàcilment inflamables i els difícilment inflamables.
- Resistència als fongs, bacteris i paràsits
- Imputrescible.
- Resistència alta a l'absorció d'aigua.

Inconvenients:

- Atacable per insectes i els rosegadors.
- Resistència química: es dissolen en contacte amb àcids anhidres, gasolines, base de benzè, hidrocarburs clorats, cetones i olis minerals.
- Fàcilment atacat per la radiació ultraviolada.

- Mal comportament acústic.
- Molt permeable al vapor d'aigua.

3.2.1.4.- Llana de roca

Material aïllant fibrós mineral.

Obtenció:

Obtingut a partir de diverses matèries primes, tals com roques silícies, roques basàltiques, etc. Aquest material aïllant s'assimila molt a la llana de vidre.

Es subministra en forma de plaques, panells o rotllos. El producte està lleugerament impregnat amb resina fenòlica, conferint-li característiques especials de permeabilitat al vapor, no és hidròfila ni higroscòpica i no absorbeix aigua per capil·laritat. En cas necessari els productes es poden subministrar amb barrera de vapor.



Avantatges:

- Baixa conductivitat tèrmica (λ): entre 0,030 i 0,051 W/m°C.
- Bon aïllament acústic.
- Densitat: entre 30 i 150 kg/m³.
- Resistència al foc: incombustible.

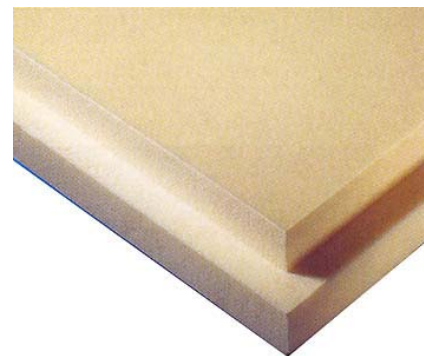
Inconvenients:

- No és ecològic.
- No es pot reciclar.
- Preu elevat.

3.2.1.5.- Polièstirè extruït

Material aïllant que es presenta en forma d'espuma rígida amb estructura de cèl·lula tancada i homogènia, fabricada per extrusió.

Es subministra en plaques. Algunes empreses empren com a agent escumant del polièstirè el CO₂ pel que és millora considerablement la seva qualitat mediambiental.



Característiques:

- Baixa conductivitat tèrmica (λ): entre 0,025 i 0,046 W/mK
- És hidròfug
- Resistència a compressió: bona
- Imputrescible i no atacable per microorganismes.
- Resistent als cicles de gel-desgel.
- Estable als agents químics, no obstant és sensible als carburants, quitrans, olis, minerals i protectors de fusta que contenen matèries orgàniques.

Inconvenients:

- Resistència al foc: Inflamable.

3.2.1.6.- Vidre cel·lular

Material aïllant artificial mineral constituït per cèl·lules tancades de diàmetres entre 0,5 i 2,5 mm, estanques a l'aigua i al vapor d'aigua, separades per panells de vidre. És una barreja a partir d'una composició vítria amb substàncies auxiliars que conformen el producte final.

Obtenció:

El vidre cel·lular es fabrica a partir de vidre fos, prèviament injectat amb anhídrid carbònic (CO₂), en una proporció del 70% en volum.

Avantatges:

- Baixa conductivitat tèrmica (λ): 0,039 W/mK
- Densitat: 180 kg/m³
- Impermeable al vapor d'aigua.
- Resistència al foc: Incombustible.
- Resistent als esforços mecànics..
- Resistent als agents atmosfèrics.
- Resistència química a bases i àcids, menys el fluorhídric
- Imputrescible
- Resistent a insectes i rosegadors

Inconvenients:

- Producte poc ecològic, en el seu procés d'obtenció s'inclou el tractament amb substàncies nocives per medi i requereix una despesa energètica molt elevada.
- No es pot reciclar.

3.2.1.7.- Suro conglomerat

El suro procedeix de l'escorça de l'alzina surera. El suro és constituït per cel·les tubulars de teixit orgànic plenes d'aire que es fan elàstiques per la impregnació de suberina, es forma suro gruixut.

Obtenció:

El suro conglomerat s'obté a partir de serradures de suro que es sotmeten a un procés d'esterilització. Es mescla amb un aglomerat i s'escalfa per mitjà de vapor. La pasta resultant s'aboca en motlles, que reben l'acció d'una premsa hidràulica. Finalment el contingut es refreda i s'asseca a fi de solidificar la substància.

Es subministra en forma de plaques, maons o serradures.

Avantatges:

- Baixa conductivitat tèrmica (λ): 0,039 W/mK
- Material flexible.
- Densitat: entre 80 i 150 kg/m³
- Bon aïllant acústic.
- Producte ecològic: natural i fàcilment reciclable.
- Maniobrable i fàcil de treballar.
- Preu econòmic.
- Químicament inert
- Imputrescible.
- Resistència al foc: difícil de cremar.
- Material impermeable
- Resistència a compressió.
- Resistent a fongs i microorganismes.

Inconvenients:

- Producte poc estès comercialment.
- Existeix la possibilitat que diferents rosegadors arribin a malmetre l'estructura.

Quadre comparatiu on s'ha marcat amb color vermell la millor opció de cada columna:

Aïllant	Preu (€/m ²)	Conductivitat tèrmica mitja (W/mk)	Cost energètic (MJ)	Emissió CO ₂ (kg)	Pes residu (kg)
Llana de vidre	4,98	0,037	50,81	3,12	0,14
Espuma de poliuretà	10,77	0,037	100,45	14,83	2,45
Poliestirè expandit	5,83	0,034	58,14	8,58	0,13
Llana de roca	5,52	0,039	61,13	2,9	0,15
Poliestirè extruït	12,11	0,036	156,42	23,09	0,17
Vidre cel·lular	27,56	0,034	115,66	10,4	0,43
Suro	9,09	0,039	27,2	2,44	0,85

D'aïllament tèrmic es considera millor opció el suro, ja que és un material natural. Com podem veure a la taula anterior, on les xifres s'han extret de la base de dades de l'ITEC (fulles annex A, justificació de preus i informació mediambiental aïllaments tèrmics), veiem que el suro és l'aïllament tèrmic que té un cost energètic inferior, i unes emissions de CO₂ inferiors que els altres. A nivell de preu és el 4rt aïllament tèrmic més barat, i si tenim en compte que l'espuma de poliuretà és l'aïllament tèrmic més utilitzat avui en dia, ens suposaria un estalvi en el cost.

En relació a la conductivitat tèrmica mitjana el suro, té una conductivitat tèrmica mitjana sensiblement superior als altres.

El pes de residu del suro, es pot veure, que és el segon aïllament que genera més pes de residu, però considerant que és el material més reciclable de tots, ja que el seu residu és suro, que és matèria vegetal i no és contaminant, llavors també podem dir que és el material més ecològic de tots.

Després del suro, a nivell de preferència, vindria la llana de vidre i la llana de roca.

P
A
R
T

T
E
Ò
R
I
C
A

4. SISTEMES DE CALEFACCIÓ I REFRIGERACIÓ

4.- SISTEMES DE CALEFACCIÓ I REFRIGERACIÓ

4.1.- CRISTERIS ENERGÈTICS I MEDIAMBIENTALS

En aquest apartat de criteris energètics i mediambientals, no només es parla de els sistemes de calefacció i refrigeració, sinó que donarem uns criteris per les instal·lacions en general, per a cada tipus d'instal·lació: sanejament, aigua sanitària, electricitat i calefacció i refrigeració.

4.1.1.- Criteris generals

1	<i>Dissenyar i perseguir una eficiència màxima de les instal·lacions amb els tipus de sistemes i equips energètics escollits. Conèixer els sistemes de producció i distribució i aplicar el més adequat.</i>
----------	---

Les diferents fonts d'energia disponibles en l'edificació, així com els sistemes disponibles, s'han d'analitzar en el context de la finalitat per la qual s'utilitzaran, per escollir la millor alternativa. La selecció d'una o altra font d'energia o de un o altre equip no determina per complet el nivell d'impacte ambiental, però si representa una important influència sobre aquest.

S'ha de procurar obtenir un estudi detallat de les alternatives energètiques disponibles i de les seves conseqüències mediambientals, abans de decidir la solució energètica a implantar en el edifici.

El consum d'energia dedicat a cada aplicació variarà en funció de factors com les característiques del edifici, les característiques dels sistemes escollits, els rendiments dels equips i el seu correcte ús.

2	<i>Considerar els següents factors ambientals en el disseny de les instal·lacions: control solar dels guanys tèrmics i de les necessitats d'il·luminació artificial.</i>
----------	---

Factors ambientals a considerar

Els guanys tèrmics i lumínics produïts per l'entrada de radiació solar al interior de la vivenda s'han de tindre en compte com aportacions naturals gratuïtes als sistemes de calefacció i d'il·luminació i, per lo tant, s'ha de disposar dels mitjans adequats per aprofitar-los al màxim i també per controlar els seus efectes, desitjats o no desitjats, en la creació del confort interior de la vivenda.

S'ha de contar amb elements passius adequats pel aprofitament d'aquests factors ambientals. Tot això s'ha de fer d'una forma que les instal·lacions, tant les que es poden considerar actives com les passives, quedin perfectament integrades en el disseny del edifici.

3	<i>Estudiar la possibilitat d'utilitzar energies renovables</i>
----------	--

Aquestes energies tenen un ús molt ampli en els edificis. Les aplicacions més importants són calefacció, aigua calenta sanitària, refrigeració, etc. En aquests cas, es poden utilitzar les fonts d'energia tèrmiques, com energia solar tèrmica.

Si utilitzem combustibles fòssils, s'ha de procurar utilitzar-los en ordre de preferència biogàs, gas natural, propà i butà.

S'ha de procurar obtenir un estudi detallat de les alternatives energètiques disponibles i de les seves conseqüències mediambientals abans de decidir la solució energètica.

4	<i>Utilitzar, en general, per a totes les instal·lacions, sistemes de control i gestió de les instal·lacions</i>
----------	---

Sistema de gestió de les instal·lacions

Els sistemes de gestió de les instal·lacions energètiques de la vivenda representen una oportunitat de controlar-les, ajustant millor els consums a les necessitats, disminuint, d'aquest mode, els consums innecessaris.

Les possibilitats existents són moltes: regulació de la temperatura, zonificació de la temperatura, programació de la temperatura, desconexió selectiva de càrregues elèctriques, gestió de la tarifa nocturna o programació temporal de càrregues, interruptor de tall de la il·luminació, etc.

5	<i>En el projecte, donar resultats energètics de l'edifici dissenyat sobre el consum previst durant l'any d'ús</i>
----------	---

Distribució de les instal·lacions

És important disposar de dades, en la fase de projecte, del consum energètic de l'edifici, fent un càlcul en base a les previsions d'ús del mateix. D'aquesta manera es tindran valors indicatius del nivell de consum i es disposaran de les mesures de control necessàries, mesures passives, mesures actives o sistemes de gestió adequat. S'ha d'actuar de manera preventiva.

4.1.2.- Sanejament

1	<i>Dissenyar instal·lacions de sanejament separatives per aigües netes i aigües negres.</i>
----------	--

Instal·lacions de sanejament separades

D'aquesta manera es podran aprofitar les aigües netes de la pluja per al reg o per algun sistema de suport en alguna aplicació com piscines, dipòsits de reserva d'aigua, etc.

S'ha de considerar com una possibilitat existent la instal·lació de recollida i aprofitament de les aigües grises, provinents de rentadores, lavabos o banyeres per al emplenat de les cisternes dels WC. En aquest cas s'ha de tenir en compte disposar d'un bon sistema de tractament de l'aigua emmagatzemada que garanteixi les seves qualitats higièniques, per a la seva reutilització.

Instal·lacions separatives: aprofitament de l'aigua de la pluja

Es tindrà que disposar d'una xarxa de recollida independent de les aigües de pluja en les cobertes i espais exteriors, i d'un dipòsit estanc per al seu emmagatzematge. Des de aquí es connectarà al sistema de reg o de reutilització de l'aigua. També es poden considerar solucions de recollida i emmagatzematge de l'aigua de pluja en espais oberts.

Depuració de les aigües residuals domèstiques

S'ha de considerar el fet de disposar d'algun sistema de depuració de les aigües residuals en vivendes unifamiliars, ja que es pot aprofitar l'aigua depurada per al reg de zones enjardinades evitant així l'ús de l'aigua de la xarxa d'abastament.

4.1.3.- Aigua, aigua calenta sanitària i reg

1	<i>Considerar la instal·lació de captadors solars per la producció de ACS, amb un sistema auxiliar convencional de recolçament</i>
----------	---

Sistema alternatiu per la producció de ACS

Amb la instal·lació de captadors solars a la coberta orientats a sud, es vol obtenir aigua preescalfada per al consum d'aigua calenta sanitària a les vivendes. D'aquesta manera, es pot aconseguir una cobertura total de la demanada en algunes èpoques. També es té de disposar d'un sistema auxiliar de suport, ja que poden donar-se ocasions en que, per excés de demanda o per condicions climàtiques especials, no hi hagi suficient amb la quantitat d'aigua preescalfada subministrada pels captadors solars.

Quan la cobertura sigui solament parcial, l'aigua haurà de ser escalfada de forma addicional per sistemes convencionals fins arribar a la temperatura de consum. No obstant, al entrar l'aigua ja a una certa temperatura, es redueix el consum d'energia necessària per arribar a la temperatura final.

S'ha de disposar d'un dipòsit d'emmagatzematge de l'aigua preescalfada que pot estar situat a la planta baixa o a la coberta, a partir del qual es doni subministra a la vivenda. Si el dipòsit es col·loca a la planta baixa s'ocupa un espai útil que es podria destinar a altres usos.

2	<i>Considerar la instal·lació de calderes d'alt rendiment</i>
----------	--

Sistemes de producció ACS

Per a solucions amb gas, és aconsellable utilitzar una caldera de baixa temperatura o de condensació, que són les que tenen un major rendiment.

D'acord amb el RITE l'elecció del sistema de preparació de ACS haurà de justificar-se en funció de la demanda, la adequada atenció al servei i al ús racional de l'energia.

3	<i>Utilitzar sistemes d'estalvi d'aigua</i>
----------	--

Sistemes d'estalvi a la cisterna del WC

Hi ha varies solucions per reduir el consum d'aigua dels WC, ja que moltes vegades no és necessària la descàrrega total del aigua de la cisterna. Els sistemes disponibles són: cisternes de capacitat reduïda, cisternes de doble descàrrega (una completa i una més curta), sistemes de flux interrompible. Són solucions econòmiques, comercialitzades, que permeten obtenir estalvis d'aigua apreciables.

Sistemes d'estalvi de consum d'aigua en les aixetes

Existeixen varies solucions per a reduir el consum d'aigua en aixetes. Són sistemes que incorporen aire a la sortida del flux d'aigua que augmenten el caudal i la sensació de disposar de més quantitat. Són solucions econòmiques i amb elles se obtenen estalvis d'aigua i energia apreciables.

Sistemes d'estalvi de consum d'aigua en ACS.

La utilització d'aixeteria termostàtica permet tenir seleccionada la temperatura adequada de consum sense necessitat de manipular l'aixeteria i per lo tant, sense

necessitat de modificar la demanda de funcionament de l'equip de producció d'aigua calenta.

En quan a la tipologia d'aixeteria, es recomana el tipus monocomandament però que incorpori algun sistema de control de consum com són els sistemes de discriminació d'aigua freda - aigua calenta o sistemes de regulació i/o limitació de caudal. D'aquesta forma sempre es tindrà el aigua precisa per la necessitat del moment i no es malbaratarà ni aigua ni energia.

4	<i>Dissenyar sistemes de reg adequats als consums necessaris per la vegetació triada i el clima de la zona</i>
----------	---

Instal·lacions de reg

S'ha de considerar els sistemes que minimitzin el consum d'aigua com el goteig o xarxa d'aspersors regulats per programador, o detectors d'humitat per controlar la freqüència de reg.

4.1.4.- Calefacció i refrigeració

1	<i>Dissenyar el sistema de calefacció i refrigeració adequat per cobrir les necessitats concretes d'ús i en funció de les característiques particulars de l'edifici o de la vivenda</i>
----------	--

Concepte de la instal·lació

El consum de calefacció, per un clima determinat, depèn del disseny de l'edifici (orientació, mides de les obertures, insolació, etc.), del grau de aïllament tèrmic de l'edifici, de la estanquitat permeabilitat de l'edifici al aire, dels hàbits dels usuaris, etc.

Una vegada determinades les característiques de l'edifici, i suposant un comportament normal dels usuaris, és possible conèixer l'aportació que correspon realitzar a la calefacció.

S'haurà de decidir el sistema de calefacció i refrigeració, el equip generador, la distribució i els emissors en funció de els fonts d'energia disponibles, de l'ús i també de les repercussions energètiques, mediambientals i econòmiques.

2	<i>Utilitzar a ser possible combustibles a gas</i>
----------	---

Sistemes de calefacció

En principi, l'energia elèctrica comporta un major impacte mediambiental per unitat d'energia final, degut al seu procés de generació si prové de centrals tèrmiques o nuclears, sols és una petita fracció la que ve de fonts d'energia renovables. Cada Kwh elèctric produït comporta la generació de unes emissions de CO2 entre 2 i 2,5 vegades major que un Kwh tèrmic generat amb gas, gasoil o GLP. No obstant, la elevada eficiència de les bombes de calor, amb rendiments propers al 250%, les fa també adequades per aplicacions tèrmiques. Per tot això es considera millor opció ara per ara utilitzar sistemes que utilitzin el gas, encara que el seu rendiment sigui més baix que el de l'electricitat.

2	<i>Dimensionar els diversos elements del sistema de calefacció de forma adequada i en cada cas concret</i>
----------	---

Elements de la instal·lació

Els usos dels espais interiors de les vivendes són diferents i conseqüentment les necessitats de climatització també poden ser-ho. Per això no s'ha de generalitzar el càlcul del dimensionament de tots els elements de la instal·lació sinó particularitzar per cada situació concreta de la vivenda.

S'ha de considerar que per cada grau que s'augmenti la temperatura de la vivenda, la calefacció consumirà entre un 5 i un 7% més d'energia.

3	<i>Utilitzar calderes a gas d'alt rendiment</i>
----------	--

Per fer una bona elecció, és molt important conèixer els rendiments de funcionament de la caldera i les emissions de combustió.

S'ha de procurar instal·lar calderes de condensació, ja que tenen el millor rendiment, encara que el seu cost actual les fa minoritàries en la seva col·locació.

4	<i>Dissenyar les instal·lacions zonificant en funció de l'orientació dels espais i de les demandes energètiques de necessitats</i>
----------	---

Zonificació de la instal·lació

Cadascuna de les façanes de l'edifici, tenen una orientació diferent, per lo tant, les necessitats tèrmiques també seran diferents. De forma complementària els usos dels espais interiors també són diferents. És per això que és convenient zonificar la instal·lació segons aquests dos conceptes, de cara a millorar el rendiment i la eficiència de la mateixa.

5	<i>En instal·lacions de climatització utilitzar equips de refrigeració que no utilitzin CFC ni HCFC</i>
----------	--

Aquests dos tipus de fluids refrigerants són nocius per la capa d'ozó. Per això es recomana solucions que no els utilitzin.

També s'ha de tenir en compte l'aïllament tèrmic utilitzat per protegir els equips generadors, ja que és habitual que aquest sigui espuma de poliuretà o poliestirè extruït. Aquests dos materials poden portar CFC o HCFC, per lo qual també es tindrà que optar per solucions que no utilitzin aquests dos components.

6	<i>En instal·lacions de climatització i ventilació disposar les entrades d'aire fresc allunyades de fonts contaminants, de sortides d'extracció d'aire, protegides i amb filtres</i>
----------	---

En aquestes instal·lacions és important la captació i incorporació d'aire exterior, per renovar l'aire interior viciat. Per això es té que controlar els punts de toma d'aire exterior, evitar zones més o menys contaminants i disposar d'elements de protecció (mecànica o d'entrada d'animals i materials), preferiblement amb filtres per controlar la qualitat de l'aire d'entrada.

4.1.5.- Electricitat i il·luminació

1	<i>Dissenyar el sistema elèctric adequat per cobrir les necessitats concretes d'ús i en funció de les característiques particulars de l'edifici.</i>
----------	---

Concepte de la instal·lació

El consum elèctric en il·luminació es basa en factors propis d'un emplaçament i d'una zona climàtica (orientació, insolació, etc.), del disseny de l'edifici (mides de les obertures, factor de llum natural, distribució interior, colors de materials d'acabat, etc.), i dels hàbits dels usuaris.

S'ha de considerar la utilització de sistemes que permetin disposar, de forma equilibrada, de llum natural i llum artificial, amb sistemes de captació i distribució cap a l'interior de la llum natural, com reflectors, persianes, etc.

S'ha de tenir en compte que els colors dels elements interior d'acabat, repercuteixen de forma important en el nivell de il·luminació interior.

2	<i>Dissenyar circuits independents per la instal·lació elèctrica i per la il·luminació, amb control i accionament també independents</i>
----------	---

Circuits de la instal·lació

S'ha de independitzar els diferents circuits elèctrics d'una vivenda: bases, il·luminació i electrodomèstics, cadascun d'ells amb els seus mecanismes de protecció i accionament.

S'ha de dissenyar la instal·lació de il·luminació dividida per sectors de forma independent, zones interiors i exteriors, espais interiors segons usos i necessitats específiques.

3	<i>Utilitzar lluminàries, electrodomèstics i sistemes de màxima eficiència energètica.</i>
----------	---

S'ha de considerar la utilització de lluminàries d'alta eficiència i de llarga durada, com també s'ha de considerar utilitzar electrodomèstics d'alta eficiència. Això ens permetrà un estalvi econòmic en l'electricitat.

4.2.- SISTEMES DE CALEFACCIÓ

Es denominen instal·lacions de calefacció, a aquelles instal·lacions tèrmiques destinades a mantenir la temperatura ambient d'un determinat recinte a un nivell superior al de la temperatura a la que es troba el entorn d'aquest.

