



**EPS**

Escola Politècnica

**UdG**

Superior

## Treball final de grau

**Estudi:** ARQUITECTURA TÈCNICA

**Títol:** ESTUDI COMPARATIU DE DIFERENTS SISTEMES CONSTRUCTIUS, PER REDUIR LA DEMANDA ENERGÈTICA D'UN HABITATGE UNIFAMILIAR AÏLLAT.

**Document:** TREBALL FINAL DE GRAU

**Alumne:** IGNASI POMAR SAIS

**Director/Tutor:** JORDI SOLER BUSQUETS

**Departament:** ARQUITECTURA I ENGINYERIA DE LA CONSTRUCCIÓ

**Àrea:** CONSTRUCCIONS ARQUITECTÒNIQUES

**Convocatòria** (mes/any): JUNY 2014

# ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ .....	Pàg.: 2
2. OBJECTIUS .....	Pàg.: 4
3. ESTAT DE LA QÜESTIÓ .....	Pàg.: 6
3.1. Tipus d'aïllaments .....	Pàg.: 6
3.2. Tipus de sistemes constructius .....	Pàg.: 40
3.3. Programes informàtics .....	Pàg.: 51
4. DESENVOLUPAMENT .....	Pàg.: 58
4.1. Definició de l'habitatge .....	Pàg.: 58
4.2. Introducció de l'habitatge .....	Pàg.: 58
4.3. Càlculs i resultats obtinguts .....	Pàg.: 70
4.4. Comprovació a CALENER i certificat energètic .....	Pàg.: 81
4.5. Estalvi energètic i econòmic.....	Pàg.: 87
5. CONCLUSIONS .....	Pàg.: 90
6. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES .....	Pàg.: 95
7. ANNEXOS .....	Pàg.: 97
7.1. Fitxes tècniques i comercials dels productes .....	Pàg.: 97
7.2. Plànols habitatge .....	Pàg.: 117
7.3. Fitxes justificatives càlculs .....	Pàg.: 119
7.4. Amidaments i pressupostos .....	Pàg.: 183

# **1. INTRODUCCIÓ**

La primera normativa que regulava les condicions tèrmiques dels projectes d'edificació a Espanya, va ser la Norma Bàsica de l'Edificació sobre Condicions Tèrmiques de l'any 1979 (NBE CT-79). Dita norma va suposar un gran avanç, encara que només fos per recollir oficialment per primera vegada com a requisit obligatori les prestacions tèrmiques de l'edifici. Amb el pas de els anys, es va convertir amb la norma més desfasada i obsoleta de tot Europa.

El govern espanyol va haver de reaccionar i l'any 2006 es va elaborar el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE), dins del marc definit per la LOE (Llei d'Ordenació de l'Edificació). Després de 7 anys de vigència de la primera versió, al 2013 s'actualitza el Document Bàsic sobre Habitabilitat - Estalvi d'Energia (DB HE) del CTE. En la seva secció HE-1 (Limitació de la demanda energètica), limita la demanda energètica de calefacció i refrigeració dels edificis en funció de la zona climàtica de la localitat on s'ubiquen i de l'ús previst. I en el nou apartat HE-0 es limita el consum energètic, també en funció de la zona climàtica, d'energia primària no renovable.

Respecte la versió inicial del 2006, ha desaparegut l'opció simplificada, en la qual es limitaven les transmissibilitats tèrmiques "U" dels tancaments. Tot i que s'han incorporat taules orientatives, que no són obligatòries, de transmissibilitats tèrmiques " $U_{lim}$ " perquè el projectista pugui predimensionar l'aïllament de l'envoltant de l'edifici, les quals donen una idea de com han incrementat els nivells d'exigències normatives en matèria tèrmica a Espanya en les últimes dècades, que porten a la necessitat de col·locar en els edificis elevats gruixos d'aïllament, impensables fa uns anys.

Però la diferència destacada del nou CTE HE-1, és que per complir dita norma, es necessita arribar a uns valors de demanda energètica i no a valors de transmissibilitats dels tancaments.

A part de la normativa espanyola, la Directiva europea 2010/31/UE relativa a la eficiència energètica dels edificis (substitueix la Directiva 2002/91/CE), obliga a construir i rehabilitar edificis d'energia gairebé nul·la a Europa a partir del 2020, i obligatori per els edificis públics al 2018.