El tipus d'instal·lació de calefacció variarà depenen de la grandària i el tipus de construcció del local a calefaccionar; i per altra banda, una instal·lació de calefacció també dependrà de la climatologia i ambient exterior de la zona.

4.2.1.- Classificació de les instal·lacions de calefacció

Les instal·lacions de calefacció es poden classificar basant-se en diversos criteris, sent alguns dels més usuals els següents:

- Pel grau de concentració: en unitaris, individuals i col·lectives o centralitzades.
- Atenen al mode de producció del calor necessari. Calefacció per bomba de calor, calefacció elèctrica, calefacció per energia solar o calefacció convencional.

- En funció del fluid caloportador utilitzat: en instal·lacions de calefacció per aire, aigua, vapor fluids tèrmics.
- En funció del traçat i el disseny de la xarxa de interconnexió dels aparells calefactores: en instal·lacions monotubulars, bitubulars, amb retorn directe, retorn invertit, distribució superior, distribució inferior, etc.
- Pel tipus d'aparell calefactor: en instal·lacions de radiadors, convectors, fan-coils, aerotermos, etc.

4.2.1.1.-Tipus d'instal·lacions

Unitàries

Es denomina instal·lació unitària a aquella instal·lació destinada a calefaccionar un únic local.

Individual

Es denomina instal·lació individual aquella instal·lació destinada a calefaccionar varis locals diferents, propietat de un únic usuari. (el nostre cas).

Col·lectiva

Es denomina instal·lació col·lectives o centralitzades aquelles instal·lacions que subministren calefacció a un número més o menys gran de locals diferents de diferents usuaris.

4.2.1.2.- Fonts energètiques utilitzades en calefacció

Calefacció elèctrica

Sota la denominació de calefacció elèctrica se agrupen aquells sistemes de calefacció que utilitzen la electricitat com a font energètica, mitjançant l'aplicació del efecte Joule.

Els sistemes de calefacció elèctrica poden classificar-se en dos grans grups:

- Calefacció directa.
- Calefacció per acumulació.

L'electricitat és una energia cara.

Calefacció per energia solar

En aquest tipus d'instal·lacions la font tèrmica es directament la radiació procedent del Sol, que arriba a la superfície terrestre, en la que mitjançant captadors d'energia solar, es transforma aquesta en energia tèrmica cedida a un fluid caloportador, generalment aigua i en ocasions aire, que a través d'un sistema acumulador o directament la transporten fins als locals a calefaccionar.

Aquest sistema de calefacció normalment no es suficient per compensar les càrregues tèrmiques dels locals, per lo que es sol utilitzar en connexió amb altres sistemes de calefacció.

És una energia renovable i gratuïta.

Calefacció per combustible

En aquest sistema de calefacció, un combustible determinat s'introdueix en un generador de calor o caldera, juntament amb el combustible precís per realitzar la seva oxidació o cremat, desprenen una certa quantitat de calor, distinta per a cada tipus de combustible i depenen de la seva composició química, que es transferida a un fluid caloportador per la seva posterior utilització.

Donat que els combustibles orgànics es troben en tres estats físics diferents (sòlids, líquids i gasosos), els equips es distingeixen bàsicament en, instal·lacions de calefacció per gas (gas ciutat, gas natural o G.LP.); instal·lacions de calefacció de combustibles líquids (gasoil, fuel...) o instal·lacions de calefacció de combustibles sòlids (generalment carbó o llenya).

Essent es més utilitzat el gas natural. És una energia no renovable però resulta més barata que l'electricitat.

L'alternativa a tot això en ecologia, es diu biomassa, encara poc estesa. La biomassa, no és més que la clàssica caldera de llenya convencional, l'única cosa que ha canviat és el carburant, canviant la llenya de tota la vida per pellets (bales) poden ser encenalls de fusta o un combinat d'olis, esquerdessis de fruits i fusta d'alt poder calorífic, tot això premsat en unes bales que fan que la caldera funcioni durant moltes hores sense alimentació i la seva producció calorífica sigui elevada. L'inconvenient en aquest cas, és la falta d'espai, per a posar una caldera d'aquest tipus i l'encara deficient distribució de la Biomassa.

4.2.1.3.- Equips de calefacció

Bomba de calor

Es basa en la captació d'energia de baix nivell tèrmic, elevant posteriorment la seva temperatura mitjançant la utilització de cicles termodinàmics fins nivells que permetin la seva utilització en instal·lacions tèrmiques.

L'energia primària, de baix nivell tèrmic, es captada de fonts exteriors, generalment el aire ambient exterior o un circuit d'aigua a relativament poca temperatura, essent aquesta enviada una vegada elevada la seva temperatura a fluids caloportadors tals com aigua o aire.

Estariem parlant de la bomba de calor. La bomba de calor és un dels sistemes més eficients, ja que s'aconsegueixen uns rendiments molts bons. Hi ha diferents tipus de màquines, que extreuen la calor de l'habitatge a l'estiu i entren la calor de l'exterior a l'hivern, aquesta reversibilitat els fa òptims per a l'aprofitament de l'espai i ideals per a pisos de trenta metres, encara que per sota dels cinc graus de temperatura el sistema no funciona i s'ha de recolzar en una resistència elèctrica que fa que el consum se'ns dispari, així que solament es recomanable per a llocs no gaire freds. Comentar també en la seva contra, que aquests sistemes són els quals retiren la humitat de l'aire i ressequen l'ambient, encara que molts fabricants ja estan incorporant humidificadores als seus models per a pal·liar aquest defecte.

Després van aparèixer els termoconvectors d'aire, que aplicats al radiador convencional (fan-coils) o al radiador d'oli, gràcies a un ventilador aconseguen una millor distribució d'aire calent, això és una solució intermèdia.

Bomba de calor Aire -aigua

La bomba de calor aire -aigua extrau calor de l'aire exterior i el cedeix a l'aigua que circula pel sistema de calefacció. Això permet que es pugui adaptar perfectament a una instal·lació de calefacció ja existent..

L'aigua calenta que genera pot calefactar una vivenda tant si té instal·lada radiadors com terra radiant. El terra radiant, però, és el únic que permet refrigerar una vivenda.

Bomba de calor Aire-aire

Una bomba de calor aire-aire extrau energia de l'aire exterior i la cedeix a les estances d'una vivenda o local introduint aire a la temperatura de confort.

Encara que aquest tipus de bomba de calor té eficiències lleugerament inferiors a la de aire -aigua, té la avantatge que una instal·lació d'aquest tipus és reversible, no necessita de ningun complement per generar fred a l'estiu.

Calefacció per aigua calenta

Donat que les instal·lacions de calefacció que utilitzen fluids difereixen en funció de la potència total instal·lada, es poden considerar dos grans blocs independents, el primer format per les instal·lacions de petita i mitjana potència, i el format per les grans instal·lacions centralitzades, conegudes sota el nom de instal·lacions de calefacció urbana. Donat que en el nostre cas es tracta de una instal·lació de petita o mitjana potència, ens centrarem bàsicament en aquestes.

Aquest tipus d'instal·lació es realitza generalment utilitzant com a fluids caloportadors els següents:

- Instal·lacions individuals: Aigua calenta a baixa i mitja temperatura.
- Instal·lacions centralitzades mitjanes o petites: Aigua calenta a baixa, mitja i alta temperatura, i en molt poques ocasions vapor d'aigua.

Dintre de les instal·lacions de calefacció per aigua calenta, es pot fer una divisió en tres grups:

- Baixa temperatura (30-40°C) (**Terra radiant**)
- Mitja temperatura (80-90°C) (**Radiadors convencionals**)
- Alta temperatura (130°C)

En instal·lacions de calefacció per aigua calenta a baixa temperatura la generació de calor es pot produir a través d'una bomba de calor, energia solar, electricitat o caldera de combustible convencional. En el cas de mitja temperatura, la generació de calor es realitza normalment amb calderes elèctriques o convencionals; i per alta temperatura s'utilitzen usualment calderes convencionals, generalment de combustibles líquids o gasosos.

S'ha considerat com a millor opció el terra radiant.

El sistema de terra radiant té les avantatges que funciona a baixa temperatura, la temperatura és constant i utilitza la inèrcia tèrmica del terra i del paviment per calefactar els espais. Dintre de les solucions amb radiadors, els de fosa són preferibles als d'acer o d'alumini, encara que aquests últims són les solucions més utilitzades en les instal·lacions de calefacció per a vivenda. Tots els materials són potencialment reciclables, amb diferent grau de dificultat; més fàcil i ja habitual en els metalls.

En relació al seu comportament, les conduccions de polietilè utilitzades en el terra radiant, queden ocultes i no accessibles amb la qual cosa qualsevol averia representa un gran problema. És adequat en espais on siguin vivenda habitual i on les condicions de demanda interior siguin estables. Els radiadors de fosa tenen més massa i inèrcia tèrmica, tarden més en escalfar-se però una vegada apagada la calefacció continuen emeten calor a l'ambient. Al contrari dels de planxa o xapa

d'alumini, més lleugers i de resposta més ràpida tan en els processos inicials de escalfament com en els de refredament.

Per altra banda la calefacció per bomba de calor, utilitza energia elèctrica, el que produeix que sigui més cara l'energia, encara que presenten uns grans rendiments.

Així doncs s'exposarà breument el sistema triat, el terra radiant, a continuació.

4.2.2.- Terra radiant

El sistema de terra radiant, és un sistema de calefacció de baixa temperatura. Aquest sistema es pot considerar un dels millors, ja que és molt confortable, es podria dir que és el més confortable de tots i el més sa. No obstant, es desaconsella per a persones amb problemes de circulació. És un sistema de calefacció net, silenciós, confortable i saludable.

El fet de treballar a baixa temperatura no reseca l'ambient ni les mucoses nasals, i la baixa velocitat en que s'eleva l'aire escalfat no aixeca pols ni microorganismes.

Aquest tipus de calefacció és la que millor s'adapta a l'energia solar tèrmica i la que menor consum d'energia presenta. Els captadors tèrmics no poden generar aigua calenta tots els dies ja que estan subjectes a les incidències climàtiques, així que el sistema tindrà que basar-se en una caldera de alt rendiment o una bomba de calor que aporti el calor requerit per tota la instal·lació. Els captadors funcionaran de forma complementaria, proporcionant un gran estalvi en el consum de combustible o elèctric.

4.2.2.1.- Funcionament del sistema

El terra radiant està constituït per una xarxa de canonades uniformement distribuïdes i col·locada sota el paviment. Consisteix en la col·locació d'aquestes canonades en serpenti pel terra de tota la vivenda (sobre una capa aïllant). Aquests tubs faran la funció de radiadors. La temperatura a la que flueix l'aigua pel seu interior és moderada, entre 35 i 45°C, aquesta es escalfada pels col·lectors solars, o l'equip auxiliar (bomba de calor, caldera, etc.)



El sistema escalfa primer el terra i després l'aire calent que pesa menys que el fred, tendeix a ascendir, proporcionant la millor distribució de la calor de tots els sistemes de calefacció.

Al distribuir-se el calor pel terra s'aconsegueix un gradient de temperatures ideal per al confort humà, mantenint els peus calents i el cap fred. Aquest gradient de temperatures afavoreix l'estalvi energètic. Amb els sistemes de calefacció habituals l'aire calent tendeix a situar-se a prop del sostre, quan la major necessitat tèrmica es troba en la part inferior de les habitacions. Escalfant la superfície es cobreixen aquestes necessitats sense tenir que escalfar l'aire del sostre innecessàriament i estalviant energia.

4.2.2.2.- Avantatges i inconvenients

Alguns dels seus Avantatges:

- Consum: és necessita menys temperatura ja que funcionen a una temperatura de 30-40°C, a diferència dels radiadors convencionals que funcionen a 70-80°C.

- Uniformitat i confort: El calor que es crea amb aquest sistema és uniforme en tota la casa, el que crea un agradable sensació de confort. No es reseca l'ambient.
- Fisiologia humana: Amb el terra radiant la temperatura és al voltant de 22°C, el que permet mantenir el cap fred i els peus calents, que és el que ens demana la fisiologia humana. És una calefacció més sana.
- Espai i estètica: No tenim elements com radiadors que ens limitin la col·locació de mobles, i al ser una instal·lació oculta és més estètica.

Alguns dels seus Inconvenients:

- Obra: És més complexa que, per exemple, la dels radiadors. El que suposa un major cost.
- El paviment: La calefacció radiant limita el tipus de paviment a col·locar en la vivenda. Es recomana no posar cap tipus de fusta o suro i optar per terres de terratzo.

4.3.- SISTEMES DE REFRIGERACIÓ

Es denominen instal·lacions de refrigeració, a aquelles instal·lacions tèrmiques destinades a mantenir la temperatura ambient d'un determinat recinte a un nivell inferior al de la temperatura a la que es troba l'entorn d'aquest.

El tipus d'instal·lació de refrigeració variarà depenen de la grandària i el tipus de construcció del local a calefactar; i per altra banda, una instal·lació de refrigeració també dependrà de la climatologia i ambient exterior de la zona.

4.3.1.- Classificació de les instal·lacions de refrigeració

Les instal·lacions de refrigeració, igual que les de calefacció, es poden classificar basant-se en diversos criteris, sent alguns dels més usuals els següents:

- Pel mitjà en que es refreda el condensador: aire o aigua. (*explicats en l'apartat anterior, sistemes de calefacció, dintre de la bomba de calor, aire – aire o aire – aigua*)
- Per la seva configuració: compactes, partides (split) o centralitzades.

4.3.1.1.- Tipus d'instal·lacions

Compactes

És l'unitat de tractament de l'aire amb producció pròpia de fred i calor que forma un conjunt únic.

Partides

Es denominen així perquè consten de dos seccions: la secció del tractament de l'aire, unitat climatitzadora que s'instal·la en o a prop del local a refrigerar i que inclou l'evaporador amb el seu ventilador; i l'unitat condensadora que ha de ser instal·lada en la part externa del local i porta el compresor i el condensador. Tot ell, unit per les corresponents connexions frigorífiques.

Centralitzades

Són aquelles que disposen d'un sistema frigorífic productor de aigua freda, i un altre calorífic, amb producció d'aigua calenta. Aquesta instal·lació distribuirà, mitjançant l'aigua que el transporta, el fred i el calor a les zones a acondicionar, refredant o escalfant l'aire corresponent, en el mateix lloc.

4.3.1.2- Equips refrigeradors

Dintre d'aquest punt s'explicaran breument, els equips de refrigeració més habituals.

Splits

Aquests tipus d'equips són de tipus sistema partit. Tenen una unitat exterior i una interior, que seria el "split" pròpiament dit. De "splits" en tenim de paret, de sostres, tipus cassette, vertical i per conductes, depenent a on el vulguem col·locar triarem un tipus o un altre.

Acondicionador de finestra

L'acondicionador de finestra són de tipus sistema compactes. Van instal·lats en una finestra o paret del local, la unitat exterior i la unitat interior formen un sol equip.

La instal·lació d'un equip de finestra o paret es realitza practicant un forat en la mateixa i col·locant l'acondicionador entre l'interior i l'exterior recolzat en el suport corresponent, permet accionar un mecanisme per l'entrada d'aire exterior de renovació.

Sistema inverter

El sistema inverter és una forma de regular el compressor per obtenir el màxim rendiment i reduir el consum elèctric.

Consisteix en establir un circuit elèctric que no para i arranca contínuament el compressor, sinó que procura mantenir el funcionament de l'equip a una capacitat ideal per que les oscil·lacions de temperatura en el local a climatitzar siguin mínimes.

Un sistema inverter bàsicament, porta incorporat uns convertidors que transformen la corrent alterna, en corrent continua per alimentar tot el sistema de l'equip.

Una vegada aconseguida la temperatura desitjada, es modulen les revolucions del compressor i s'eviten els pics d'arranc del mateix.

Sistema multisplit inverter

Aquest sistema permet una gran flexibilitat de la instal·lació, amb diferents possibilitats de combinació de les diverses unitats interiors amb una sola unitat exterior, amb distàncies frigorífiques molt per damunt del sistema convencional.

Les unitats interiors poden ser de diferents potències i també del tipus split paret, sostre, cassette, terra vertical i conductes, el que permet adaptar les potències i tipus d'unitats interiors a les característiques de cada local.

Sistema multisplit convencional

És el mateix tipus de sistema que l'anterior, però en comptes de amb un sistema inverter amb un de convencional.

Sistema amb bomba de calor aire-aire

S'ha explicat a l'apartat anterior, *sistemes de calefacció, bomba de calor.*

Sistema amb bomba de calor aire –aigua

S'ha explicat a l'apartat anterior, *sistemes de calefacció, bomba de calor.*

Terra fred

Aquest sistema encara que no és molt habitual, s'explicarà ja que pot ser una opció interessant, ja que es podria utilitzar la mateixa instal·lació de terra radiant per poder refrigerar.

La mateixa instal·lació de terra radiant es pot utilitzar per refrigerar a l'estiu. Per aquest motiu és necessari que el grup calefactor sigui una bomba de calor, ja que aquestes poden generar calor i fred.

La acció de refrigerar consisteix en fer circular aigua freda pel mateix circuit enterrat.

Generar calor utilitzant aquest sistema és la forma d'aconseguir-lo que menys energia consumeix ja que extrau energia a l'entorn, normalment a l'aire. El calor generat es pot utilitzar per calefacció i ACS.

El principi de funcionament és el mateix que utilitza un aparell frigorífic. Un refrigerador aconsegueix refredar un recinte ja que treu energia de l'aire interior, a baixa temperatura, i la cedeix a l'aire exterior, a major temperatura, escalfant-lo. Si invertim el funcionament d'un refrigerador, refredant l'aire exterior i escalfant el interior, obtenim una bomba de calor. Per aquesta raó la majoria d'aquests aparells són reversibles i permeten refrigerar a l'estiu i calefactar al hivern.

Presenta eficiències molt elevades quan la diferència entre la temperatura de confort en el interior d'una vivenda i la exterior és moderada (al voltant de 10°C). Per això funciona molt bé en zones com la mediterrània, on el clima és benèvol. En aquestes condicions, s'arriba a aconseguir un coeficient de eficiència COP de 4 treballant en calefacció i de 3,5 en refrigeració. Això significa que per una unitat d'energia consumida s'obtenen 4 unitats de energia tèrmica.

Es considera millor l'opció no tindre aire acondicionat, però si s'instal·la es podria instal·lar terra fred, sempre i quan s'utilitzi a la vivenda, terra radiant, per tal de que la mateixa instal·lació pugui calefactar i refrigerar, però aquesta instal·lació necessita de deshumidificadors. .

Les instal·lacions individuals de refrigeració més comuns en vivendes són els equips split elèctrics d'aire acondicionat (sol fred o fred i calor) La bomba de calor és, en general, una solució recomanable per acondicionament total (fred i calor) en zones climàtiques suaus amb hiverns no molt rigorosos.

Per a solucions individuals, s'ha de considerar la col·locació dels equips en façanes orientades a nord o en zones d'ombra per obtenir majors rendiments.

4.4.- CALDERES

Les calderes són els elements que transfereixen l'energia tèrmica, procedent de qualsevol font energètica, a un fluid caloportador o directament al fluid o aigua d'utilització, depenent de si és un sistema directa o per acumulació.

En aquests apartat s'explicarà quins tipus de calderes podem trobar.

4.4.1.- Classificació de les calderes

Les calderes les podem classificar segons el combustible que utilitzen:

- Calderes per combustibles sòlids (llenya, carbó, etc)
- Calderes per combustibles líquids (gasoil, gas, etc)
- Calderes elèctriques.

Dintre d'aquests tipus de calderes s'ha escollit com a millor opció les calderes amb combustibles líquids, en concret les de gas. Dintre d'aquest tipus de calderes, es poden classificar tres tipus de calderes:

- Caldera convencional
- Caldera de baixa temperatura
- Caldera de condensació

Caldera convencional

La caldera convencional a gas és la més estesa i utilitzada de totes. És la que utilitza un cremador on es produeix la combustió i on es transfereix el calor al fluid caloportador.

Aquests tipus de calderes són les que tenen pitjor rendiment, dintre de les calderes a gas, per això mateix resulten més econòmiques.

Caldera de baixa temperatura

La caldera de baixa temperatura té un alt rendiment.

La seva avançada tecnologia permet regular l'aportació de calor al cabal d'aigua sol·licitat i a la temperatura exterior, adaptant-se perfectament a cada estat i aconseguint una perfecta combustió. Presenten rendiments molt elevats, al voltant del 95%.

D'aquesta manera s'aconsegueix aprofitar al màxim el calor generat, reduint les pèrdues, el consum de combustible i les emissions de gasos, proporcionant un estalvi energètic i econòmic.

La seva versatilitat les fa idònies per ser complementades amb captadors solars tèrmics. Augmentant així encara més l'estalvi energètic.



Caldera de condensació

La caldera de condensació solament funcionen amb gas, i la seva tecnologia aconsegueix aprofitar al màxim el calor dels fums de combustió.

El seu disseny compacte i reduït, per minimitzar les pèrdues, i mural (de paret) permet estalviar espais.

Es sap que en la combustió d'un gas es genera vapor d'aigua. El vapor d'aigua té un alt contingut energètic que cedeix al ser condensat i que pot ser aprofitat.

Els fums d'una caldera convencional s'expulsen a l'atmosfera a 150-200°C. Si es refreden fins la temperatura de condensació, al voltant de 55°C, també suposen una aportació de calor.

Per això no es de estranyar que aquestes calderes



aconsegueixin rendiments al voltant del 105%. Això no significa que es generi més energia de la que porta el combustible, sinó que el rendiment de les calderes normals està calculat sin tenir en compte aquesta energia.

El fet que els fums surtin a una temperatura inferior als 55°C no significa que aquest tipus de calderes no puguin donar aigua calenta a més temperatura. Aquest calor serveix per preescalfar l'aigua abans d'entrar en contacte amb la cambra de combustió.