Per aconseguir aquest objectiu, una de les línies d'actuació es centra en l'eficiència energètica de l'envoltant de l'edifici. La millora tèrmica d'aquests elements, pot suposar estalvis energètics, econòmics i d'emissions de diòxid de carboni del 30%, degut a que es redueixen les pèrdues de calor de l'interior de l'edifici, que repercuteix en un menor consum d'energia de les instal·lacions tèrmiques dels edificis.

De no aconseguir assolir aquestes condicions d'aïllament tèrmic, la demanda d'energia serà major, el que suposa incrementar les emissions de CO<sub>2</sub> i la despesa anual de la factura energètica. La demanda d'energia dels edificis depèn de varis factors, però es pot afirmar que la

major despesa és deguda a la climatització (calefacció i refrigeració) amb uns percentatges que superen sempre el 40% de la factura energètica.

Així doncs, mitjançant un bon aïllament tèrmic i sistemes constructius adequats en les façanes, cobertes, terres i obertures, s'aconseguirà reduir el consum energètic necessari per climatitzar a la temperatura desitjada l'interior de l'habitatge, garantint així, unes condicions de confort tèrmic òptimes. Val a dir, que la part del control de la ventilació i infiltracions d'aire, juga una paper molt important en quan a la reducció d'aquesta demanda energètica.

## **2. OBJECTIUS**

Aquest treball es centra en estudiar diferents aïllaments tèrmics, materials i sistemes constructius per tal d'aconseguir reduir la demanda energètica d'un habitatge unifamiliar aïllat.

Per fer-ho, s'estudiaran i analitzaran els diferents tipus d'aïllaments tèrmics més usuals en el sector de la construcció. A partir d'aquí es compararan entre ells per trobar quin és l'aïllament més viable tèrmica i econòmicament parlant. També s'estudiarà si els aïllaments anomenats ecològics o sostenibles poden oferir les mateixes propietats que els aïllaments comuns.

Aquest mateix procés d'estudi i comparació també es realitzarà, de forma més resumida, amb altres productes emprats en la construcció, com poden ser els diferents materials per executar les fàbriques d'obra.

Una vegada coneguts i estudiats els aïllaments tèrmics i materials per separat, el següent pas és estudiar-los dintre del conjunt de diversos sistemes constructius. L'estudi i comparació de sistemes constructius seran de façanes i cobertes. Per poder comparar-los, serà necessari introduir un edifici dintre d'un programa informàtic. Dit programa permet conèixer la demanda energètica de calefacció i refrigeració de l'habitatge i el compliment del CTE HE-1. Amb aquest, es crearà un edifici de referència que compleixi mínimament l'HE-1 amb uns sistemes constructius concrets, d'aquesta manera es podrà anar canviant els sistemes constructius, buscant sempre que compleixin mínimament, per poder comparar els diferents sistemes i veient quins gruixos d'aïllament necessiten per complir amb l'HE-1.

Un altre punt important del treball amb la finalitat d'aconseguir dades per als següents objectius, és comparar entre un edifici amb compliment del CTE HE-1 2006 i l'altre amb compliment del CTE HE-1 2013. Per tal d'aconseguir-ho, es parteix de l'edifici de referència creat, i amb els mateixos sistemes constructius es redueixen els gruixos d'aïllament de cada sistema per arribar a complir amb les transmitàncies límit que marcava el CTE HE-1 2006. Un cop definit l'edifici, es calcularà amb les condicions que marca el CTE 2013 per saber quines variacions hi han de demanda energètica i consum energètic (CTE HE-0 2013). Aquesta comparativa servirà per calcular la diferència de costos d'execució i l'estalvi energètic que representa aquest canvi de normativa.

Aquest mateix procés es farà també comparant l'edifici amb compliment CTE 2013 amb un edifici de consum energètic quasi nul, edifici a construir a l'any 2020. D'aquesta manera és tindrà una visió de l'evolució tèrmica i d'estalvi energètic dels edificis del passat, present i futur: on estàvem, on estem i cap a on anem.

El programa informàtic emprat per la introducció de l'edifici i els sistemes constructius, no és un programa oficial del Ministeri per justificar el compliment del CTE. Per tant, s'haurà d'exportar i comprovar que el programa utilitzat calcula de la mateixa manera que l'oficial.

Aquest programa oficial, extreu unes altres dades que també serviran per realitzar altres parts del treball.