Convé mencionar que si s'utilitzen radiadors es té que garantir que el retorn d'aigua estigui a una temperatura inferior a 50°C, per aconseguir el complet refredament dels gasos i de la seva condensació. Per aquesta raó, aquest tipus de calderes s'adapten perfectament a la calefacció per terra radiant.

Com primera preferència es recomanen energies renovables, les solucions basades en combustibles líquids (gas natural, propà, gasoil) o bé en equips elèctrics basats en bombes de calor si no s'utilitza caldera. Les calderes preferibles són les de condensació, i baixa temperatura pel seu elevat rendiment, especialment quan la instal·lació s'ha dissenyat per funcionar a baixa temperatura.

P
A
R
T

T
E
Ò
R
I
C
A

5. SISTEMES DE PRODUCCIÓ D'ENERGIA

5.- SISTEMES DE PRODUCCIÓ D'ENERGIA

L'energia és un recurs clau en el procés de la construcció sostenible i encara que la seva producció i posterior transformació per al seu consum és una de les causes principals de la deterioració ambiental del Planeta, és evident el seu caràcter imprescindible en el desenvolupament econòmic d'aquest sector.

L'energia s'obté a partir de les Fonts d'energia i les quantitats disponibles d'aquestes fonts és el que es denomina Recursos energètics. El caràcter limitat o il·limitat d'aquestes fonts ens permet diferenciar-les i valorar-les en termes de sostenibilitat partint de l'evidència que l'atmosfera està arribant a el seu límit mediambiental i que el consum energètic segueix creixent, amb zones del planeta en ple desenvolupament demandant la seva equiparació energètica amb el món desenvolupat.

Condicions de partida actuals respecte a l'energia:

- La gran majoria de l'energia que consumim és generada mitjançant productes fòssils.
 - L'augment del nivell de vida i de confort es troba socialment associat àdhuc augment del consum d'energia.
- Existeix una gran dependència d'unes àrees sobre unes altres, a nivell global i local.
- Increment de la població mundial.
- Els països no desenvolupats demanen els mateixos nivells energètics que els desenvolupats.
- Augment de la consciència social respecte a temes mediambientals.
- Rebuig social a l'energia nuclear.
- Creació de xarxes a nivell mundial (gas).

L'evolució futura de totes aquestes qüestions ens donarà la clau per a evitar la deterioració de la nostra qualitat de vida permetent-nos la conservació dels nostres ecosistemes actuals. A dia d'avui estem assistint a un ressorgir de les denominades energies renovables no només pel notable augment de costos dels combustibles fòssils, destacant entre ells al petroli, sinó també pels seus negatius efectes ambientals. L'emissió constant a l'atmosfera dels denominats gasos hivernacle contribuirà al tan anunciat canvi climàtic on l'increment de les temperatures i la seva influència en altres factors del clima tindrà com a conseqüència efectes greus per als habitants del planeta i la conservació dels actuals.

En una casa convencional d'avui en dia, no es solen utilitzar equips ni sistemes per la producció d'energia, que posteriorment serà consumida per la mateixa casa. No obstant, amb l'entrada en vigor del CTE és obligatori instal·lar sistemes solars per la producció d'aigua calenta sanitària en edificis de nova construcció i en modificacions, reformes o rehabilitacions d'edificis existents amb una superfície útil superior a 1000 m² on es renovi més del 25% del total dels seus tancaments.

L'objectiu d'aquesta normativa, en concret del requisit bàsic "Estalvi d'energia" del CTE consisteix a aconseguir un ús racional de l'energia necessària per a la utilització dels edificis, reduint a límits sostenibles el seu consum i aconseguir així mateix que una part d'aquest consum procedeixi de fonts d'energia renovable, com a conseqüència de les característiques del seu projecte, construcció, ús i manteniment.

En aquest projecte el que es pretén és d'anar més enllà de l'exigència de la normativa en l'ús de sistemes de producció d'energia renovable.

5.1.- LES FONTS D'ENERGIA

L'energia és la capacitat de generar treball i calor. El treball implica moviment (canvi de posició, ruptura, deformació, etc.). El calor és una forma de manifestació de l'energia que és possible mesurar quan passa d'uns cossos a uns altres augmentant o disminuint la temperatura, o provocant un canvi d'estat.

Les fonts d'energia són els recursos dels quals es pot obtenir energia per produir calor, llum, moviment, etc.

5.1.1.- Classificació

En una primera classificació, podem dividir les fonts d'energia en primàries o secundàries.

5.1.1.1.-Fonts d'energia primàries

L'energia primària són els recursos naturals disponibles en forma directa (com l'energia hidràulica, eòlica i solar) o indirecta (després de travessar per un procés miner, com per exemple el petroli, el gas natural, el carbó mineral, etc) pel seu ús energètic sense necessitat de sotmetre'ls a un procés de transformació.

Es refereix al procés d'extracció, captació o producció sempre que no impliqui transformacions energètiques.



5.1.1.2.- Fonts d'energia secundàries

Es denomina energia secundària als productes resultants de les transformacions o elaboració de recursos energètics naturals (primaris) o en determinats casos a partir de una altra font energètica ja elaborada (per exemple el quitrà).

L'únic origen possible de tota energia secundària és un centre de transformació i, l'únic destí possible un centre de consum. Aquest procés de transformació pot ser físic, químic o bioquímic modificant-se així les seves característiques inicials. Són fonts d'energia secundàries l'electricitat, tota la ampla gama de derivats del petroli, el carbó mineral, i el gas manufacturat (o gas ciutat).



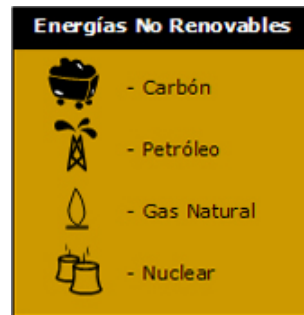
El grup dels derivats del petroli inclou una ampla varietat de productes energètics útils que s'obtenen a partir del processament del petroli en les refineries, entre els quals es troben les gasolines, els combustibles diesel (gasoils) i altres.

Una segona classificació que es pot fer de les fonts d'energia, i que en particular és la que ens interessa més a nosaltres, són les fonts d'energia **renovables** i les **no renovables**.

5.1.1.3.- Fonts d'energia no renovables

Aquestes, bàsicament, serien els combustibles fòssils. Els combustibles fòssils generats per la naturalesa al llarg de milions d'anys estan sent consumits amb tal intensitat que, les estimacions més optimistes (sense creixement del

consum en els pròxims anys), s'esgotaran en qüestió de dècades o pocs centenars d'anys.



Els problemes més significatius causa directa o indirecta d'aquestes energies són:

- **El canvi climàtic:** El consum d'aquestes energies produeix grans quantitats de CO₂ (gas principal en l'efecte hivernacle) que són emeses a l'atmosfera acumulant-lo cada vegada més en un curt termini.
- **La desforestació:** La combustió d'aquestes energies, en especial, el carbó produeixen la pluja àcida. El procés de desforestació s'agreuja conseqüentment l'efecte hivernacle, ja que és la matèria vegetal l'encarregada de retirar el CO₂ atmosfèric mantenint la seva concentració en equilibri.
- **El perill nuclear:** La problemàtica de l'energia nuclear és doble, per una part ens enfrontem a la seguretat i fiabilitat d les centrals construïdes en les últimes dècades, i de l'altre la gestió dels residus que es generen degut al seu immens poder contaminant al llarg de milions d'anys. Encara que es diu que el "grau de seguretat" és elevat, el percentatge de risc sempre existent, per petit que sigui no pot ser admissible donada la magnitud de la catàstrofe induïda per fallades de funcionament.
- **Els desequilibris geopolítics i econòmics:** La centralització de l'obtenció e combustibles en determinats països, i el control dels recursos i de les tecnologies de generació per determinats grups financers, fan de l'energia la verdadera moneda de canvi i el millor medi de dominació política. La majoria de conflictes en aquest segle i el passar són derivats del interès per controlar els recursos i els mercats queden la població al marge dels beneficis derivats d'aquest control. D'un altra banda, la dependència de l'estructura productiva dels països de determinades fonts d'energia pot induir crisis econòmiques.

Així doncs, aquestes fonts d'energia les desestimarem per les raons anteriors, ja que a més a més, aquestes fonts d'energia són escasses i contaminants, ja sigui al hora de produir l'energia emeten a l'atmosfera gasos tòxics i d'efecte hivernacle, o produint uns residus altament tòxics i molts difícil d'eliminar, necessitant centenars d'anys.

5.1.1.4.- Fonts d'energia renovables

Les energies renovables es caracteritzen per ser energies naturals virtualment inesgotables, unes per la immensa quantitat d'energia que contenen, i altres perquè són capaces de regenerar per mitjans naturals dintre d'una escala humana. Entre aquests fonts d'energia estan: la hidràulica, la solar, la eòlica i la mareomotriu. A més a més, depenen de la seva forma d'explotació, també poden ser catalogades com renovables les energies provinents de la biomassa i l'energia geotèrmica.

Així doncs, en sentit estricte, és renovable qualsevol procés que no alteri l'equilibri tèrmic del planeta, que no generi residus irrecuperables, i que la seva

velocitat no sigui superior a la velocitat de regeneració de la font energètica i de la matèria prima utilitzada en el mateix.



Aquestes fonts d'energia renovables les explicarem més acuradament i aprofundirem en el tema en el següent apartat que el dedicarem a les mateixes.

5.2.- FONTS D'ENERGIA RENOVABLES

Les energies renovables han constituït una bona part de l'energia utilitzada pels humans des de fa molts anys, especialment la solar, la eòlica i la hidràulica. Podem trobar el seu ús en innumerables activitats (navegació a vela, molins de vent, aigua, etc), i també en la construcció d'edificis, disposant-los de manera per aprofitar l'energia solar.

Amb el invent de la màquina de vapor per James Watt, es van abandonant aquestes formes d'aprofitament de l'energia per considerar-les inestables en el temps i capricioses i s'utilitzen cada vegada més els motors tèrmics i elèctrics, en un època en que encara el consum era relativament escàs, i no feia preveure un esgotament de les fonts d'energia no renovables, ni es veien els problemes ambientals que més tard es van presentar.

A la dècada dels anys 70 les energies renovables es consideraven una alternativa a les energies tradicionals, tant per la seva disponibilitat present futura garantida, a diferència des combustibles fòssils que necessiten milers d'anys per la seva formació renovació, com pel seu menor impacte ambiental en el cas de les energies renovables no contaminants, i per aquesta raó van ser anomenades energies alternatives.

Les energies renovables es plantegen actualment com "l'alternativa" a les energies convencionals, encara que no són noves. Avui en dia, representen el 20% de l'energia consumida.

5.2.1.- Classificació

L'origen de totes les fonts d'energia renovables són fonts naturals com el Sol, l'aigua, el vent i els residus orgànics. Encara que sense cap tipus de dubte el Sol és el motor generador de tots els cicles que donen origen a les demés fonts. Les energies renovables es poden classificar en dos grans categories: **contaminants** i **no contaminants**. Però dintre d'aquestes categories es classifiquen segons la font natural de la que procedeix.

5.2.1.1.- Contaminants

Les contaminants s'obtenen a partir de la matèria orgànica o biomassa, i es poden utilitzar directament com combustibles (fusta, matèria vegetal), o bé convertint-la en bioetanol o biogas mitjançant processos de fermentació orgànica o en biodièsel, mitjançant reaccions de transesterificació.

Les energies de fonts renovables contaminants tenen el mateix problema que l'energia produïda per combustibles fòssils: en la combustió s'emeten diòxid de carboni, gas d'efecte hivernacle, i sovint són més contaminants donat que la

combustió no és tant neta, emeten partícules sòlides. No obstant, s'enquadren dintre de les energies renovables perquè el diòxid de carbono emès serà utilitzat per la següent generació de matèria orgànica.

Aquestes les desestimarem, al ser contaminants.

5.2.1.2.- No contaminants

- El Sol: energia solar tèrmica.

Les tecnologies de l'energia solar tèrmica estan desenvolupades, són fiables i es poden implantar amb rapidesa en les següents aplicacions:

- L'obtenció de A.C.S. (aigua calenta sanitària) per al sector domèstic.
- La calefacció de piscines.
- L'arquitectura solar passiva també anomenada bioclimàtica pot oferir uns nivells d'estalvi energètic en els edificis molt significatius.
- L'obtenció de A.C.S. per instal·lacions col·lectives (hotels, escoles, poliesportius, etc.)
- La utilització de sistemes de calefacció per terra radiant.

- El Sol: energia solar fotovoltaica.

L'energia solar fotovoltaica presenta una de les millors perspectives de desenvolupament. Els costos han caigut en els últims anys (però encara són elevats), mantenint la mateixa tendència i oferint cada vegada més fiabilitat i majors prestacions. Té les següents aplicacions:

- Electrificació de vivendes aïllades de xarxa elèctrica.
- Sistemes de telecomunicacions
- Abalisament i senyalització.
- Sistemes de protecció catòdica.
- Il·luminació pública amb sistemes autònoms.
- Bombeig d'aigua per al reg i abastament de bestiar en llocs aïllats.
- Centrals elèctriques per petits nuclis de població allunyats de la xarxa comercial.
- Vivendes i edificis connectats a la xarxa amb sistemes de compra – venda.

- El vent: energia eòlica.

Els sistemes que aprofiten avui en dia l'energia eòlica són ja rentables a gran escala per les empreses productores d'electricitat. A petita escala es troba en la situació de l'energia solar fotovoltaica en quan a aplicacions tècnicament desenvolupades. L'energia eòlica pot funcionar conjuntament amb la fotovoltaica integrant-se en les instal·lacions eòlica – fotovoltaica combinades.

- El calor de la Terra: energia geotèrmica.

En aquesta s'aprofita el calor intern de la terra. A gran escala i en llocs de gran activitat geotèrmica s'utilitza per produir electricitat, en instal·lacions petites i aïllades es sol utilitzar per aprofitar la inèrcia tèrmica del terra.

- Els rius i les corrents d'aigua dolça: energia hidràulica.

L'energia hidràulica és aquella que s'obté de l'aprofitament de les energies cinètica i potencial del corrent de rius, salts d'aigua, etc. L'energia hidràulica a gran escala ja és utilitzada i rentable per les empreses productores d'electricitat.

- Els mars i oceans: energia mareomotriu.

L'energia mareomotriu es deu a les forces d'atracció gravitatòria entre la Lluna, la Terra i el Sol. L'energia mareomotriu és la qual resulta d'aprofitar les marees, és a dir, la diferència d'alçada mitja dels mars segons la posició relativa de la Terra i la Lluna, i que resulta de l'atracció gravitatòria d'aquesta última i del Sol sobre les masses d'aigua dels mars.

- Les onades: energia undimotriu

L'energia undimotriu és l'energia produïda pel moviment de les ones. És menys coneguda i estesa que la mareomotriu, però cada vegada s'aplica més.

L'energia hidràulica, mareomotriu undimotriu les desestimarem perquè condicionen molt l'emplaçament de la construcció, ja que hauríem de tenir el mar o un riu a prop de l'edificació.

Així doncs ens centrarem en l'energia solar, la eòlica i la geotèrmica.

5.2.2.- Avantatges i inconvenients

Els seus **avantatges principals** són:

- Són netes no generen residus de difícil eliminació.
- El seu impacte ambiental és reduït. No produeixen emissions de CO₂ i altres gasos contaminants a l'atmosfera.
- Es produeixen de forma contínua pel que són il·limitades.
- Eviten la dependència exterior, són autòctones.
- Són complementàries.
- Equilibren desajustaments interterritorials.
- Impulsen les economies locals amb la creació de cinc vegades més llocs de treball que les convencionals.
- Són alternativa viable a les energies convencionals.

Alguns dels seus **inconvenients principals** són:

Les energies renovables poden també produir alguns impactes negatius encara que aquests no són comparables als de les energies convencionals. A continuació passem a enumerar alguns dels inconvenients en l'ús d'aquests tipus d'energia:

- Produeixen impactes visuals elevats.
- Són variables i no previsible en la seva totalitat.
- La seva densitat de potència és baixa pel que en ocasions tenen dificultats per a garantir el subministrament i han de ser complementades amb altre tipus d'energies.
- Algunes d'elles no estan suficientment desenvolupades tecnològicament.
- Existeixen dificultats per al seu emmagatzematge pel que no és aprofitat tot el seu potencial.

El suport i la forta inversió en investigació i desenvolupament que s'està realitzant amb aquest tipus d'energies està fent que es vagi en el bon camí per a fer desaparèixer o minimitzar aquest tipus d'inconvenients, perquè l'ús de les energies renovables sigui realitat en un futur molt pròxim. Les energies renovables, per tant, es presenten com una alternativa clara enfront de les energies convencionals en tot el procés constructiu. Creix la demanda de productes immobiliaris sostenibles, la consciència mediambiental dels proveïdors d'energia per als mateixos i es corrobora la viabilitat econòmica dels cicles. Està demostrat que inversions inicials lleugerament més elevades reverteixen en estalvi posterior durant la vida útil dels edificis

5.3.- ENERGIA SOLAR TÈRMICA

Es basa en l'aprofitament de la radiació solar que arriba a la superfície terrestre. Aquesta es utilitza per transformar l'energia solar en calor (tèrmica). Dintre d'aquesta ens centrarem en dues aplicacions, una en la producció d'aigua calenta sanitària (ACS), i l'altra en la utilització d'aigua calenta per a calefacció.

En els darrers anys, la tecnologia solar tèrmica ha assolit un grau de maduresa que la converteix en una opció viable, tant tècnicament com econòmicament.



5.3.1.- Classificació

De energia solar tèrmica en tenim de dos tipus:

Energia solar tèrmica passiva

L'energia solar tèrmica passiva ens permet produir energia sense necessitat d'utilitzar cap mitjà mecànic. El procés tèrmic passiu és un procés totalment natural en el qual el sol s'empra per a l'escalfament de l'aigua circulant per conductes o plaques que posteriorment és utilitzada per a la climatització d'ambients o l'aigua calenta sanitària, tant a nivell domèstic com industrial. L'aigua calenta s'aprofita directament o s'emmagatzema en un dipòsit per al seu posterior ús.

Aplicaciones: Calefacció, ACS, Refrigeració, Climatització de piscines

Energia solar tèrmica activa

L'energia solar tèrmica activa obté electricitat a partir d'una sèrie de tecnologies que permeten la transformació de la calor obtinguda per la radiació solar. La radiació solar directa es concentra per diversos mètodes en les centrals solars obtenint calor a mitjana o alta temperatura. El funcionament consisteix a concentrar la llum solar mitjançant miralls (heliòstats), cilindres o discos parabòlics per a arribar a altes temperatures (més de 400 ° C), que s'utilitzen per a generar vapor i activar una turbina que produeix electricitat per mitjà d'un alternador. En aquest procés no es produeixen les emissions contaminants de les centrals tèrmiques convencionals. Existeix la possibilitat d'emmagatzemar la calor solar recollit durant el dia perquè durant la nit o quan està ennuvolat es pugui continuar generant electricitat. La inversió que cal fer en aquest tipus d'instal·lacions és

elevada i la tècnica es troba en experimentació encara que es treballa en la seva aplicació i desenvolupament.

Aplicacions: Obtenció d'aigua calenta i Combustible de calefacció.

5.3.2.- Tecnologia solar tèrmica

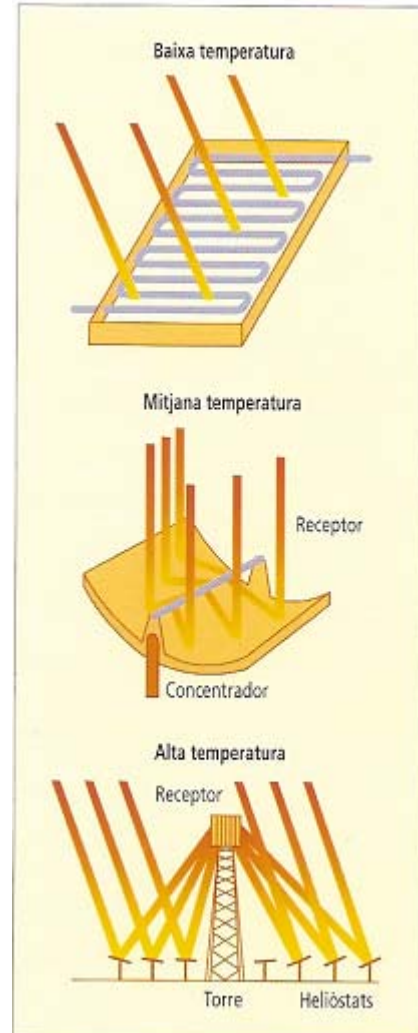
L'element bàsic dels sistemes solars tèrmics és el captador solar. En una primera classificació, els captadors solars es poden dividir el tipus d'aprofitament que es realitzi de l'energia: sistemes d'alta temperatura, sistemes de mitjana temperatura i sistemes de baixa temperatura.

És objecte d'aquest treball els sistemes de baixa temperatura. Un col·lector solar tèrmic de baixa temperatura treballa per sota del punt d'ebullició (100°C a 1 atm de pressió). Les de mitja temperatura treballa amb sistemes col·lectors de miralls de concentració parabòlics o cilindre – parabòlics, o de lents, arribant a temperatures de fins 600°C. Els sistemes de alta temperatura aconseguen més de 1000°C amb facilitat i es basen en la concentració de la radiació solar en una torre central per multitud de heliòstats situats al seu al voltant. Un heliòstat és un mirall al que se li ha acoblat un sistema de seguiment de la trajectòria solar.

Les aplicacions a baixa temperatura s'utilitzen principalment per l'obtenció d'aigua calenta sanitària o calefacció de recintes.

De captadors solars hi ha de diferents tipus, en que el principal que varia de uns als altres és l'eficàcia del captador.

Com a norma general, els captadors solars han de ser instal·lats orientats al sud per captar al màxim la radiació solar.