Com a objectiu final, i com s'ha parlat breument anteriorment, es conclou el treball calculant l'estalvi energètic que suposa el compliment de les diferents normatives i els costos d'inversió necessaris per executar l'edifici. Amb aquestes dades es comprovarà si aquests canvis de normativa són viables econòmicament i en quin període de temps és possible amortitzar la inversió.

### 3. ESTAT DE LA QÜESTIÓ

#### 3.1 TIPUS D'AÏLLAMENTS

En el mercat trobem una gran varietat d'aïllaments tèrmics dissenyats per la construcció d'habitatges. Els trobem de diferents materials, formes i característiques, tot i que tots tenen en comú una baixa conductivitat tèrmica. En el llibre *Aislamiento Térmico en Edificación*<sup>(1)</sup>, classifiquen els principals tipus de materials aïllants de la següent manera:



Els materials destacats en “negreta” són els més utilitzats en construcció. Els altres també són utilitzats puntualment en algun element, però sovint són barrejats dintre d'altres compostos.

Així doncs, aquests materials seleccionats seran els estudiats, analitzats i utilitzats per realitzar aquest treball. S'estudiaran les seves característiques, propietats, procés de fabricació, aplicacions i formes de producte, per després col·locar-los en els diferents sistemes constructius de tancaments i cobertes escollits i analitzar les transmissibilitats tèrmiques d'aquests.

Una vegada conegudes les propietats tèrmiques d'aquets aïllaments, es farà una comparativa amb les conductivitats tèrmiques d'altres materials emprats en la construcció però considerats com a no aïllaments tèrmics.

<sup>(1)</sup> Aislamiento Térmico en Edificación, de Carlos Castro Martín (veure Apartat 6.Referències Bibliogràfiques)

### 3.1.1 Poliestirè expandit (EPS): (UNE-EN 13163)

És un material plàstic espumat, derivat del poliestirè. El EPS es defineix tècnicament com: "Material plàstic cel·lular i rígid fabricat a partir de l'emmotllament de perles pre-expandides de poliestirè expansible o un dels seus copolímers, que presenta una estructura cel·lular tancada i emplenada d'aire".

Per la seva versatilitat i facilitat de conformació, a més de les seves excel·lents qualitats i propietats, el poliestirè expandit presenta un ampli ventall d'aplicacions, tant en construcció com en envasos i emmagatzematge d'aliments, etc. Les qualitats del poliestirè expandit, tant en la seva àmplia gamma de prestacions així com els formats en què es pot presentar, el converteixen en material amb àmplies possibilitats d'aplicació dins l'àmbit de la construcció. Les aplicacions en aquesta àrea se centren fonamentalment en l'edificació amb solucions constructives per a l'aïllament termo-acústic dels diferents tancaments i també en solucions d'alleugeriment i conformat de diverses estructures de l'edificació, a més d'altres aplicacions com motlles d'encofrat i juntes de dilatació.

Pot tenir gran varietat de gruixos, amb densitats que oscil·len els 9 i 55 kg/m<sup>3</sup> i una conductivitat tèrmica ( $\lambda$ ) entre 0'031 i 0'045 W/m·K., encara que això només serveixen de referència, ja que depenent del fabricant aquests paràmetres poden ser majors o menors. Actualment és el fabricant qui estableix el valor d'aquesta propietat i no la norma com abans. Tot i que per validar aquests valors els fabricants han de seguir les pautes de les normes UNE.

#### Propietats físiques

Resistència (R) i Conductivitat tèrmica ( $\lambda$ ): (Normes assaig: UNE-EN 12667 i UNE-EN 12939).

Aquestes propietats s'expressen a una temperatura de 10°C i en m<sup>2</sup>·K/W per la resistència tèrmica, i en W/m·K per a la conductivitat tèrmica. Totes dues propietats son obligades de declarar per el fabricant.

La taula adjunta mostra els valors de conductivitat tèrmica més usuals segons una sèrie de densitats.

La resistència tèrmica declarada, també es pot obtenir a partir del valor de l'espessor nominal i de la conductivitat tèrmica.

Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Conductividad térmica (W/m·K)	
	Media	Prevista
9	0,045	0,047
10	0,043	0,045
12	0,040	0,042
15	0,038	0,040
18	0,036	0,038
20	0,035	0,037
22	0,034	0,036
25	0,034	0,035
28	0,033	0,035
30	0,033	0,035
32	0,032	0,034
35	0,032	0,034
38	0,032	0,034
40	0,032	0,034
42	0,032	0,034
45	0,032	0,033
48	0,031	0,033
50	0,031	0,033
52	0,031	0,033
55	0,031	0,033



Símbolo	Unidades	Observaciones
$\lambda_D$ Conductividad Térmica Declarada Cuanto más bajo es el valor, mejores prestaciones aislantes.	W/m·K Referencia 10°C	El valor declarado de la Conductividad térmica se obtiene a partir del redondeo al alza (0,001 W/m·K) del valor estadístico que representa al 90% de los productos - y al 90% del valor declarado. - Por ejemplo: $\lambda_{90/90} = 0,0353$ [W/m·K] implica $\lambda_D = 0,036$ [W/m·K]
Espesor $d_N$ Resistencia Térmica Declarada Cuanto más alto es este valor, mayor nivel de aislamiento.	$m^2 \cdot K/W$ $R_D = \frac{d_N}{-D}$	El valor declarado de la Resistencia térmica se obtiene a partir del redondeo a la baja (0,05 $m^2 \cdot K/W$ ) del valor estadístico que representa al 90% de los productos y al 90% del valor declarado. Por ejemplo, para el caso anterior un producto de 6 cm de espesor: $R_{90/90} = 1,66$ [ $m^2 \cdot K/W$ ] implica $R_D = 1,65$ [ $m^2 \cdot K/W$ ]

Taules extretes de la “Guía Técnica para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios (1)”

**Toleràncies dimensionals:** (Normes assaig: UNE-EN 822, UNE-EN 823, UNE-EN 824 i UNE-EN 825). Aquesta propietats és obligada de declarar per el fabricant. Les toleràncies dimensionals dels productes manufacturats de poliestirè expandit no poden excedir dels valors indicats en la següent taula, en funció de la classe declarada pel fabricant:

Propiedad	Clase	Tolerancias	
		Planchas	Rollos
Longitud	L1	$\pm 0,6\% \text{ o } \pm 3 \text{ mm}^a$	-1%
	L2	$\pm 2 \text{ mm}$	+ sin restricción
Anchura	W1	$\pm 0,6\% \text{ o } \pm 3 \text{ mm}^a$	$\pm 0,6\%$
	W2	$\pm 2 \text{ mm}$	$0 \pm 3 \text{ mm}^a$
Espesor <sup>b</sup>	T1	$\pm 2 \text{ mm}$	
	T2	$\pm 1 \text{ mm}$	
Rectangularidad	S1	$\pm 5 \text{ mm}/1.000 \text{ mm}$	
	S2	$\pm 2 \text{ mm}/1.000 \text{ mm}$	
Planeidad <sup>c</sup>	P1	$\pm 30 \text{ mm}$	
	P2	$\pm 15 \text{ mm}$	
	P3	$\pm 10 \text{ mm}$	
	P4	$\pm 5 \text{ mm}$	

<sup>a</sup> El que presente la mayor tolerancia numérica  
<sup>b</sup> Para otras clases ver 4.3.13.1  
<sup>c</sup> La planeidad está expresada en metros corridos

Taula extreta de la “Guía Técnica para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios (1)”

**Resistència a flexió:** (Norma assaig: UNE-EN 12089). Un adequat nivell d'aquesta propietat assegura una bona cohesió del material i, per tant, unes propietats d'absorció d'aigua.

La norma harmonitzada exigeix que el nivell mínim d'aquesta propietat sigui de 50 kPa (per assegurar la manipulació) però permet que es declarin altres nivells superiors:

Nivell	Requisito (kPa)
CS(10)30	≥30
CS(10)50	≥50
CS(10)60	≥60
CS(10)70	≥70
CS(10)80	≥80
CS(10)90	≥90
CS(10)100	≥100
CS(10)120	≥120
CS(10)150	≥150
CS(10)200	≥200
CS(10)250	≥250
CS(10)300	≥300
CS(10)350	≥350
CS(10)400	≥400
CS(10)500	≥500

Nivell	Requisito (kPa)
BS50	≥50
BS75	≥75
BS100	≥100
BS115	≥115
BS125	≥125
BS135	≥135
BS150	≥150
BS170	≥170
BS200	≥200
BS250	≥250
BS350	≥350
BS450	≥450
BS525	≥525
BS600	≥600
BS750	≥750