5.3.2.1.- Tipus de captador o col·lectors solars

S'ha de destacar que, encara les paraules plaques, panells, mòduls i col·lectors són utilitzades com sinònims, existeixen algunes diferències entre elles. L'aprofitament de l'energia solar es realitza principalment mitjançant dos procediments profundament distints: un és la generació d'electricitat, mentre que l'altre és l'acumulació del calor; pel primer cas, s'utilitzen els mòduls, plaques o panells fotovoltaics, mentre que pel aprofitament del calor, disposem dels col·lectors solars que, òbviament, estan construïts amb una tecnologia molt diferent als anteriors. Anem a detallar els diferents tipus de col·lectors.

Col·lectors solars plans:

Els col·lectors solars més comuns són els anomenats plans. Estan constituïts per una placa absorbent, que ha de ser fosca per tindre el màxim índex d'absorció de calor i el mínim de reflexió, això és, aprofitar al màxim l'energia dels raigs del sol i minimitzar les pèrdues.

Soldat a la placa, un serpentí de tubs de coure es calenta amb el calor que li transmet la placa i que, seguidament, escalfa el líquid que flueix pel seu interior. Aquests elements estan protegits per un vidre molt resistent, per suportar una bona pedregada, i amb baix contingut de ferro per tindre el màxim índex de transparència (menors pèrdues per reflexió i absorció).

Tot el conjunt és perfectament aïllat, amb poliuretà o fibra de vidre, per reduir al màxim les pèrdues.

S'ha de mencionar que el fluid que circula per dintre del serpentí és anticongelant i no aigua, com podria semblar, protegint així el captador de possibles gelades.

Col·lectors solars de tubs buits

Els col·lectors solars de buit inclouen una innovació, s'ha fet el buit en el espai que queda entre el vidre protector i la superfície absorbent. Amb aquest canvi s'aconsegueix eliminar les pèrdues per convecció interna, ja que internament no hi ha aire que les pugui transferir, i augmentar així la temperatura de treball i el rendiment.

La forma d'aquests captadors ja no es plana sinó cilíndrica, ja que permet efectuar millor el buit en el seu interior. A més a més, els col·lectors de tubs de buit permeten la integració de concentradors cilíndric – parabòlics amb el que s'aconsegueix millorar el rendiment durant les estacions en que els raigs solars no incideixen en el angle òptim.

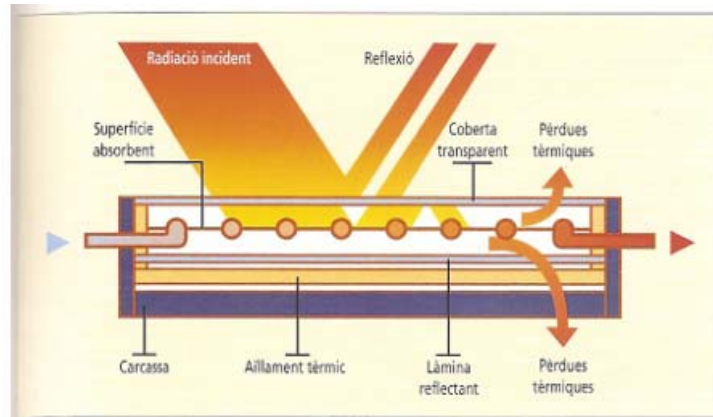
També permeten adaptar-se millor a aquells casos en que no es poden col·locar a la inclinació o direcció òptimes, on els panells plans tindrien molt poc rendiment. Aquesta propietat fa que els captadors de tub de buit puguin integrar-se perfectament a l'arquitectura.

5.3.2.2.- Funcionament dels col·lectors

La majoria dels sistemes de captació de la radiació solar es basen en l'efecte hivernacle. L'efecte hivernacle és el fenomen físic basat en el següent:

-La radiació solar visible que travessa una superfície transparent o translúcida, s'inverteix en elevar la temperatura de l'element situat al altre costat de la mateixa. Quan un cos eleva la seva temperatura per damunt del seu entorn, emet calor en forma de radiació infraroja. Els materials transparents a la radiació visible, vidre o plàstics, són molt poc transparents a la radiació infraroja. És per aquest motiu pel que podem construir una trampa de calor situant una superfície negra en el interior d'una caixa tancada, de manera que una de les seves cares estigui coberta per un vidre o plàstic transparent a la radiació visible.





Procés de captació i absorció de la radiació solar en un captador solar pla

5.3.2.3.- Tipus de sistemes de producció

Les instal·lacions per l'obtenció de ACS per energia solar, contenen bàsicament de quatre sistemes principals:

- 1.- Sistema de captació
- 2.- Sistema de acumulació
- 3.- Sistema d'utilització
- 4.- Sistema de recolzament.

La placa solar absorbent dels col·lectors solars, el sistema de captació, està compostat de uns tubs o canalitzacions plens d'aigua, o una barreja de aigua amb anticongelant, o altres fluids caloportadors, que al escalfar-se transporta el calor a un dipòsit aïllat per evitar pèrdues tèrmiques.

El sistema d'utilització és la xarxa d'aigua calenta de la vivenda. El sistema de recolzament ens serveix pels dies ennuvolats en els que hi ha poca radiació.

Captació, acumulació, utilització i recolzament, interaccionen entre si mitjançant altres elements com les conduccions o canonades, els elements de regulació i control, el fluid caloportador, el fluid de utilització, elements de seguretat, aïllants, etc.

Podem fer una classificació de les instal·lacions solars tèrmiques en funció de que la circulació del fluid caloportador entre el sistema de captació i el sistema d'acumulació es faci de manera forçada mitjançant un element electromecànic, anomenat bomba de circulació, o de forma natural aprofitant la variació de la densitat del fluid amb la temperatura (convecció). Al mateix temps podem diferenciar les instal·lacions que utilitzen un element intercanviador de calor de les que no ho fan. Així tenim quatre tipus bàsics d'instal·lacions:

Sistema Termosifònic o Natural Directe

Les seves característiques fonamentals són la col·locació del sistema d'acumulació a una alçada superior al sistema de captació i que l'aigua de consum és la mateixa que s'escalfa en el col·lector. Encara que existeixen equips comercialitzats que treballen per termosifó col·locant el dipòsit a la mateixa alçada que el col·lector.



Sistema Termosifònic o Natural amb Intercanviador

És bàsicament igual que el anterior però utilitza sistemes d'acumulació amb intercanviador incorporat. Serà

necessari col·locar un vas d'expansió per compensar les dilatacions tèrmiques del fluid en el circuit primari.

Al circuit format pel col·lector, les canonades d'anada i tornada al intercanviador i el propi intercanviador, se li anomena circuit primari. Per una altra part, al circuit format per les canonades d'alimentació al dipòsit acumulador i les canonades que van als punts de consum, se'l anomena circuit secundari.

Els sistemes termosifònics funcionen degut a la diferència de densitat d'un mateix fluid quan es troba a diferent temperatura. La circulació es produeix perquè la zona més freda descendeix, al pesar més per ser més densa, al mateix temps que la zona que es calenta en el interior del col·lector per efecte de la radiació solar, ascendeix al pesar menys degut a la seva pèrdua de densitat. Així doncs, funcionen sense bomba, el que converteix als equips en autònoms: segueixen funcionant encara que el sistema elèctric falli.

El fet de ser autònoms fa molt atractiva la seva aplicació en aquells llocs remots on no arriba la xarxa elèctrica. Així, es pot produir aigua calenta encara que el grup generador elèctric estigui desconnectat.

Sistema Forçat Directe

En aquest cas, el sistema de captació pot estar en un nivell superior al d'acumulació ja que el moviment del fluid el realitza el circulador.

Sistema Forçat amb intercanviador

Com en tots els sistemes forçats l'existència d'un circulador permet la col·locació del dipòsit acumulador a qualsevol alçada relativa a la del col·lector. Utilitza un element intercanviador de calor que es pot trobar incorporat en el sistema d'acumulació. També s'instal·larà aquí un vas d'expansió al circuit primari.

5.3.3.- Producció d'aigua calenta sanitària

La forma més senzilla i econòmica d'aprofitar l'energia solar és generant aigua calenta sanitària. La instal·lació és simple i el cost assequible.

La inversió inicial depèn de la grandària de l'equip. L'energia solar tèrmica oferirà aigua calenta gratuïta durant més del 90% de l'any, durant més de 20 anys sense problemes. Tots els dies assolellats o mig assolellats de l'any s'aprofitarà l'energia del sol per a tenir aigua calenta a casa. Els dies pràcticament nuvolosos, i després d'haver esgotat la reserva d'aigua calenta en el dipòsit cuidadosament aïllat, es disposarà del servei d'aigua calenta gràcies al sistema energètic auxiliar incorporat.



Una instal·lació de ACS està composta d'un grup de col·lectors solars tèrmics, un acumulador una bomba de circulació. Els col·lectors es poden integrar en la teulada o col·locar en una terrassa sense ombra orientats al sud.

Si el consum es concentra a l'estiu s'aconsegueix una rendibilitat molt major, ja que és a l'estiu quan millor funcionen els captadors, poden cobrir completament la demanda.

A causa de la relativa demanda d'aigua calenta sanitària, la instal·lació solar està en servei tots els mesos de l'any, fet que permet amortitzar-la més ràpid que en el cas de la calefacció, en que el sistema només s'utilitza durant la temporada hivernal.

En el cas de CTE ens obliga a instal·lar uns col·lectors solars per produir una part aigua sanitària en edificació nova, aquesta part se l'anomena fracció solar. L'altra

part es cobreix amb el sistema auxiliar de recolzament convencional (caldera elèctrica o gas, etc.).

5.3.3.1.- Funcionament de la instal·lació

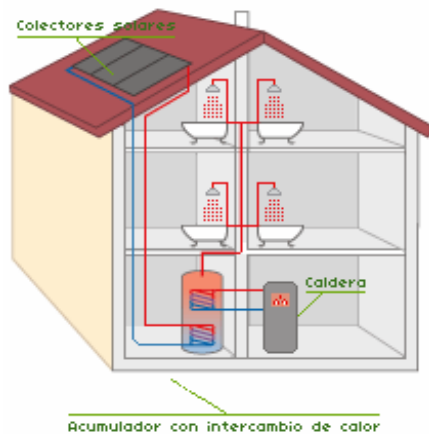
Els col·lectors solars funcionen com hem explicat anteriorment, a partir d'aquí:

En el interior dels col·lectors existeix un circuit tancat –circuit primari- pel qual discorre un fluid amb anticongelant. Aquest líquid arriba a temperatures superiors a 100°C en els col·lectors, que són el tipus que s'utilitza, i es fa circular, sempre en circuit tancat, fins el interior d'una cisterna acumuladora, on el tub adopta forma de serpentí i entra en contacte directe amb l'aigua que nosaltres utilitzarem posteriorment en la nostra casa- circuit secundari-.



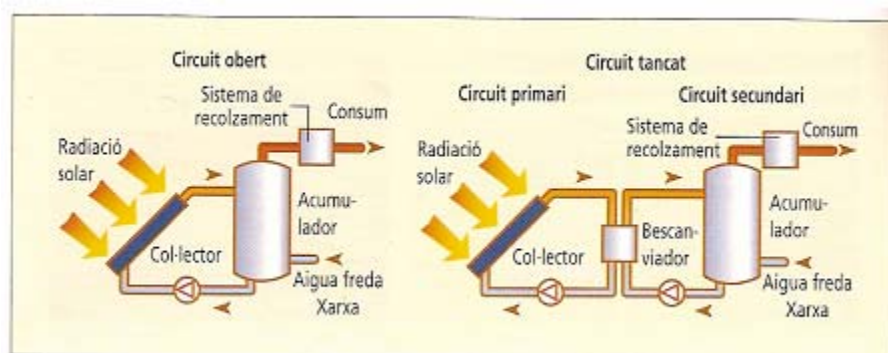
El calor del fluid que travessa el serpentí es transmet a l'aigua destinada al consum que la rodeja, augmentant la seva temperatura. En cas de necessitat, per exemple dies ennuvolats, es fa ús d'un equip generador auxiliar, generalment una caldera de gas o gasoil, per eleva la temperatura els graus que sigui necessari. Segons la actual normativa, l'aigua ha de sortir de l'acumulador a una temperatura de 60 °C, per evitar perill de legionel·la, encara que posteriorment es barreja amb aigua freda per reduir la temperatura fins 45°C, que és la temperatura convencional de consum.

ESQUEMA DE INSTAL·LACION DE ACS

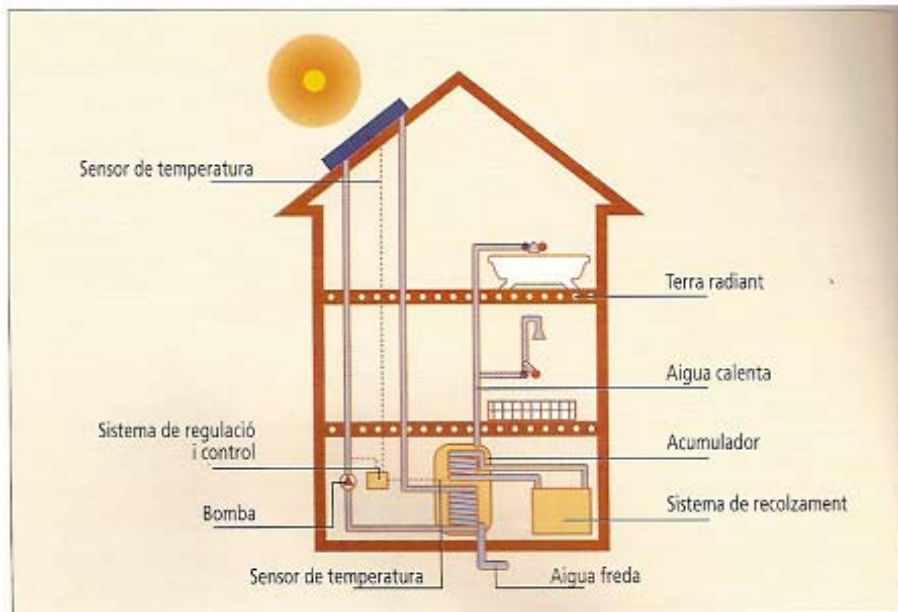


Tot aquest procés està controlat per un dispositiu electrònic central que és el que s'encarrega d'automatitzar i coordinar la circulació de l'aigua del circuit primari quan es necessita major aportació tèrmica, controlar la temperatura dels col·lectors, garantir la seguretat del sistema, e inclús en models més avançats, d'enviar un correu electrònic avisant de incidències.

Esquema de funcionament d'una instal·lació solar tèrmica:



Esquema instal·lació solar de baixa temperatura: circuit obert i circuit tancat



Esquema Instal·lació solar per a aigua calenta sanitària i calefacció



5.3.3.2.- Elements de la instal·lació

- Panells, mòduls, col·lectors, plaques solars

Les característiques que ens interessin que tinguin són:

- Que tinguin una coberta transparent amb molta transmitància baixa absorptància i poca reflectància a la radiació visible, i amb baixa transmitància a la radiació infraroja.
- La seva placa absorbent presenti alta absorptància a la component visible, i poca emitància infraroja.
- Estiguin ben aïllats.
- Tinguin una carcassa exterior resistent als agents atmosfèrics.

- Acumulador d'aigua

Dipòsit on s'acumula l'aigua que posteriorment es destina al consum domèstic, be per ACS, o be pel sistema de calefacció. L'acumulador sol ser també escalfador, ja que el sistema que acumula l'aigua es troba en el seu interior.

Els acumuladors d'aigua son un element clau en la instal·lació, ja que permeten emmagatzemar l'aigua escalfada durant el dia per ser consumida quan convingui. Gràcies a ells es pot disposar d'aigua calenta durant 24h del dia, i per això tenen que estar molt ben aïllats.

El acumulador està format per un dipòsit amb un serpentí en el seu interior, per qual circula el fluid calent que procedeix dels captadors solars i que cedeix el calor a l'aigua que el rodeja, i perfectament aïllat amb espuma dura i poliestirè.

Una altra conformació dels acumuladors és el doble envoltent, un dipòsit dintre d'un altre. En el interior s'allotja l'aigua a escalfar i pel exterior circula el fluid calent procedent dels captadors solars. D'aquesta forma s'obté una major superfície de contacte.

Per a ell s'utilitzen acumuladors amb doble serpentí, el inferior per el líquid procedent dels captadors solars (a menor temperatura) i el superior per aigua procedent de la caldera (a major temperatura); o acumuladors de doble envoltent estratificats, on el dipòsit exterior està dividit per zones a distinta temperatura, la inferior per solar tèrmica i la superior per la caldera.

- Caldera

Tot sistema d'energia solar tèrmica necessita d'un equip auxiliar que subministri la potència necessària quan el Sol no arribi a cobrir la demanda. Es solen utilitzar calderes de gas o gasoil d'alt rendiment.

- Escalfador

Sistema que escalfa l'aigua que es consumeix posteriorment. Normalment es troba dintre del tanc o acumulador que conté l'aigua.

- Intercanviador

És el dispositiu pel qual es transmet el calor generat en els col·lectors solars cap a l'aigua que posteriorment consumirem. En sistemes solars tèrmics, sol ser un tub amb forma de serpentí,-situat dintre del acumulador-, a través del qual discorre l'aigua calent provinent dels col·lectors. L'aigua a consumir entra en contacte amb aquest serpentí i rep el calor.

- Sistema de bombeig

Circuit hidràulic que consta de bomba hidràulica, diferent tipus de vàlvules i canonades. Generalment existeixen dos circuits diferents: el primari, que és aquell pel que circula el fluid que s'escalfa dintre dels col·lectors, i el secundari, que és el format per l'aigua de consum.

- Sistema de control

Sistema que controla la temperatura i el correcte funcionament de la instal·lació. Pot arribar a un alt grau de sofisticació.

5.3.4.- Calefacció solar

L'escalfament d'un habitatge mitjançant una instal·lació de calefacció convencional es pot dur a terme bé mitjançant la introducció d'aire calent en el seu interior o bé a través d'elements calefactores per l'interior dels quals circula aigua calenta.

Podem utilitzar col·lectors solars que ens escalfin l'aigua per després utilitzar-la per la calefacció. L'aigua calenta generada es pot utilitzar directament en el circuit de calefacció o servir de recolzament per disminuir el consum de la caldera, preescalfant l'aigua d'alimentació.

Cal tenir en compte que les necessitats tèrmiques de calefacció de qualsevol edificació apareixen a l'hivern, coincidint amb la temporada de baixa radiació solar. Per tant, en aquest cas també serà necessari disposar d'un sistema auxiliar de recolzament, podem ser el mateix que per ACS.

Els col·lectors solars no poden mantenir fixa la temperatura a la que generen l'aigua calenta, així que treballaran de les dos formes, en funció de la temperatura a la que aconsegueixen escalfar l'aigua.

Per ell, tota instal·lació de calefacció solar incorpora un interacumulador, un acumulador d'aigua calenta amb doble serpentí pel intercanvi de calor. Per un flueix el líquid escalfat pels captadors i per l'altre l'aigua calenta provinent de la caldera.

D'aquesta forma, quan l'energia tèrmica captada pels col·lectors poden abastir tota la instal·lació a la temperatura desitjada, la caldera deixa de funcionar. Quan no, és la caldera la que subministra el calor necessari per arribar a la temperatura de treball.

S'ha de mencionar que la caldera tindrà que ser dimensionada per poder subministrar l'energia necessària a tota la vivenda.

El sistema de calefacció que millor s'adapta a l'energia solar tèrmica és el terra radiant, ja que treballa a baixa temperatura, al voltant de 40°C. A més a més de ser molt saludable, permet estalviar més energia que altres sistemes.

5.3.4.1.- Funcionament de la instal·lació

El sistema de funcionament és el mateix que en el cas de ACS, amb la variant que el circuit secundari serà el de calefacció i no el d'ACS. (mirar apartat 5.3.2.1)

5.3.4.2.- Elements de la instal·lació

Els elements de la instal·lació seran els mateixos, amb les variants que té el sistema de terra radiant (explicat en l'apartat anterior terra radiant 5.3.2.2)

5.3.5.- Avantatges i inconvenients

Alguns dels seus Avantatges:

- És un sistema de producció energètica net i renovable
- És una tecnologia fàcilment integrable als edificis.
- És una energia segura tant en garantia de subministrament energètic durant tot l'any com per falta de perillositat per a l'usuari.
- Sense sorolls o olors i - a diferència d'altres sistemes- és ecològica i neta, el que redunda en benefici de tots.
- Instal·lació senzilla.
- Sense quasi manteniment i - donada la senzilla tecnologia, basada en principis - físics naturals i amb mínima participació d'elements mecànics

- Sense quasi anomalies en el funcionament de l'escalfador solar durant la seva vida útil superior als 20 anys.

Alguns dels seus Inconvenients:

- La radiació arriba de manera dispersa i inconstant a la superfície terrestre.
- No és emmagatzemable pel que cal transformar-la en el moment que arriba en energia tèrmica o elèctrica.
- És una energia molt dispersa i de baixa densitat energètica (màxims d'1 kW/m²), per tant, per a la seva captació és necessiten grans superfícies.
- És necessària una inversió inicial elevada donat que els sistemes de captació encara són relativament cars.

5.4.- ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Es basa en l'aprofitament de la radiació solar que arriba a la superfície terrestre. La captació de la radiació solar serveix tant per transformar l'energia solar per generar electricitat (fotovoltaica). Dintre d'aquesta ens centrarem en dos possibles aplicacions, una la d'autoconsum i, l'altra la integrada a la xarxa elèctrica per compra – venda.

Aquesta tecnologia d'aprofitament de l'energia solar és la més recentment desenvolupada entre els diferents tipus d'energies renovables i té un camp d'aplicació molt ampli.



Mitjançant uns panells fotovoltaics, podem produir electricitat durant el dia, emmagatzemar-la i consumir-la posteriorment.

En els últims anys, el desenvolupament de centrals fotovoltaïques de gran, mitjana i petita potència (aquest últim cas fa referència a la integració de mòduls fotovoltaics a cobertes o façanes d'edificis) connectades a la xarxa de distribució elèctrica ha permès obrir un nou camp

d'aplicació de l'energia fotovoltaica.

Pel que fa als sistemes fotovoltaics autònoms, la tecnologia disponible en l'actualitat fa que aquestes instal·lacions tinguin un especial interès i rendibilitat en aquells indrets allunyats de la xarxa elèctrica, de manera que en molts casos constitueixen la millor opció en termes econòmics, d'operativitat i de fiabilitat de subministrament.

De moment, la participació actual de l'energia fotovoltaica en el balanç energètic és encara marginal. El seu cost és, ara per ara, més elevat que el de les alternatives convencionals, però experimenta una ràpida reducció.

5.4.1.- Tecnologia solar fotovoltaica

L'element bàsic dels sistemes solars tèrmics és la placa o panell fotovoltaic. Els panells fotovoltaics es classifiquen en: Policristal·lins, monocristal·lins i amorfs. La seva diferència més important és l'eficiència de cadascun d'ells, essent els més eficients els monocristal·lins.

Les aplicacions dels panells fotovoltaics es transformen l'energia solar en electricitat basant-se en el fenomen físic conegut com "efecte fotovoltaic". L'efecte

fotovoltaic és la conversió directa, en un dispositiu anomenat cèl·lula fotovoltaica, de radiació electromagnètica en corrent elèctric.

Avantatges:

- Elevada qualitat energètica de l'electricitat.
- Absència d'impacte ambiental.
- Sense sorolls en els processos energètics.

5.4.1.1.- Tipus de panells fotovoltaics

La placa, mòdul o panell solar, utilitza certs materials semiconductors i capta els fotons transmesos en la llum solar per transformar-los en una corrent continua de electrons, és a dir, en electricitat.

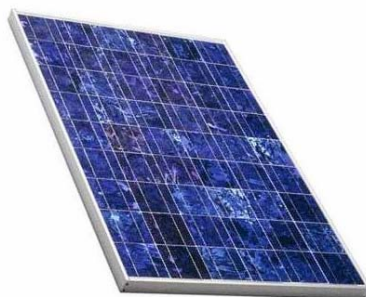
Aquests materials estan disposats en conjunts de cèl·lules, interconnectades en sèrie o en paral·lel i protegides per un vidre en la part superior i per varies capes plàstiques en la part posterior, tot això reforçat mitjançant un marc metàl·lic. En la part posterior es troben les connexions elèctriques pertinents.

Existeixen tres tipus principals de mòduls, en funció del material que forma les cèl·lules:

- **Materials amorfs:** tenen un alt grau de desordre en l'estructura dels àtoms. La seva construcció és simple i barata. És el silici típic de les calculadores i altres petits objectes.
- **Materials policristal·lins:** disposen de més qualitat que els anteriors, pel que la seva efectivitat és major. També són més cars. Tenen un aspecte d'una amalgama de cristalls de diverses tons blaus i grisos amb lluentor metàl·lic,
- **Materials monocristal·lins:** tots els àtoms estan perfectament ordenats. Són els de major qualitat, encara que en els últims anys han estat quasi atrapats per les noves patents de policristal·lins, i en l'actualitat el seu rendiment és sols lleugerament superior. Tenen un color molt monocromàtic: blau, fosc amb cert lluentor metàl·lic.



Panell solar amorf



Panell solar policristal·lí



Panell solar monocristal·lí

El mòdul fotovoltaic:

Un mòdul fotovoltaic està format per un conjunt de cèl·lules fotovoltaiques interconnectades entre sí. Aquestes s'encapsulen i emmarquen mitjançant el segellat

per la cara posterior amb un encapsulant polimèric i un recobriment, també plàstic, i per la anterior amb un vidre templat, molt resistent al impacte, de superfície interior antireflexiva i amb baix contingut en ferro per limitar la seva absorbència, la superfície exterior del vidre ha de ser llisa per evitar l'acumulació i incrustació de brutícia i per facilitar la neteja per efecte de la pluja, el marc que li dona rigidesa al conjunt és d'alumini anoditzat i, en ocasions, lacat. La hermeticitat del mòdul és essencial per impedir la penetració dels agents atmosfèrics que afavoriria la corrosió i deterioro dels contactes metàl·lics. En el marc o làmina de plàstica de recobriment es fixa la caixa de connexions amb tapa estanca que conté als borns positiu i negatiu.

Les cèl·lules es munten en sèrie sobre els mòduls solars per a aconseguir un voltatge adequat a les aplicacions elèctriques; els panells s'orienten cap al sud per a un major aprofitament de l'energia solar que, una vegada captada, es transforma en energia elèctrica en forma de corrent continu amb connexió a un sistema d'emmagatzematge (bateries).

5.4.1.2.- Funcionament dels panells fotovoltaics

El panells fotovoltaics fan una conversió de l'energia solar en electricitat mitjançant l'efecte fotovoltaic.

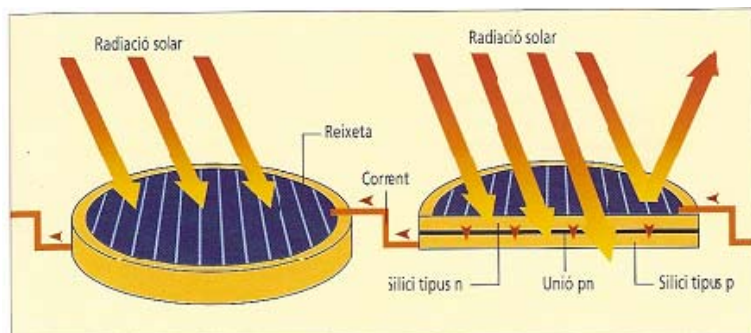
Per realitzar aquesta conversió són necessaris uns dispositius anomenats cèl·lules solars.

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

Les cèl·lules solars són excitables al rebre la llum solar i que són capaces de generar petites quantitats d'electricitat a causa del flux d'electrons de l'interior dels materials i la diferència de potencial. Les cèl·lules reaccionen tant amb llum solar directa com amb llum difusa pel que poden seguir produint electricitat en dies ennuvolats.

Entre els diversos materials semiconductors utilitzats per la fabricació de cèl·lules solars fotovoltaïques, el més emprat és el silici que, dopat (contaminat artificialment) per un element determinat, per exemple fòsfor, constitueix una capa de semiconductor anomenat "n" (amb excés de càrrega negativa), o bé constitueix una capa anomenada "p" (amb excés de càrrega positiva) si està dopat amb un altre tipus d'element, com ara el bor. La unió d'aquestes dues capes proveïda dels contactes elèctrics adequats, que fa possible l'aparició de corrent elèctric quan n'hi ha que és il·luminada (la n), forma una cèl·lula solar.

La corrent elèctrica generada en la cèl·lula fotovoltaica és corrent continu (CC).



Constitució i principi de funcionament d'una cèl·lula solar

5.4.1.3.- Tipus de instal·lacions

Instal·lacions aïllades

Tradicionalment, l'electrificació rural ha plantejat greus problemes tant de finançament com de rendibilitat econòmica. D'una banda, en l'àmbit rural el nombre d'abonats per quilòmetre de línia d'alta, mitjana i baixa tensió és unes 10 vegades més baix que en l'àmbit urbà a causa de la dispersió de la població rural. Això coincideix generalment amb un consum molt inferior al dels usuaris urbans o industrials. D'altra banda, la rendibilitat de l'electrificació rural mitjançant una xarxa de distribució és incomparablement més baixa que la de l'electrificació urbana o industrial, ja que comporta unes inversions proporcionalment més elevades, representa unes despeses superiors i proporciona menys ingressos a les empreses subministradores d'energia.

Així, per l'electrificació rural, els sistemes fotovoltaics representen una alternativa viable, tant tècnicament com econòmicament, no tan sols en els casos en què l'electrificació convencional presenta problemes importants derivats dels costos econòmics de la construcció o manteniment de les instal·lacions, sinó també quan es tracta d'evitar l'impacte ecològic o paisatgístic de les línies elèctriques.

En vivendes rurals o refugis aïllats on no arribi la xarxa de distribució elèctrica es té que recorre a un sistema de producció autònom.

Un sistema fotovoltaic complet, amb gran capacitat de acumulació, garanteix un subministra fiable fins tres dies amb absència de sol, i amb una inversió molt inferior al cost de arribar la xarxa elèctrica al emplaçament.

Per aconseguir un subministra de corrent absolutament fiable, es pot incorporar al sistema un grup electrogen de recolzament. Així es garanteix que, en el cas que els acumuladors es quedin sense energia, el sistema pugui seguir subministrant electricitat.

Aplicacions de instal·lacions aïllades de la xarxa elèctrica:

- Electrificació rural de vivendes i petits nuclis de població aïllada.
- Electrificació de locals per serveis a la comunitat en països poc electrificats.
- Subministrament elèctric d'allotjaments agrícoles i il·luminació de naus agrícoles en indrets allunyats.
- Il·luminació pública.
- Sistemes de bombeig d'aigua.
- Abalisament i senyalització.
- Sistemes de protecció catòdica.
- Telecomunicacions.
- Sistemes de control e paràmetres mediambientals.
- Oci i altres llocs més o menys professionals.

Instal·lacions connectades a xarxa

A diferència de les aplicacions d'electrificació rural, on l'energia produïda s'utilitza per a l'autoconsum de l'emplaçament electrificat, les centrals fotovoltaïques lliuren l'energia generada directament a la xarxa elèctrica, com en qualsevol altre central convencional de generació elèctrica.

En els darrers anys s'ha produït un fort desenvolupament dels sistemes connectats a la xarxa elèctrica i integrats a edificis o altres tipus d'estructures arquitectòniques com cobertes o barres acústiques. Aquestes instal·lacions es poden considerar petites centrals fotovoltaïques, amb la particularitat que una part de l'energia generada s'inverteix en el mateix autoconsum de l'edifici i la part d'energia excedent es lliura a la xarxa elèctrica.

L'objectiu d'aquestes instal·lacions no és tant abastir tots els consums elèctrics de l'edifici amb energia d'origen fotovoltaic, com aprofitar les possibilitats arquitectòniques que tant les teulades com les façanes dels edificis ofereixen per a instal·lar captadors fotovoltaics i reduir les necessitats elèctriques exteriors dels edificis.

Vendre l'electricitat a la xarxa és la millor forma d'amortitzar una instal·lació fotovoltaica i obtenir benefici.

La finalitat de connectar a la xarxa elèctrica una instal·lació fotovoltaica es poder també vendre tota la producció per a que, progressivament, el percentatge d'energia neta que es consumeixi de la xarxa es vagi ampliant.

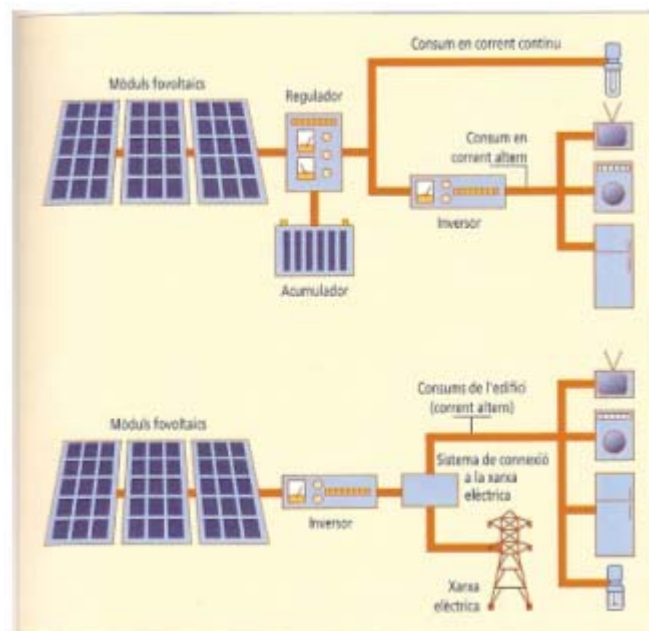
Connectant una instal·lació fotovoltaica a la xarxa elèctrica convencional aconseguirem convertir-la en una petita central productora. El govern obliga a les grans companyies elèctriques a comprar l'energia produïda i a distribuir-la en el mercat. Així s'aconsegueix que els usuaris puguin consumir de la xarxa una part d'energia que prové de fonts renovables.

El preu de venda de l'energia produïda està subvencionat i arriba fins a 5,75 vegades el preu de compra base. Així, el propietari de la instal·lació pot amortitzar molt més ràpid la inversió i tenir beneficis.

El preu de compra de l'energia elèctrica produïda depèn de la potència de la instal·lació:

- Potència no superior a 100 kWp: Preu de venda 5 vegades el preu de compra. El kWh queda a 0,45 €.
- Potència superior a 100 kWp: Preu de venda 3 vegades el preu de compra. El kWh queda a 0,27 €.

S'ha de mencionar que una instal·lació de 100 kWp té una superfície equivalent a 813 m² de panells solars fotovoltaics.



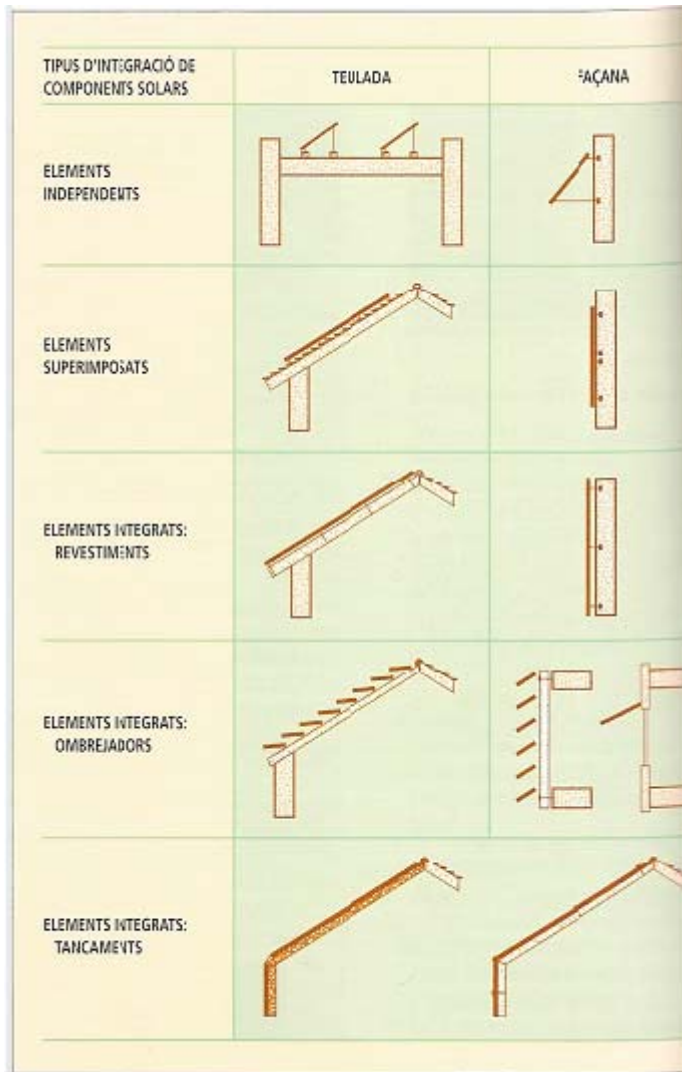
Esquemes generals d'una instal·lació fotovoltaica autònoma amb subministrament de corrent altern i continu i d'una instal·lació fotovoltaica connectada a la xarxa.

Aplicacions de instal·lacions connectades a la xarxa:

- Vivendes i altres edificacions connectades a la xarxa.

-Centrals fotovoltaïques i fotovoltaïques mixtes.

La integració fotovoltaica als edificis:



5.4.1.4.- Elements de la instal·lació

Una instal·lació fotovoltaica està composta per un grup generador, format per una extensió de panells solars fotovoltaics, un regulador de càrrega, un grup acumulador i un inversor.

Durant les hores de insolació, els panells fotovoltaics produeixen energia elèctrica en forma de corrent continu que es emmagatzemada en els acumuladors. En els moments de consum energètic, els acumuladors subministren aquesta electricitat, tenint que ser transformada en corrent alterna pel inversor, als receptors

- Panell solar fotovoltaic

És l'encarregat de transformar l'energia que ens arriba del sol en energia elèctrica. Per ell es basa en l'efecte fotoelèctric, i necessita que els raigs del sol incideixen perpendicularment en la seva superfície. (funcionament explicat anteriorment en l'apartat 5.4.1.2)

- Regulador de càrrega

La seva funció principal és la de protegir als acumuladors d'una sobrecàrrega quan aquestos estan totalment carregats. També els protegeixen d'una sobrecàrrega, ja que quan estan molt descarregats, cedir una mica de càrrega significa un dany irreparable.

Els fils positiu i negatiu del generador fotovoltaic es connecten a aquest aparell electrònic que subministra la tensió i la intensitat de corrent que ha d'arribar a la bateria segons l'estat de càrrega a que aquest es troba. La seva funció principal que fa aquest estan encaminades a la protecció contra sobrecàrregues, interrompin la corrent de càrrega una vegada que aquesta s'hagi completat, i la protecció contra descàrregues excessives, interrompin el subministrament de corrent al consum davant d'una baixada de tensió.

- Acumulador

L'objectiu de l'acumulador és disminuir en el possible la dependència del caràcter cíclic i dels factors climàtics, que fan que la radiació solar no es presenti amb una constància temporal. Els cicles dia – nit els períodes ennuvolats, els mesos de poca insolació, i la necessitat de subministrar consums puntuals d'elevada potència i curta duració, tot això ens fa que tinguem que preveure sistemes d'acumulació d'energia potencial. En el cas de l'energia fotovoltaica s'utilitzen, en general, acumuladors electroquímics.

La seva finalitat és acumular energia elèctrica per poder subministra-la quan sigui necessària.

- Inversor o convertidor CC/AA

La seva finalitat és la de transformar la corrent continua provinent dels acumuladors en corrent alterna pel ús domèstic.

Els convertidors més habituals en l'actualitat són els estàtics (electrònics).

- Equips de consum

En quan als equips de consum hem d'utilitzar equips de baix consum.

5.4.2.- Avantatges i inconvenients

Alguns dels seus Avantatges:

- És un sistema de producció energètica net i renovable
- És una tecnologia fàcilment integrable als edificis.
- És autònoma de la xarxa elèctrica, encara que serà necessari en suport per temporades amb poca radiació solar.
- Sense sorolls o olors i - a diferència d'altres sistemes- és ecològica i neta, el que redunda en benefici de tots.
- Instal·lació senzilla.
- La seva venda a les companyies fa que la seva amortització sigui més ràpida.

Alguns dels seus Inconvenients:

- La radiació arriba de manera dispersa i inconstant a la superfície terrestre.
- Els sistemes d'emmagatzematge són cars.
- No és pot utilitzar de forma directa, ja que produeix corrent continua.
- És una energia molt dispersa i de baixa densitat energètica (màxims d'1 kW/m²), per tant, per a la seva captació és necessiten grans superfícies.
- És necessària una inversió inicial elevada donat que els sistemes de captació encara són relativament cars.

5.5.- ENERGIA EÒLICA

Des de fa segles, l'home ha sabut aprofitar l'energia del vent per a desplaçar-se pel mar, moldre blat o bombar aigua. Així, el vent va esdevenir una de les principals fonts d'energia no animal de la humanitat fins a l'aparició dels primers motors a vapor en l'etapa industrial de principis del segle XIX i posteriorment, fins a l'aparició de motors de combustió. Això no obstant, no és fins al segle XX que comença l'aprofitament comercial de l'energia eòlica per a la producció d'electricitat.

Es basa en l'aprofitament de l'energia cinètica del vent, convertint-la en energia elèctrica o mecànica. Així, actualment es poden distingir dos tipus d'aplicacions: les instal·lacions per a la producció d'electricitat i les instal·lacions de bombejament d'aigua.

Malgrat que actualment la contribució de l'energia eòlica a la generació d'electricitat és encara poc significativa, aquesta font energètica té un ampli potencial de creixement. Al llarg dels darrers anys, l'energia eòlica ha experimentat un desenvolupament tecnològic considerable i ha incrementat la seva competitivitat en termes econòmics en relació a altres fonts d'energia.

5.5.1.- Tecnologia eòlica

Les màquines que aprofiten l'energia eòlica reben el nom d'aerogeneradors o turbines eòliques si s'utilitzen per a produir electricitat, o també reben el nom d'aerobombes si l'aplicació és de bombejament d'aigua.

En general les màquines eòliques es poden dividir en dos grans grups: les de eix vertical, i les d'eix horitzontal. Tots dos grups estan constituïts pels mateixos elements bàsics: un element mòbil de captació de l'energia cinètica del vent, anomenat rotor, que s'acobla a un eix i a un generador o una bomba, depenent de l'aplicació que se'n faci.

Avui en dia es pot produir electricitat amb gran eficiència, gràcies a aerogeneradors de grans dimensions, també anomenats turbines de vent.

Un aerogenerador està format per un conjunt d'aspes (normalment tres) connectades a un rotor que, mitjançant un sistema d'engranatges, està connectat a un generador elèctric. Tota aquesta maquinària (turbina de vent) es col·loca a la cima de un màstil o torre on hi ha més influència del vent.

La longitud de les aspes definirà el



diàmetre del àrea de escombrat de les mateixes i, quan major sigui aquesta àrea, major serà la potència que pugui generar un aerogenerador

Podem trobar des de petits aerogeneradors de 400 W i 1 m aproximadament de diàmetre d'aspes, fins immensos aerogeneradors dels grans parcs eòlics de 2500 kW i 80 m de diàmetre d'aspes.

Per petites instal·lacions d'ús domèstic o agrari els aerogeneradors més útils i assequibles són els que tenen un diàmetre de escombrat de 1 a 5m, capaços de generar 400 W a 3,2 kW.

Presenten la avantatge, a més a més, que poden arrancar a una velocitat de vent més baixa que els de major grandària, podent aprofitar vents més lents (com brises marines o vents de muntanya) i produir més quantitat d'energia.