**Resistència a compressió:** (Norma assaig: UNE-EN 826). Propietat necessària per a aplicacions en les quals s'aplica càrrega sobre el material aïllant. La propietat indica la tensió de compressió quan el material es deforma un 10% del seu gruix. La norma harmonitzada permet que es declarin els següents valors per a aquesta propietat:

**Absorció d'aigua:** (Normes assaig: UNE-EN 12087 i UNE-EN 12088). Es tracta d'assajos accelerats per determinar el comportament del material a l'estar en contacte amb l'aigua. Hi ha dos tipus:

- Absorció d'aigua a llarg termini per immersió (UNE-EN 12087). Indica l'absorció d'aigua del material després d'un assaig de 28 dies mantenint completament submergit. Es permeten quatre nivells: WL(T)5 = ≤5%, WL(T)3 = ≤3%, WL(T)2 = ≤2% i WL(T)1 = ≤1%.
- Absorció d'aigua a llarg termini per difusió (UNE-EN 12088). Indica l'absorció d'aigua del material després d'un assaig de 28 dies sent travessat contínuament per vapor d'aigua, per això, aquest assaig és més exigent que el d'immersió. Es permeten quatre nivells: WD(V)15 = ≤15%, WD(V)10 = ≤10%, WD(V)5 = ≤5% i WD(V)3 = ≤3%.

**Classificació de reacció al foc:** (Norma assaig: UNE-EN 13501-1). La reacció davant el foc és l'única propietat en el camp dels productes d'aïllament tèrmic per als quals la Unió Europea ha imposat Euroclasses. Aquest nou sistema europeu de classificació davant el foc ha provocat l'harmonització dels mètodes d'assaig de foc, substituint als mètodes d'assaig nacionals.

El nou sistema de classificació fa referència a la classificació obtinguda en l'aplicació final d'ús del producte.

Els productes de poliestirè expandit nus obté una classificació E o F. En l'aplicació final d'ús, el conjunt poliestirè expandit més revestiment pot obtenir Euroclasses E, D, C o B.

#### Altres propietats físiques:

- Estabilitat dimensional (UNE-EN 1603 i UNE-EN 1604)
- Deformació sota condicions específiques de càrrega a compressió i temperatura (UNE-EN 1605)
- Fluència a compressió (UNE-EN 1606)
- Resistència a la congelació-descongelació (UNE-EN 12091)
- Factor de resistència a la difusió del vapor d'aigua ( $\mu$ ) (UNE-EN 12086)

#### **Propietats químiques**

El poliestirè expandit és incompatible amb altres productes. Alguns dels més importants a tenir en compte són: àcid acètic, àcid nítric, àcid sulfúric; gasos com l'amoniac, brom, clor, diòxid de sofre, butà, etc; cetones, diluents per laques, èters, etc.

Un cas comú és la incompatibilitat entre l'aïllament de EPS en una coberta i la làmina impermeabilitzant de betum. En aquests casos col·loquem una làmina separadora que podria ser un geotèxtil.

#### **Propietats biològiques**

El poliestirè expandit no constitueix substrat nutritiu algun per als microorganismes. És imputrescible, no rovella i no es descompon. Tanmateix, en presència de molta brutícia el EPS pot fer de portador de microorganismes, sense participar en el procés biològic. Tampoc es veu atacat pels bacteris del sòl.

El EPS no té cap influència mediambiental perjudicial i no és perillós per a les aigües. Es pot adjuntar als residus domèstics o bé ser incinerat.

Quant a l'efecte de la temperatura, manté les dimensions estables fins als 850°C. No es produeix descomposició ni formació de gasos nocius.

#### **Procés de fabricació**

Del processat del gas natural i del petroli s'obtenen, majoritàriament com a subproductes, l'etilè i diversos compostos aromàtics. A partir d'ells s'obté el estirè. Aquest estirè monòmer juntament amb l'agent expandent (pentà) pateix un procés de polimerització en un reactor amb aigua donant lloc al poliestirè expandible, la matèria prima de partida per a la fabricació del poliestirè expandit.