Per aconseguir un bon rendiment és necessari que la ubicació dels aerogeneradors estigui en una regió molt ventosa, amb vent la majoria de dies de l'any i amb una velocitat mitjana anual superior als 13 km/h

5.5.1.1. - Tipus aerogeneradors

Les màquines eòliques es classifiquen segons la posició del seu eix de gir, les d'eix vertical, i les de eix horitzontal (com ja hem dit anteriorment). A la vegada, segons la velocitat de gir del rotor es divideixen en eòliques ràpides o eòliques lentes. Les principals aplicacions són el bombeig d'aigua i la generació d'electricitat, en zones amb vents més o menys estables presenten l'avantatge sobre els sistemes fotovoltaics de no dependre dels cicles dia – nit ni dels cicles estacionals.

Màquines d'eix horitzontal:

El molí americà multipala

La seva aplicació típica és el bombeig d'aigua. Aquesta aerobomba gira entre 10 i 40 r.p.m, consta de 8 a 36 pales, presenta diàmetres de l'ordre de 2 a 8 m, i treballa amb alçades de bombeig de fins a 200 m.

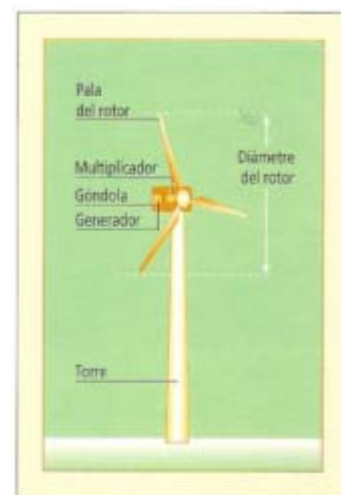


Molí americà

Les eòliques ràpides(aerogeneradors)



Aquestes anomenades també aerogeneradors es solen fer servir per la generació d'electricitat. La generació d'electricitat pressuposa un pas entremig per qualsevol activitat que requereixi l'aportació d'energia, de manera que amb l'electricitat generada també es pot bombejar aigua. Aquests aerogeneradors desenvolupen velocitats de gir entre 10 i 100 r.p.m., amb diàmetres de l'ordre de 1 fins a 50 m.



Aerogenerador

Màquines d'eix vertical:

La panémona

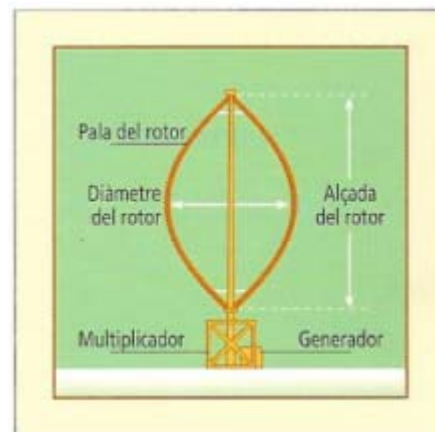
Una eòlica es considerada panémona quan sols intervé en el seu funcionament el principi de l'acció diferencial sobre les dos meitats, simètriques respecte d'un punt, enfrontades al vent. Aquestes màquines es solen utilitzar pel bombeig d'aigua, encara que tenen un ús molt estès amb rotors de diferents grandària en publicitat.

El rotor savonius

Savonius va ser l'enginyer finlandès que va inventar aquesta màquina en 1924. És una panémona millorada construïda amb dos semicercles desplaçats de l'eix de gir deixant un canal per que la corrent de vent produeixi una acció suplementària sobre la cara còncava del darrere de la part convexa exposada al vent, són rotors de doble efecte. Es pot utilitzar tant pel bombeig de l'aigua com per la producció d'electricitat.



Rotor Savonius



5.5.1.2.- Funcionament dels aerogeneradors

El que caracteritza el funcionament d'un aerogenerador és la seva corba i el seu coeficient de potència. La corba de potència indica el rang de velocitats de vent en els que pot operar l'aerogenerador i la potència que pot proporcionar en cada cas. Aquesta corba mostra el valor mínim de velocitat de vent necessari per q que un aerogenerador determinat comenci a funcionar.

El aerogenerador produeix electricitat al rebre la força del vent, que el que fa el fer girar les aspes del aerogenerador, que fa que giri el generador produint així energia elèctrica. AL mateix temps, l'envia cap al sistema d'acumulació (bateries o acumuladores elèctrics) on s'emmagatzemarà per al seu ús en el moment necessari. Entre ambdós components, s'intercalarà un regulador, el qual automatitza i garanteix el correcte funcionament del sistema. L'inversor converteix el corrent continu emmagatzemada en les bateries en alterna a 220V, amb el que pot funcionar qualsevol aparell de potències acord a la de l'inversor.

En general, entre els diferents tipus de generadors, tant per les seves característiques de la seva corba de potència com pel coeficient de potència proporcionat, els aerogeneradors tripala són els que combinen millors rendiments i millors característiques de funcionament.

5.5.1.3.- Tipus de instal·lacions

Es distingeixen la instal·lació aïllada o els parc eòlics.

Aïllades

Les instal·lacions aïllades no disposen de connexió amb la xarxa elèctrica. Són, en general, instal·lacions a petita escala i es destinen al autoabastament elèctric d'immobles localitzats en llocs allunyats, entorns rurals, etc. Es solen complementar amb energia solar fotovoltaica per a garantir el subministrament i evitar la necessitat de acumuladores o altre tipus d'energia.

Parcs eòlics

Els parcs eòlics estan formats per un conjunt de aerogeneradors que es troben connectats a la xarxa de distribució elèctrica general. Són instal·lacions de grans dimensions que es localitzen en llocs on la velocitat del vent és adequada per a la rendibilització de les inversions. Possibiliten l'obtenció d'alemanys 1 Megawatt de potència. Existeixen també parcs eòlics marins el fonament tecnològic dels quals és equivalent al dels parcs eòlics terrestres, encara que els aerogeneradors solen ser de majors dimensions.



Parc eòlic

5.5.1.4.- Elements de la instal·lació

El aerogenerador es compon d'un suport rígid i de gran altura per a resistir la força del vent i evitar turbulències de la seva base. Sobre el suport es localitza un sistema de rotació o rotor conformat per una sèrie de pales que són les quals reben l'energia del vent. El rotor disposa també de sistemes d'orientació i regulació per a control de la posició respecte al vent i de la velocitat de rotació del mateix. El sistema de generació és l'encarregat de produir l'energia elèctrica mitjançant la connexió al rotor per un sistema de transmissió.

- Rotor:

És la part que capta l'energia cinètica del vent i la transforma en energia mecànica.

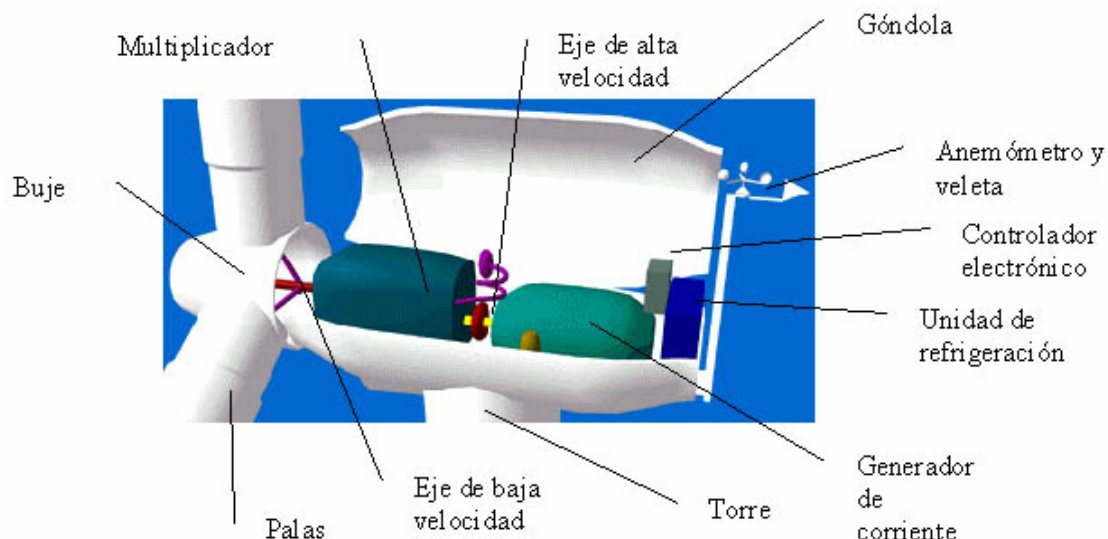
Està format per diverses pales, un eix de gir i un element que uneix les pales a l'eix de gir, la caixa. Les pales estan construïdes amb fibra de carboni, fibra de vidre i epoxi. El perfil de les mateixes està dissenyat per a un òptim aprofitament dels vents suaus. La inclinació de les pales respecte al plànol d'incidència del vent varia amb la

velocitat del vent, el que protegeix a l'equip en cas de velocitats eòliques perilloses. En funció del número de pales del rotor els aerogeneradors d'eix horitzontal es poden classificar en aerogeneradors monopala, bipala, tripala o multipala.

Respecte als rotors, es caracteritzen per si permeten o no el gir de les pales al voltant del seu propi eix, és a dir, per si són de pas variable o fix. En el primer cas, en permetre el gir de la pala sobre el seu propi eix, es poden modificar aspectes aerodinàmics de les pales que permeten controlar la potència proporcionada per l'aerogenerador. En el segon cas el perfil de la pala es dissenya de forma que el control de potència es realitzi per pèrdua aerodinàmica de les pales, i aquests incorporen en els seus extrems frens aerodinàmics.

- La gòndola:

És la part de l'aerogenerador on s'hi troben l'equip mecànic i elèctric, els quals permeten la transformació de l'energia subministrada pel rotor, en energia elèctrica. Està formada bàsicament, per un eix principal, adaptat al rotor mitjançant un embragatge, i per un generador elèctric. Així, el moviment rotacional del rotor es transmet mitjançant un multiplicador de velocitat fins al generador encarregat de transformar l'energia mecànica en elèctrica. El multiplicador adapta la baixa velocitat de rotació de l'eix del rotor a les necessitats de gir del generador elèctric.



- Microprocessador:

Normalment, els aerogeneradors incorporen un microprocessador que regula i controla l'angle d'inclinació de les pales del rotor, com també la posició d'aquest respecte al vent, per a obtenir així el rendiment més gran possible.

- Sistema de seguretat:

És el sistema que bloqueja les pales del rotor en cas necessari, això ho fa mitjançant uns frens de disc.

- Carcassa:

Protegeix els components interns de l'equip de la intempèrie i contribueix a millorar el seu comportament aerodinàmic. Es sol construir en fibra de vidre o acer.

- Estructura Suport:

Serveix per a ancorar amb tota seguretat al aerogenerador, al costat de diversos jocs de vents, en alguns casos. El seu disseny permet el gir horitzontal del aerogenerador en qualsevol adreça del vent.

5.5.2.- Avantatges i inconvenients

Alguns dels seus Avantatges:

- En zones molt ventoses durant tot l'any, és capaç de garantir per si sola tot el subministrament energètic necessari sense necessitat de suport d'altres fonts d'energia.
- És un sistema de producció energètica net i renovable.
- És autònoma de la xarxa elèctrica, encara que serà necessari un sistema de recolzament.
- Tecnologia relativament senzilla.
- Una vegada instal·lat el generador eòlic, aquest ens oferirà un subministrament energètic garantit i gratuït durant molts anys de servei.
- És una energia neta i renovable.

Alguns del seus Inconvenients:

- A causa de la falta de seguretat en l'existència de vent, l'energia eòlica no pot ser utilitzada com única font d'energia elèctrica.
- Al pujar i baixar la seva producció cada vegada que canvia la velocitat del vent, es desgasta més la maquinària.
- AL començament de la seva instal·lació, els llocs seleccionats per a això van coincidir amb les rutes de les aus migratòries, o zones on les aus aprofiten vents de vessant, el que fa que entrin en conflicte els aerogeneradors amb aus i ratapinyades.
- L'impacte visual i estètic.
- És una tecnologia poc evolucionada en el àmbit domèstic.
- És necessària una inversió inicial elevada
- Els sistemes d'acumulació són cars.

5.6.- ENERGIA GEOTÈRMICA

L'energia geotèrmica és aquella energia que pot ser obtinguda per l'home mitjançant l'aprofitament de la calor de l'interior de la Terra. La calor de l'interior de la Terra es deu a diversos factors, entre els quals cap destacar el gradient geotèrmic.

El planeta Terra constitueix un sistema actiu des del punt de vista energètic i conté una immensa quantitat d'energia en forma de calor acumulada en tota la seva massa. Aquesta energia rep el nom d'energia geotèrmica, procedeix del nucli de la

terra i es va renovant gràcies a la radiació solar que cada dia travessa l'atmosfera i que és absorbida en gran part per la superfície del planeta. L'escorça terrestre té la propietat d'acumular la calor procedent de la radiació solar que incideix sobre ella. Així mateix, l'aigua que s'infiltra en el seu interior també emmagatzema aquesta energia gràcies a la seva elevada calor específic així com al seu excel·lent conductivitat tèrmica. D'entre totes les energies renovables, la Geotèrmia és una de les més utilitzades des dels orígens de la Humanitat. Des de l'antiguitat, s'ha utilitzat en nombrosos llocs per a la calefacció d'aigües termals, hivernacles i edificis, coneixent-se comunament amb el nom de calefacció geotèrmica. Actualment, aquest terme abasta un concepte més ampli i designa l'art de captar l'energia de la terra per a la seva transformació en energia útil per a les persones.

En l'actualitat, la tecnologia permet aprofitar aquesta energia natural d'origen renovable per a cobrir les necessitats de calefacció i climatització de les llars, la producció d'aigua calenta sanitària i fins i tot, la climatització de piscines.

5.6.1.- Tipus de fonts geotèrmiques

Energia geotèrmica d'alta temperatura

L'energia geotèrmica d'alta temperatura existeix en les zones actives de l'escorça. Aquesta temperatura està compresa entre 150 i 400 °C, es produeix vapor en la superfície i mitjançant una turbina, genera electricitat. Es requereixen diversos condicions perquè es doni la possibilitat d'existència d'un camp geotèrmic: una capa superior composta per una cobertura de roques impermeables; un aqüífer, o dipòsit, de permeabilitat elevada, entre 0,3 i 2 km de profunditat; sòl fracturat que permet una circulació de fluids per convecció, i per tant la transferència de calor de la font a la superfície, i una font de calor magmàtica, entre 3 i 15 km de profunditat, a 500-600 °C. L'explotació d'un camp d'aquestes característiques es fa per mitjà de perforacions segons tècniques gairebé idèntiques a les de l'extracció del petroli.

Energia geotèrmica de temperatures mitges

L'energia geotèrmica de temperatures mitges és aquella que els fluids dels aqüífers estan a temperatures menys elevades, normalment entre 70 i 150 °C. Per tant, la conversió vapor - electricitat es realitza amb un rendiment menor, i s'ha d'explotar per mitjà d'un fluid volàtil. Aquestes fonts permeten explotar petites centrals elèctriques, però el millor aprofitament pot fer-se mitjançant sistemes urbans repartiment de calor per al seu ús en calefacció i en refrigeració (mitjançant màquines d'absorció)

Energia geotèrmica de baixa temperatura

L'energia geotèrmica de temperatures baixes és aprofitable en zones més àmplies que les anteriors; per exemple, en totes les conques sedimentàries. És deguda al gradient geotèrmic. Els fluids estan a temperatures de 50 a 70 °C

Energia geotèrmica de molt baixa temperatura.

L'energia geotèrmica de molt baixa temperatura es considera quan els fluids s'escalfen a temperatures compreses entre 15 i 50 °C. Aquesta energia s'utilitza per a necessitats domèstiques, urbanes o agrícoles.

En aquest projecte ens centrarem en l'energia geotèrmica de molt baixa temperatura, però no la que utilitza els fluids, sinó que el que es pretén es aprofitar la inèrcia tèrmica de la terra.

5.6.2.- Tecnologia energia geotèrmica

L'energia geotèrmica es pot utilitzar de dos formes distintes, depenent de l'origen del calor que s'utilitzi, que serà útil per unes o altres aplicacions.

Es pot utilitzar directament el calor generat pel magma en el interior de la terra i que arriba a la superfície en sòls volcànics, aigües termals o guèisers.

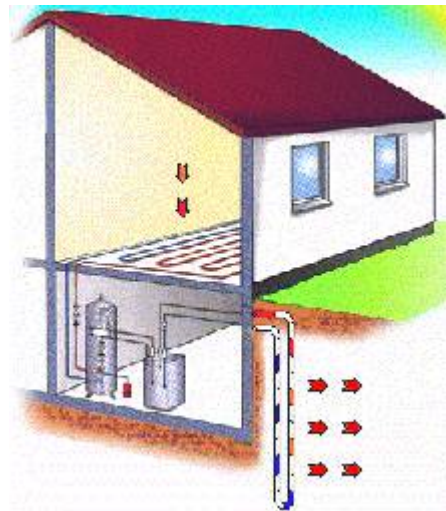
En aquestes zones es poden aconseguir temperatures de 70 °C a 450°C, amb el que es pot generar aigua calenta per calefacció o vapor d'aigua per processos industrials o generació d'electricitat.

Per desgracia hi ha poques zones amb presència volcànica o aigües termals que estiguin a l'abast de tots i puguin ser utilitzades.

També és possible aprofitar el calor acumulat per la gran massa que forma el sòl, encara estigui a poca temperatura, i produir aigua calenta per ús domèstic i calefacció en qualsevol lloc.

Una part important de l'energia que prové del Sol i arriba a la Terra, és absorbida per l'escorça terrestre en forma de calor. La gran massa de la Terra fa que la temperatura del subsòl, a partir d'uns 2-3 metres de profunditat, es mantingui pràcticament constant durant tot l'any, aquesta temperatura varia segons les característiques del terreny i la radiació solar pròpia de la regió. A Espanya, un país amb una gran radiació solar, la temperatura del terra a profunditats de més de 2 metres és relativament alta (al voltant de 15 graus).

Mitjançant un sistema de captació adequat i una bomba de calor geotèrmica, s'aconsegueix transferir calor d'aquesta font de 15 graus (subsòl) a un altre de 50 graus (acumulador ACS o circuit d'aigua), podent ser utilitzada en la calefacció domèstica i/o aigua calenta sanitària d'ús a l'habitatge.



La tecnologia de climatització geotèrmica d'edificis s'utilitza habitualment des de fa anys en Estats Units o en el Nord d'Europa, i encara que en el nostre entorn no ha tingut tot just repercussió, actualment està obrint-se camí com una alternativa viable dintre del ventall de les energies renovables.

Els sistemes habituals de climatització d'edificis usen unitats de refrigeració/calefacció, o bombes de calor, situades en sostres o terrasses que funcionen mitjançant la cessió o extracció de calor del propi aire ambient. En contraposició, en els sistemes geotèrmics, s'extreu o cedeix calor al sòl que envolta l'edifici mitjançant un circuit d'aigua enterrat

5.6.2.1.-Funcionament del sistema

En aquest cas no s'aprofita directament el calor generat en el interior de la terra, sinó que s'utilitza la capacitat d'intercanvi de calor que ofereix el sòl (absorbir i cedir calor mantenint-se a una temperatura constant).

Per poder aprofitar la inèrcia del sòl, utilitzarem una bomba de calor geotèrmica.

La finalitat de l'energia geotèrmica és l'aprofitament de la calor natural del subsòl, mitjançant un sistema de captadors enterrats connectats a una bomba de calor

d'elevada eficiència, capaç d'extreure fins a 3 kilowatts del sòl per cada kilowatt elèctric aportat. L'extracció de l'energia es realitza mitjançant l'intercanvi tèrmic entre el subsòl i un fluid refrigerant que circula pels captadors sempre més fred que el sòl. Al seu pas, el fluid roba calor al terreny i ho canalitza fins al generador geotèrmic que, utilitzant la quantitat justa d'electricitat, transforma dit calor en energia útil per a l'habitatge. A partir d'un captador enterrat, d'un generador o bomba de calor geotèrmica i d'una xarxa de difusió de calor, l'energia geotèrmica ofereix solucions adaptables per a la major part d'habitatges unifamiliars o plurifamiliars.

Bomba de calor geotèrmica

Una bomba de calor geotèrmica és una bomba de calor aigua-aigua. Mitjançant un fluid que circula per un llaç soterrat, extrau o cedeix calor a la gran massa formada pel subsòl.

Aquest tipus de bomba de calor té una eficiència quantitativament superior a la de les bombes de calor.

En qualsevol tipus de clima, la corrent de les aigües pluvials el sol i el vent converteixen el sòl en una fabulosa reserva d'energia.

Com hem dit abans a una profunditat de 2 a 3 m la temperatura del subsòl s'estabilitza al voltant de 15°C. La bomba de calor és molt més eficient si té que aconseguir els 21 o 22°C de confort a l'hivern des dels 15°C del sòl que des dels 10°C o menys als que està l'aire.



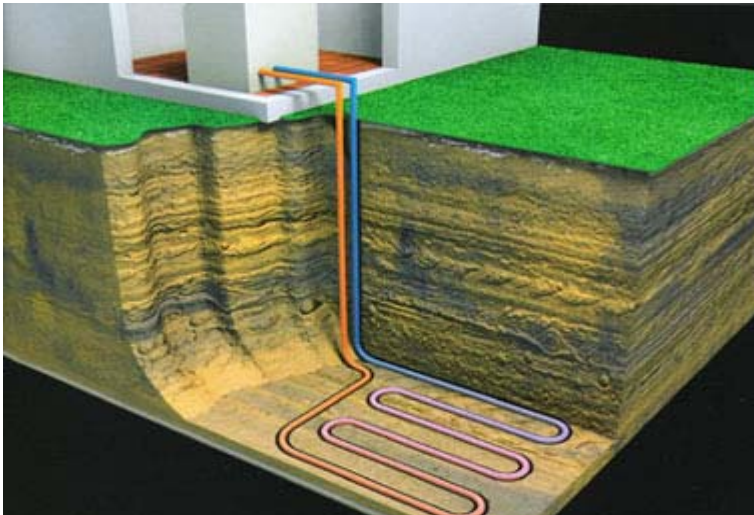
A l'estiu aquesta diferència s'accentua, guanyant eficiència la bomba de calor quan treballa com a refrigerador. Mantenir la temperatura de confort de 24°C a l'estiu des dels 15°C del subsòl té un cost energètic molt menor que fer-ho des dels 30 o 40°C de l'aire exterior.

A aquesta avantatge que presenta el subsòl se li afegeix una altra que incrementa l'eficiència de la bomba de calor, i és el fet de realitzar l'intercanvi de calor de forma òptima, mitjançant un fluid i no mitjançant un gas com l'aire.

Per realitzar l'intercanvi de calor amb el subsòl la bomba de calor geotèrmica necessita un llaç enterrat que estigui en contacte directe amb la terra i per on circuli el fluid transferidor de calor. Aquest sistema es denomina de llaç tancat.

Si es col·loca el llaç en posició vertical no serà necessari una superfície gran de terreny al descobert, però si perforar fins 30 m o 50 m, essent necessari en alguns casos arribar fins als 100 m de profunditat.

Si es col·loca en horitzontal serà necessari una superfície descoberta una mica major a la superfície per escalfar, i enterrar el llaç entre 0,8 i 3 m de profunditat.



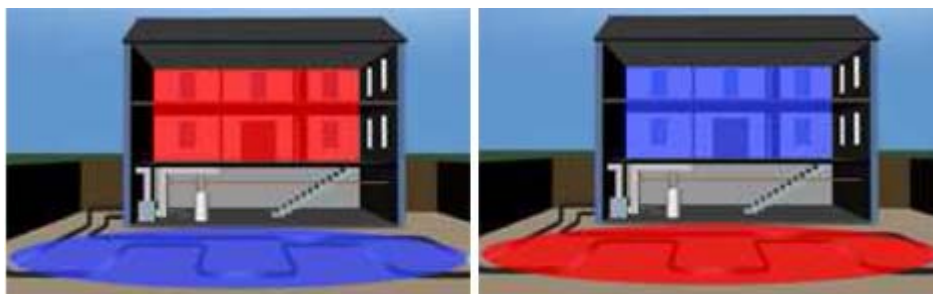
Esquema de funcionament del llaç

També es pot utilitzar per l'intercanvi de calor aigües freàtiques com font de calor a temperatura constant. Aquest sistema es denomina de llaç obert i, a diferència de l'anterior, no circula sempre el mateix fluid pel interior del llaç.

S'utilitza l'aigua d'un pou com fluid per absorbir o cedir calor al sistema i, després de la seva utilització, es torna a un pou per efluvis situat a no més de 10 m de l'anterior i en el mateix sentit del flux de la capa freàtica.

La bomba geotèrmica també es pot utilitzar com a refrigerador, combinant-la amb el terra radiant.

Funcionant com a refrigeració, la calor és transmès des de l'espai refrigerat fins al sòl, que s'escalfa. D'una manera anàloga, funcionant en manera calefacció la bomba extreu la calor del sòl, que és transmès a les estades calefactades.



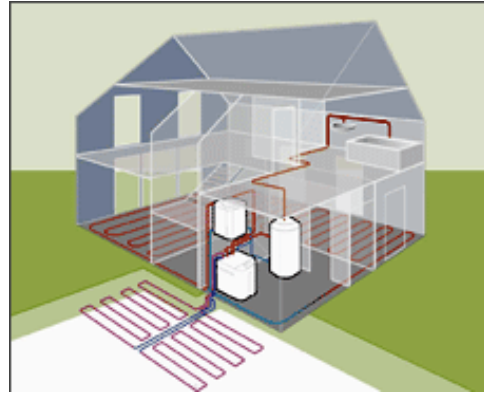
A l'hivern el intercanviador absorbeix la calor del sòl proporcionant calefacció en l'interior. A l'estiu el intercanviador cedeix calor al sòl proporcionant refrigeració.

5.6.2.2.- Sistemes de captació

Principalment existeixen tres sistemes de captació de l'energia geotèrmica, i són els següents:

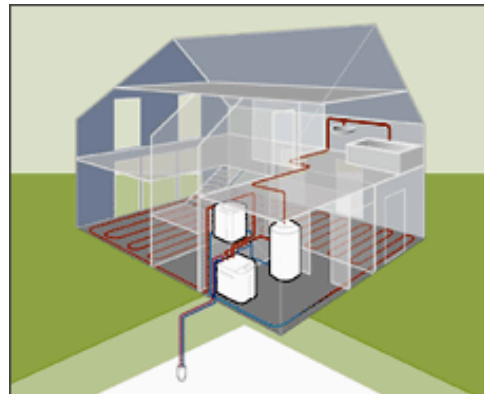
Captació horitzontal

La transferència de calor està garantida per un fluid refrigerant que circula en un circuit tancat des de la xarxa de captadors horitzontals enterrats a una profunditat d'uns 80 centímetres situada en l'exterior de l'habitatge, fins al sòl radiant a baixa temperatura en l'interior de la mateixa.



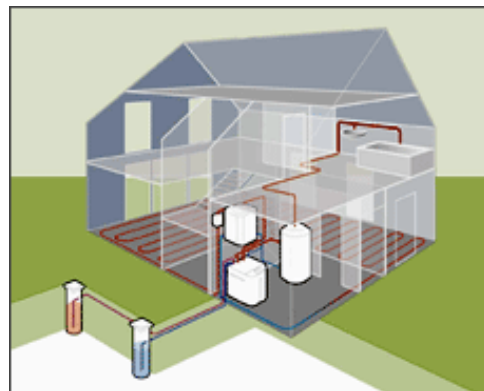
Captació vertical

La transferència de calor està garantida per un fluid refrigerant que circula en un circuit tancat des de les sondes de captació verticals situades en l'exterior de l'habitatge a una profunditat que oscil·la entre els 50 i 100 metres de profunditat, fins al sòl radiant a baixa temperatura en l'interior.



Captació d'aigua freàtica

L'aigua de la capa freàtica es manté a una temperatura constant al llarg de tot l'any. El bombament de l'aigua de la capa freàtica a través d'un sondeig o pou permet aprofitar aquesta energia en un circuit obert que garanteix un funcionament òptim de la bomba de calor geotèrmica. Aquest sistema és especialment interessant per a nivells freàtics pròxims a la superfície.



5.6.2.3.- Elements de la instal·lació

- Bomba geotèrmica

No és més que una bomba de calor aigua-aigua. És l'encarregada de escalfar i refredar l'aigua quan faci falta.

- Circuit enterrat

És un circuit tancat pel qual circula el líquid de transmissió de calor. En aquest es produeix l'intercanvi tèrmic amb el terra.

- Bomba circuladora

És la bomba encarregada de fer circular l'aigua pel circuit primari, que és el circuit tancat enterrat.

5.6.3.- Avantatges i inconvenients

Alguns dels seus Avantatges

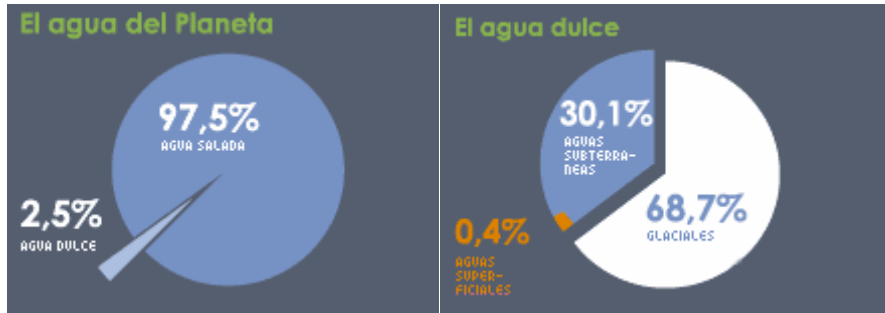
- És una energia neta i renovable.
- Respecta l'entorn. L'impacte ambiental és mínim gràcies a la menor emissió de diòxid de carboni i al menor consum d'energia.
- Estètica. L'impacte estètic és molt menor (al estar soterrada no és veu)
- Seguretat. AL no existir combustibles inflamables es redueix el risc d'incendi i explosió.
- És una energia constant (el terra durant tot l'any conserva la mateixa temperatura)
- Es pot generar calefacció i refrigeració.
- Presenta gran eficiència.

Alguns dels seus inconvenients

- És necessita gran superfície de terreny. O sinó anar a grans profunditats cosa que fa que la despesa sigui molt més gran.
- Resulta molt més cara que una caldera.
- No s'aconsegueixen grans temperatures. Necessita un sistema auxiliar.

5.7.- TRACTAMENT I RECOLLIDA DE LES AIGÜES

L'energia no és l'únic recurs que hem de preservar si volem assegurar un desenvolupament sostenible. L'aigua és un recurs natural que hem de protegir per garantir el funcionament dels ecosistemes i la supervivència dels éssers vius que els formen.



La terra és un planeta amb una gegantesca massa líquida amb un volum total de 1,4 milions de km³. No obstant, sols un 2,5% del total és aigua dolça, i la major part es troba congelada en els glacials.

I d'aquest 2,5%, sols un 0,4% és aigua atmosfèrica o superficial, és a dir, la que conformen els nostres rius, llacs i embassaments. És a dir, del total absolut d'aigua disponible en la Terra, sols un 0,007% del total està disponible per al ésser humà.

5.7.1.- Reciclatge d'aigües grises

Les aigües grises són les aigües utilitzades en les dutxes i lavabos. Aquestes aigües es poden tractar amb un sistema de reciclatge per poder-les tornar a utilitzar:

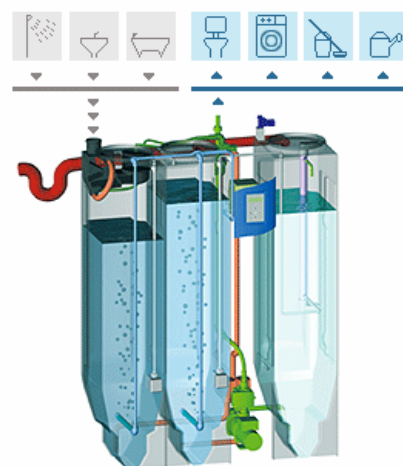
5.7.1.1.- Funcionament del sistema de reciclatge

1.- El filtrat es realitza en dues fases, corresponents a dos cambres diferents: les que apareixen a l'esquerra en el diagrama. Les partícules de major mida són recollides mecànicament i expulsades a les aigües residuals. Posteriorment es realitza un tractament amb bio-agents.

2.- La esterilització es produeix en la cambra dreta, mitjançant una làmpada ultraviolada que la desinfecta.

3.- Si la quantitat d'aigua necessària és més elevada que la emmagatzemada, s'incorpora aigua de la xarxa potable per garantir el subministrament.

Reciclaje de aguas grises



El sistema Aquacycle de Pontos es un dispositivo de tecnología alemana del tamaño aproximado de un armario, que puede instalarse rápidamente en cualquier sótano o bodega, y que basa su funcionamiento en un filtrado biomecánico libre de elementos químicos, mediante esterilización a través de una lámpara de rayos ultravioleta.

Per al seu ús es necessari disposar d'un sistema de canonades que separi per un costat l'aigua potable i per un altre l'aigua reciclada.

5.7.2.- Tractament d'aigües residuals

Les aigües residuals o negres són les procedents del desguàs de la cuina o del vàter.

5.7.2.1.- Funcionament del sistema de tractament

1^a Cambra: La primera funció d'aquesta cambra és la de dipòsit de l'aigua evacuada de a vivenda.

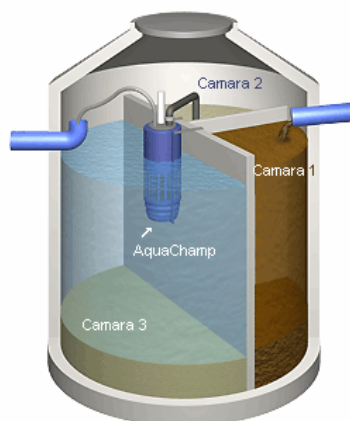
El procés de decantació és mecànic, es a dir, de separació per diferència de densitats de dos substàncies, amb lo qual es dipositen en el fons les matèries més grosses.

2^a Cambra: En aquesta segona cambra també assumeix les funcions de la primera. A més a més, rep el fang sobrant, resultant del procés de tractament que transcorre en la tercera cambra.

3^a Cambra: Aquí es produeix el tractament biològic pròpiament dit, mitjançant l'activació de fangs, que es produeix en tres fases:

- Injecció: en la primera, durant sis hores un injector d'aire submergit activa el fang i aquest circula, activant els microorganismes. Es recullen les partícules contaminants en suspensió de les aigües residuals – fang sobrant- que retorna a la segona cambra mitjançant bombeig.
- Sedimentació: en la segona, es desconnecta la injecció d'aire durant dos hores i el fang que es troba en aquesta cambra es sedimenta en el fons. Es tracta de nou d'u procés de decantació, en el que l'aigua depurada forma una capa en la part superior.
- Bombeig: en la tercera fase, s'extrau aquesta capa d'aigua ja depurada mitjançant una bomba i es torna a començar un nou cicle de vuit hores amb els seus corresponents fases de injecció i sedimentació.

Tratamiento de aguas residuales o negras



La normativa vigente prohíbe la existencia de fosas sépticas sin depuración. Con nuestro sistema de depuración AquaChamp, no es necesario sustituir la fosa por una depuradora, pues todos los dispositivos necesarios para la depuración se encuentran dentro de una carcasa monobloque poco mayor que una mochila escolar, adaptable a cualquier fosa séptica, con el consiguiente ahorro de costes.

5.7.3.- Aprofitament aigües pluvials

L'aigua de pluja pot ser captada en teulats, terrasses i inclús en altres superfícies existents en la mateixa propietat. Per aquest motiu, l'aigua de pluja és un recurs valuós que convindria ser aprofitada al màxim.

La recuperació d'aigua pluvial consisteix en filtrar l'aigua de pluja captada en una superfície determinada, generalment la coberta o terrassa, i

emmagatzemada en un dipòsit. Posteriorment l'aigua tractada es distribueix a través d'un circuit hidràulic independent de la xarxa d'aigua potable.

Al igual que les aigües tractades (negres y residuals), l'aigua pluvial s'utilitza en usos on no es requereixi aigua potable: rentadora, cisterna del vàter, encara que l'ús més utilitat és el reg de jardins.

6. MATERIALS

6.- MATERIALS

En aquest apartat no s'aprofundirà en el que són els materials i el cost energètic que suposa cadascun.

El que es tractarà es donar una sèrie de criteris generals a l'hora de triar uns o altres materials.

6.1.- CRITERIS ENERGÈTICS I MEDIAMBIENTALS

1	<i>Utilitzar materials duradors, valorables (reciclables o reutilitzables), fàcilment desmuntables i estandarditzats</i>
----------	---

És recomanable utilitzar materials que per les seves pròpies característiques sigui duradors i que requereixin un menor manteniment. No obstant, s'ha de tenir en compte que tots els materials necessiten uns treballs de manteniment o conservació mínims que garantitzin la seva durabilitat.

També s'ha de conèixer les condicions més adequades d'ús i col·locació dels materials, per utilitzar-los en les condicions òptimes i amb les màximes prestacions.

Són preferibles els materials simples, amb un sol component, de fàcil col·locació o desmuntatge, per així poder recuperar-lo al final de la seva vida útil.

En quan a la estandardització és una garantia de coneixement en el seu ús i de facilitar la seva reposició en cas necessari. S'ha d'utilitzar preferiblement materials d'acabat de revestiment estandarditzats. D'aquesta manera serà més fàcil la seva reposició.

Disposar d'informació de les característiques dels materials, garanties d'ús i aplicació, segells de qualitat i plans de manteniment.

2	<i>Utilitzar, sempre que sigui possible, alguna solució amb materials alternatius que tinguin alguna millora energètica o mediambiental respecte als materials tradicionals</i>
----------	--

S'ha de considerar els següents criteris que defineixen alternatives de materials més respectuosos amb el medi ambient:

- Reciclat: quan en la seva composició hi ha un percentatge de material reciclat, d'origen en el mateix producte o d'un altre origen però aprofitat en la fabricació del material.
- Ecològic: quan el material no contribueix a la degradació del medi ambient, en alguns dels paràmetres més sensibles: capa d'ozó, pluja àcida, explotació dels recursos no renovables, contaminació, etc.
- Energètic: quan la utilització del material suposa un estalvi energètic i de consum d'algunes de les fonts energètiques.

3	<i>Utilitzar materials valorables que es puguin recuperar, reutilitzar o reciclar fàcilment.</i>
----------	---

La valoració de materials procedents de treballs de substitució o de enderroc es pot donar de dos possibles formes: la primera i més desitjada a nivell mediambiental és la reutilització directa, i la segona és via reciclatge del material. En general, la segona opció és la més aplicada i suposa un cost energètic associat al procés de reciclatge. En el primer cas, aquesta energia no és necessària. En ambos casos,

resulta interessant ja que s'evita l'explotació de noves matèries primes, i per lo general, en el reciclatge de materials es consumeix una menor quantitat d'energia que en l'elaboració d'un material a partir de les seves matèries primes.

4	<i>No utilitzar sempre que la solució constructiva ho permeti, materials d'aïllament tèrmic que utilitzin CFC i HCFC</i>
----------	---

En els últims anys s'han posat de manifest les conseqüències negatives que els clorofluorocarbonis (CFC) i els hidroclorofluorocarbonis (HCFC) tenen sobre el medi ambient i, més directament, sobre l'atmosfera. Aquests compostos reaccionen amb el ozó estratosfèric trencant així el seu cicle natural i contribuint a la disminució del gruix de la capa d'ozó que protegeix el planeta de radiacions solars perjudicials. Els CFC també produeixen un increment de la concentració de CO₂ al llarg de la seva vida en l'atmosfera.

La utilització d'aquests compostos en l'edificació bàsicament són: en materials aïllants, com el poliestirè extruït o el poliuretà.

6.2.- IMPACTE DELS MATERIALS DE CONSTRUCCIÓ SOBRE EL MEDI AMBIENT

En l'avaluació del impacte global dels materials sobre el medi ambient, un dels criteris que es consideren és el de l'energia que contenen, la qual es valora a partir dels aspectes que es consideren més rellevants: recursos, energia, emissions (no relacionades a l'energia), perjudici dels ecosistemes i comportament com residu.

Recursos

L'escassetat de recursos significa que la relació entre consum i reserves disponibles és tal que la possibilitat de aprovisionament està amenaçada.

Les reserves de la majoria de les matèries primes utilitzades són finites. El procés de reposició d'algunes d'aquestes matèries primes, en ocasions, és tan extremadament lent (com per exemple el petroli, gas, etc), que poden arribar a esgotar-se. Les matèries primes renovables són aquelles en les que el ritme de creixement de la matèria prima es comparable amb el nivell en que aquesta es consumida. (com hem pogut veure anteriorment en les energies no renovables, *apartat 5.1. Les fonts d'energia*).

Energia

L'ús d'energia per la fabricació de materials de construcció, no sols s'associa a l'energia consumida al llarg del procés productiu, sinó també durant el procés extractiu i de transport. Consumir energia té una doble repercussió sobre el medi natural. Una primera és el consum d'uns recursos energètics limitats de molt lenta regeneració, i la segona, és l'emissió a l'atmosfera de substàncies nocives, com CO₂, responsables de l'efecte hivernacle, i el SO₂ i el NO_x, responsables de la pluja àcida.

L'energia incorporada en els materials, sota aquest concepte, és un dels millors indicadors del seu impacte mediambiental. Aquest aspecte resulta de gran importància donat que en molts casos la quantitat de materials que s'utilitzen en la construcció és elevat.

Emissions

Al llarg de tot el cicle de vida del material, des de la seva extracció, transport, emmagatzematge, producció, ús i eliminació, en alguns casos existeix el risc de que

s'alliberin diverses substàncies nocives. Això inclou l'alliberació de substàncies sòlides, líquides o gasoses, nocives pel sòl, aigua o aire.

Perjudici de ecosistemes

Un ecosistema és la simbiosis entre essers vius (plantes i animals) no vius (sòl, clima) en un àrea específica. Els ecosistemes són susceptibles de ser danyat, i per que torni al seu estat inicial són necessaris molts anys.

Comportament com a residu

Els materials de construcció al arribar al final del seu cicle de vida poden originar seriosos problemes mediambientals. Els residus resultants del enderroc d'un edifici ocupen grans espais en abocadors, presenten dificultat de separació per la gran heterogeneïtat de materials presents, i tenen mala degradació.

Dintre del residus podem fer una classificació:

Residus inerts:

Són aquells que no experimenten transformacions físiques, químiques o biològiques significatives. No són solubles ni combustibles, tampoc són biodegradables i, a més a més, no deuen suposar un risc per la qualitat de les aigües superficials o subterrànies, ni cap risc per la salut de l'individu o del medi ambient.

S'ha de considerar que perquè els materials es considerin residus inerts han d'estar nets i sense barrejar amb cap altre residu dels tipus següents.

Residus no perillosos:

Són aquells que no essent inerts, no estan considerats com perillosos.

Residus perillosos:

Són els materials que per inhalació, ingestió o penetració cutània poden produir greus danys per la salut, o emeten gasos nocius per al medi ambient.

Així, s'inclouen els materials corrosius, irritables, inflamables i tòxics, i els considerats cancerígens, mutagènics, etc.

Segons siguin aquests materials, s'han de tractar amb les precaucions pertinents, i portar-los a abocadors especialitzats.

6.3.- PREFERÈNCIA MEDIAMBIENTAL DELS MATERIALS DE CONSTRUCCIÓ

En aquest apartat és que es pretén és donar una idea i uns criteris generals, de la preferència dels materials de construcció tenint en compte l'exposat en els apartats anteriors, passat pel procés d'elaboració dels materials fins al seu comportament com a residu.

No s'inclouen tots els materials utilitzats en el sector de la construcció, ni de bon tros, degut a la seva immensa llista, però s'han inclòs els més importants per aquest projecte en qüestió.

Aquests apartat és presenta en forma de unes taules, una per cada partida d'obra, on s'exposen les alternatives possibles, des de la menys perjudicial pel medi ambient (que seria la primera de la taula) fins a la més perjudicial pel medi ambient (l'última), i la que s'ha escollit en el nostre cas.

Aquestes possibilitats són, en ocasions, materials, i en altres, solucions constructives.

En aquestes taules, no es dona una valoració absoluta de l'impacte ambiental de cada solució (el que seria pràcticament impossible), sinó que solament es dona una preferència ambiental relativa.

Entre les alternatives que es proposen, a vegades, s'apunten solucions "ideals" que o bé no estan disponibles en el mercat espanyol o bé són tècniques constructives tradicionals pràcticament en desús. La seva presència pretén establir un punt de referència.

6.3.1.- Cimentació i estructura

6.3.1.1.- Primer forjat en contacte amb el terreny

Solucions possibles

Forjat sanitari amb elements ceràmics lleugers i cambra ventilada
Forjat sanitari de formigó amb cambra d'aire ventilada
Solera ventilada
Solera de formigó amb àrids reciclats
Solera de formigó

Es consideren millors solucions, a nivell ambiental, els forjats sanitaris amb cambra ventilada.

Les solucions lleugeres de forjats sanitaris amb cambra d'aire ventilada són preferibles a les solucions més pesades de formigó. Dintre de les solucions de solera de formigó, es preferible l'ús de la solera ventilada que funcionaria igual que un forjat sanitari, o l'ús de soleres amb formigons on una part de l'àrid de la seva composició ha estat substituït per àrid reciclat provinent de enderrocs.

En relació al seu comportament, els forjats sanitaris permeten passar instal·lacions vistes, el que facilita els treballs de manteniment o de reparacions, al contrari de les soleres de formigó on les instal·lacions queden ocultes i inaccessibles. Un altre aspecte és la humitat, un forjat sanitari ventilat evita que la humitat que prové del terreny afecti a l'edifici; en el cas de les soleres de formigó al estar en contacte directe amb el terreny, s'han de prendre mesures en aquest sentit com la col·locació de subbases drenants o d'una barrera de vapor.

6.3.1.2.- Aïllament del primer forjat

Solucions possibles

El suro
Les llanes minerals
Poliestirens expandit (EPS)
Formigons lleugers aïllants
Poliestirè extruït (XPS) sense HCFC
Poliestirè extruït (XPS)
Poliuretà (PUR)

Es consideren millors solucions, a nivell ambiental, el suro, les llanes minerals, els poliestirens expandits i els formigons lleugers aïllants.

Els aïllaments tèrmics de materials naturals, com el suro o les llanes minerals, són preferibles als materials sintètics, és a dir, als plàstics.

En relació a la seva manipulació i al seu comportament, en els materials naturals fets a partir de fibres minerals conglomerades amb resines, s'han de prendre precaucions durant la seva fase de manipulació, ja que algunes d'aquestes fibres poden desprendre's en l'aire i provocar molèsties durant la manipulació. També s'ha de tindre en compte el factor de risc d'humitat o d'entrada d'aigua, ja que pot provocar

un problema de degradació per alguns aïllaments. Finalment, en quan al comportament com a residu, s'ha de remarcar la importància del sistema de fixació dels materials rígids amb sistemes de fixació mecànics, per la seva valorització posterior. Serà preferible l'ús de materials rígids amb sistemes de fixació mecànica que no els que utilitzen substàncies adhesives o els que són projectats. Entre aquests últims són preferibles els que no queden adherits a la superfície a aïllar.

6.3.2.- Cobertes

6.3.2.1.- Aïllament de cobertes

Solucions possibles

El suro
Cel·lulosa
Les llanes minerals
Formigons lleugers aïllants
Poliestirè expandit (EPS)
Poliestirè extruït (XPS) sense HCFC
Poliestirè extruït (XPS)
Poliuretà (PUR)

Es consideren millors solucions, a nivell ambiental, el suro, la cel·lulosa, les llanes minerals i els formigons lleugers aïllants.

En quan a comentaria els mateixos que en l'apartat 6.3.1.2.- *Aïllament del primer forjat*.

6.3.2.2.- Impermeabilització de cobertes

Solucions possibles

Sense làmina de impermeabilització
Betum modificat (APP, SBS)
Butil o cautxú sintètic (EPDM)
Tela asfàltica
Butil o cautxú sintètic (EPDM) amb làmina de betum
PVC reciclat
PVC

Es considera preferible, a nivell ambiental, no col·locar làmina d'impermeabilització (per a cobertes inclinades); betum modificat (APP, SBS) i butil o cautxú sintètic (EPDM).

Tots els materials d'impermeabilització que es presenten són materials sintètics, elaborats a partir del petroli i productes similars. Però entre aquests es troben algunes solucions que són preferibles a nivell ambiental. Els materials a base de betum modificat (APP, SBS), porten adicions d'uns polímers sintètics que incrementen l'elasticitat, la flexibilitat i la durabilitat del material. El butil o cautxú sintètic (EPDM), és una varietat de gomes modificada amb monòmers i polímers sintètics que li confereixen una elasticitat i durabilitat majors que en el cas del betum, però presenten més dificultats en el reciclatge. La tela asfàltica és la solució que tradicionalment s'ha aplicat per impermeabilitzar cobertes. No obstant, la seva degradació ha donat lloc a tots els altres materials. La seva col·locació en calent pot resultar més perillosa que la dels altres materials, que es realitza en fred i amb coles especials. Les làmines de PVC també són una opció de mercat per la impermeabilització de cobertes, encara que les implicacions ambientals en la fabricació del material i les dificultats de

reciclatge, les fan menys preferibles. En quan al comportament d'aquests materials, com residus, tots són potencialment reciclables (tornar a fells tous i triturar-los), encara que amb dificultats per recuperar el material i eliminar impureses, majors pel cautxú sintètic o el PVC.

En relació al seu comportament, tal com s'ha dit anteriorment, les teles de betum modificat o les de butil o cautxú sintètic, tenen més durabilitat que la tela asfàltica. També s'ha de remarcar la importància el sistema de fixació. El més adequat es garantir l'estanquitat de la coberta per superposició i unió en calent o fixacions mecàniques sobre fusta de la tela impermeabilitzant. En els casos d'utilització d'adhesius especials, s'ha que tindre en compte que poden portar components tòxics i volàtils que poden provocar molèsties a qui els aplica.

6.3.2.3.- Recobriment exterior en coberta plana

Solucions possibles

Coberta enjardinada (no transitable)
Acabat granular mineral (no transitable)
Peces prefabricades sistema flotant (transitable)
Rajola ceràmica (transitable)
Peces prefabricades (transitable)
Teles d'impermeabilització autoprotegides (no transitable)

Es consideren millors solucions, a nivell ambiental, la coberta enjardinada i el acabat granular mineral per les cobertes planes no transitables, i les peces ceràmiques amb sistema flotant per les cobertes planes transitables.

Les cobertes enjardinades, o verdes, utilitzen materials naturals, vegetals i tenen valors afegits. La solució de material granular mineral també es considera una bona opció, ja que és un producte natural triturat que podria també ser un material reciclat d'enderroc de construcció. En quan a les peces prefabricades i la ceràmica, fabricades a partir de materials naturals, són preferibles les solucions flotants que permeten la recuperació del material. Finalment, els materials laminars (de poc gruix), tipus tela o pintures impermeabilitzants autoprotegides, no es consideren les millors opcions, tant pel tipus de materials que són (sintètics i en alguns casos acabats d'alumini), com per la falta de grossor, la major degradació i necessitat de manteniment, i per la col·locació adherida a l'element de suport.

En relació al seu comportament, les cobertes enjardinades tenen el valor afegit de humidificar l'ambient i de fer de barrera, pel que fa a la transmissió dels guanys tèrmics solars cap a l'interior. Addicionalment, es poden utilitzar com drenatge de les aigües grises produïdes en l'edifici. També participa en la qualitat del paisatge urbà. El punt dèbil a controlar en aquest cas, és el consum d'aigua. Per les cobertes d'acabat granular, el material té que estar net i rentat per evitar problemes d'evacuació. Finalment, un aspecte important és el sistema de col·locació, ja que té repercussions medi ambientals. Per un costat, els sistemes flotants permeten la formació de cambres d'aire, que si són ventilades minimitzen els efectes de sobreescalfament de la coberta a l'estiu. De la mateixa forma, serà més fàcil recuperar el material de recobriment si s'ha col·locat amb un sistema flotant en el que les peces d'acabat estan pràcticament soltes, que si s'ha col·locat amb material aferrat sobre el suport de coberta.

6.3.3.- Tancaments exteriors

6.3.3.1.- Mur de tancament exterior

Solucions possibles

Tapial, adobe, mamposteria
Blocs de ceràmica alleugerada (termoargila)
Blocs de formigó cel·lular, lleuger
Obra ceràmica
Blocs de formigó amb àrid reciclat
Blocs de formigó
Elements prefabricats de formigó
Formigó

Es consideren millors solucions, a nivell ambiental, el tapial, el adobe, la mamposteria; els blocs de ceràmica alleugerada (tipus termoargila); els blocs de formigó cel·lular i lleuger.

Totes les solucions que es proposen corresponen a materials d'origen de la pedra natural, que han passat per processos de fabricació similars: un procés d'enduriment (per cocció, curat, procés autoclau) i conformat de les peces. Una de les diferències importants entre ells serà l'energia consumida en aquests processos. Si bé les solucions que es proposen en els primers nivells de preferència són les millors solucions a nivell de preferència mediambiental de materials, es tracta de sistemes en desús, que formen part de la construcció tradicional, a més de que existeixen unes limitacions clares en el seu ús. Les solucions tradicionals d'obra ceràmica, actualment poden ser millorades en termes mediambientals, amb peces de materials més lleugers, de dimensions majors i amb propietats addicionals d'aïllament tèrmic i acústic; és el cas dels blocs de ceràmica alleugerida i dels blocs de formigó alleugerit o formigó cel·lular. Entre els materials de formigó, blocs, elements prefabricats o formigó en massa, són preferibles les solucions que substitueixen part de l'àrid de composició per àrid reciclat.

En relació a la seva col·locació, s'ha de dir que aquests materials més novedosos (blocs alleugerits de ceràmica formigó) tenen que ser col·locats per personal especialitzat o personal que conegui el sistema constructiu per aconseguir els resultats previstos i evitar possibles problemes d'humitat o condensació. Tenen la avantatge que es pot arribar a prescindir de l'aïllament tèrmic exterior. La obra ceràmica té l'avantatge de que la mateixa paret de tancament exterior dóna el acabat de façana, amb el qual s'estalvia la col·locació de la capa d'acabat d'un material diferent, que a nivell ambiental és pitjor. També s'ha de considerar una doble funcionalitat en els elements prefabricats o de formigó conformats "in situ", o els blocs de formigó en els que el mur de tancament exterior pot exercir de mur de càrrega estructural.

6.3.3.2.- Revestiment exterior

Solucions possibles

Tapial, fusta local sostenible tractament natural
Obra vista
Arrebossats, estucats
Revestiments continus (monocapa)
Rajola ceràmica
Pedra natural i artificial
Fusta tractada
Materials sintètics

Sistemes prefabricats (panell compost)
Metalls
Fusta tropical

Es consideren millors solucions, a nivell ambiental, el tapial, la fusta local sostenible i l'obra vista.

La fusta i el tapial són dos solucions de materials naturals poc habituals, tradicionals i amb limitacions d'ús. Dintre de les solucions amb materials naturals, segons la preferència ambiental, estan: l'obra vista de ceràmica que és a la vegada acabat exterior i mur paret de tancament exterior, i els revestiments continus, que actualment són una de les solucions més aplicades per les bones prestacions que s'aconsegueixen amb poc gruix i la seva durabilitat. Entre ells són preferibles els que utilitzen materials naturals als que utilitzen resines o materials sintètics; finalment es troben els aplacats exteriors de peces ceràmiques, de pedra natural o pedra artificial, de major dificultat de muntatge, amb sistemes de fixació especials. Amb referència a un altre tipus d'apacat, el de fusta és el més recomanable, sempre que sigui una fusta tractada, preferiblement amb productes naturals o ecològics, per a que sigui resistent a la intempèrie; en quan als materials compostos (tipus sandwich amb aïllament i acabat metàl·lic o altres) o sintètics, formats per més d'un material de diferent naturalesa, o materials aglomerats amb resines i productes químics especials, no es recomanen, ja que dificulta el reciclatge posterior. Com a norma general, i al referir-nos al reciclatge, són millors els materials d'acabat que no estiguin lligats de forma solidària amb el parament de suport (es poden desmuntar).

En relació al comportament és important que els materials que s'utilitzin siguin materials resistents a la intempèrie i de baix manteniment. En aquest sentit, l'obra vista és un material adequat, mentres que els aplacats, la fusta o revestiments, necessiten més treball de conservació, en el primer cas per assegurar que les fixacions dels aplacats a les parets estiguin en bon estat i en els altres casos, per garantir la durabilitat i la impermeabilització del material. En relació al manteniment, s'ha de fer un manteniment preventiu i una conservació dels edificis, sobretot dels elements de les façanes, que estan més exposades als agents agressius que les deteriorenen. Finalment, remarcar la importància del sistema de col·locació; serà més fàcil recuperar el material de recobriments si s'ha col·locat amb un sistema flotant o amb fixacions mecàniques, que si s'ha col·locat amb material adherit sobre el suport, o si són materials continus d'aplicació directa i solidària al suport. Els sistemes d'apacat flotant tenen la avantatge de que poden formar una cambra d'aire amb la paret exterior, que si està ventilada minimitza els efectes de sobreescalfament solar de les façanes més exposades a l'estiu.

6.3.3.3.- Aïllament de parets exterior

Solucions possibles

El suro
Cel·lulosa
Les llanes minerals
Vidre cel·lular
Poliestirè expandir (EPS)
Poliestirè extruït (XPS) sense HCFC
Poliestirè extruït (XPS)
Poliuretà (PUR)

Es consideren millors solucions, a nivell ambiental, el suro i la cel·lulosa.

En quan a comentaria els mateixos que en l'apartat 6.3.1.2.- *Aïllament del primer forjat*.

6.3.4.- Fusteria exterior

6.3.4.1.- Finestres, portes, persianes, etc

Solucions possibles

Fusta resinosa local sostenible sense tractament o tractament natural
Fusta sostenible de llarga duració
Fusta resinosa local tractada amb àcid bòric
Contraxapat de fusta sostenible
Fusta resinosa tractada: fusta laminada
Alumini o acer
PVC reciclat
PVC
Fusta tropical

Es consideren millors solucions, a nivell ambiental, la fusta local sostenible sense tractament o tractament natural, la fusta sostenible de llarga duració, la fusta resinosa local tractada amb àcid bòric, els contraxapats de fusta sostenible, les fustes resinoses tractades o la fusta laminada.

La fusta és preferible a altres materials de plàstic o als metàl·lics, ja que és un material natural, de menor conductivitat tèrmica, renovable, biodegradable i de menor impacte ambiental global que les altres opcions. S'ha de tindre en compte que la fusta té que ser resistent a la intempèrie o que estigui tractada amb productes no tòxics que li confereixen aquestes propietats.

En relació al seu comportament, en les fustes i l'acer, que habitualment estan tractats per utilitzar-se en l'exterior, s'ha d'utilitzar productes naturals o ecològics que no danyin el material ni el medi ambient. Finalment, en quan al seu comportament com residu, tots els materials són potencialment reciclables, encara que els processos de reciclatge són diversos, essent en alguns casos més senzill, com el cas de l'alumini, que en altres com el PVC.

6.3.4.2.- Acristalaments de fusteria exterior

Solucions possibles

Vidre amb cambra d'aire i protecció solar
Vidre amb cambra d'aire
Vidre doble
Vidre simple

Es considera millor solució, a nivell ambiental, el vidre amb cambra d'aire i protecció solar.

El vidre és un material natural d'origen petric, obtenint per fusió d'arenas silícies, pedres calcàries i quarzites. El principal impacte del material es dona en el procés de cocció, on es consumeix molta energia, i es pot alliberar alguna substància perillosa. Per un altre costat, és un material total i fàcilment reciclable (per refusió), i manté les mateixes propietats que el material natural original. Existeixen algunes variants de vidre, en el mercat, que poden complicar el procés de reciclatge, com els vidres armats, o els vidres amb tractaments o làmines de control solar.

En relació al comportament, la importància mediambiental del acristalament en els edificis es deriva principalment de la seva funció com part de la façana. A part de permetre l'accés de la llum solar a la vivenda, ha de protegir l'interior dels agents

climàtics exteriors. En l'interior dels vidres dobles podem considerar els vidres amb cambra d'aire, de menor comportament tèrmic, també en variants com els de baixa emissivitat, o els que incorporen gasos especials en la cambra, i els vidres laminars, de millor comportament acústic. Una qüestió addicional al acristalament, però de gran repercussió en el funcionament de les obertures de façanes, és el de les proteccions solars. Finalment, en quan a la col·locació del vidre, és preferible realitzar-la amb junta de goma que amb material de replè tipus silicona o similar, ja que amb aquesta segona solució, a vegades, no es pot assegurar un segellat complet i, a més a més, requereix un manteniment.

6.3.5.- Paviments

6.3.5.1.- Paviments exteriors

Solucions possibles

Paviments verds
Fusta local sense tractament o amb tractaments naturals
Ceràmica, pedra natural o artificial
Granulars naturals o artificials
Prefabricats de formigó
Continus (formigó)
Materials reciclats
Materials sintètics
Asfalts

Es consideren millors solucions, a nivell ambiental, els paviments verds, la fusta local sense tractament o amb tractaments naturals i els granulars naturals o artificials.

Els paviments verds utilitzen materials naturals i vegetals, i tenen valors afegits. La fusta és un material natural, de menor conductivitat tèrmica, renovable, biodegradable i de menor impacte ambiental global que les altres opcions. S'ha de tenir en compte que té que ser una fusta resistent a la intempèrie o que estigui tractada amb productes no tòxics que li confereixen aquestes propietats. Els materials d'origen petri natural o artificial, bé en peces conformades o com material solt granular, són bones opcions. En el cas de les pedres naturals, el seu contingut energètic pot ser variable en funció del tipus escollit (procés d'extracció) i de l'energia associada al transport, el que pot fer-lo menys recomanable que les altres solucions amb pedra artificial. Dintre de les solucions de paviments continus, es preferible l'ús de formigons en els que part de l'àrid de composició ha estat substituït per àrid reciclat provinent d'enderrocs. En aquesta línia, hi ha algunes opcions de materials reciclats per paviments exteriors a tindre en compte, com els granulars reciclats (ceràmica, pedra, etc), llosetes de plàstic bases d'àrids reciclades per paviments, fusta reutilitzada, etc. Els materials sintètics, asfalt, gomes, plàstic, etc, tenen com matèria prima el petroli i són menys recomanables a nivell ambiental. En el cas de l'asfalt, per les seves emissions no es recomana per pavimentació de zones residencials interiors. Al final de la seva vida útil, tots ells es poden recuperar o reciclar com material de replè pels mateixos materials o com subbase per nous paviments.

En relació al seu comportament, els paviments verds tenen el valor afegit de humidificar l'ambient, i afavoreixen el drenatge de l'aigua cap al terreny. També participen de la qualitat del paisatge urbà. No obstant, requereixen una cura i un manteniment continu. La qüestió a controlar en aquest cas és el consum d'aigua i el tipus de espais vegetals utilitzats per a que s'adaptin al lloc. Són preferibles els paviments amb juntes ja que eviten el secar del terreny natural. En els paviments exteriors, també s'ha de tindre en compte l'adequació del material a l'ús, la durabilitat, poc manteniment, i el grau d'absorció i de radiació de calor en el ambient. Finalment,

l'aspecte del sistema de col·locació també té repercussions mediambientals: serà més fàcil recuperar el material de recobriment si es col·loca amb un sistema flotant o amb fixacions mecàniques que si es col·loca amb material aferrat sobre el suport.

6.3.5.2.- Paviments interiors

Solucions possibles

Fusta local sense tractament o amb tractament natural
Linòleum, suro
Tèxtils naturals
Pedra natural, pedra artificial
Terratzo
Fusta local
Ceràmica
Materials reciclats
Gomes, sintètics
Fusta tropical
Vinílics

Es consideren millors solucions, a nivell ambiental, la fusta sense tractament o amb tractament natural, el linòleum, el suro i els teixits naturals.

La fusta, el linòleum, el suro i els teixits naturals són materials naturals, renovables de menor impacte ambiental, en els que s'ha de controlar el tipus de coles o productes adhesius de col·locació i els d'acabat, ja que poden tindre components tòxics o riscos d'emissions nocives en l'ambient. El seu ús es centra en acabats decoratius. En les variants de materials de fusta s'ha de tindre en compte que és millor una fusta local, adequada a l'ús i, en cas de estar tractada o de afegir-li productes (coles, resines, xapats, etc.), es recomana que siguin naturals o ecològics. En quan als materials naturals d'origen petri: pedra natural, terratzo o ceràmica, són en si mateixos inerts, amb energia continguda variable en funció del procés de cocció – fabricació (més energia per la ceràmica – gres) o del lloc d'extracció (energia associada al transport). Es contempla la opció de materials reciclat, que en aquests moments són sols materials plàstics. Els materials sintètics, gomes i vinílics, tenen com matèria prima el petroli i són menys recomanables a nivell ambiental. Normalment s'utilitzen productes d'unió i composició tipus coles, resines, etc, que en la majoria dels casos poden emetre substàncies nocives en l'ambient. Finalment, en quan al comportament com residu, tots els materials són potencialment reciclables, encara que els processos de reciclatge són diversos, en funció de la composició i de la facilitat de separació del material d'acabat de suport.

En relació a la seva col·locació, en general es pot dir que serà millor la utilització de sistemes que permeten la separació de materials d'acabat del suport si són de diferent naturalesa (sistemes flotants o amb fixacions mecàniques) o una unió solidària si són materials de la mateixa naturalesa i que, per lo tant, es podran reciclar conjuntament. En el cas de que no fos així, la seva barreja i la difícil recuperació dificultarien el reciclatge. En els paviments interiors també s'ha de tindre en compte l'adequació del material a l'ús, la durabilitat i el manteniment.