El procés de transformació de la matèria prima en articles acabats de poliestirè expandit transcorre fonamentalment en tres etapes:

### 1ª etapa: Preexpansió

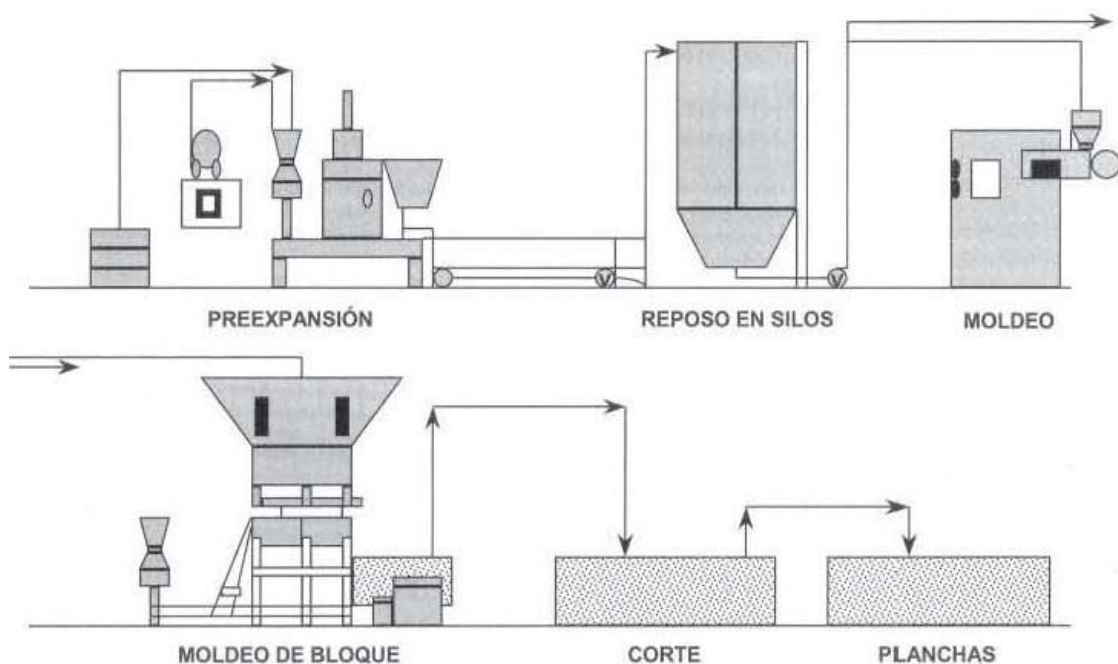
La matèria primera s'escalfa en una màquines especials denominades preexpansores, amb vapor d'aigua a temperatures situades entre aproximadament 80 i 110 °C. En funció de la temperatura i del temps d'exposició, la densitat aparent del material disminueix d'uns 630 Kg/m<sup>3</sup> a densitats que oscil·len entre els 10-30 Kg/m<sup>3</sup>. En el procés de preexpansió, les perles compactes de la matèria prima es converteixen en perles de plàstic cel·lular amb petites cel·les tancades que contenen aire al seu interior.

### 2ª etapa: Repòs intermedi i estabilització

En refredar-se les partícules recentment expandides es crea un buit interior que cal compensar amb la penetració d'aire per difusió. D'aquesta manera les perles aconseguen una major estabilitat mecànica i milloren la seva capacitat d'expansió, el que resulta avantatjós per a la següent etapa de transformació. Aquest procés es desenvolupa durant el repòs intermedi del material preexpandit en sitges ventilades. Alhora es treuen les perles. D'aquesta manera es té la matèria prima, la perla preexpandida, per al procés final.

### 3ª etapa: Expansió i emmotllament final

En aquesta etapa, que sol succeir en fabricants locals, diferents del que va fabricar originalment la perla, les perles preexpandides i estabilitzades es transporten a uns motlles on novament se'ls comunica vapor d'aigua, soldant-se les perles entre si. D'aquesta manera es poden obtenir grans blocs (que posteriorment es mecanitzen en les formes desitjades com planxes, revoltons, cilindres, etc.) o productes de més qualitat, conformats amb el seu acabat definitiu (poliestirè motllejat).



Esquema extret del llibre "Aislamiento Térmico en Edificación, de Carlos Castro Martín"

### **Aplicacions com a aïllament tèrmic en l'edificació**

S'utilitza tant en façanes com en cobertes i en terres. En façanes es pot col·locar com a aïllament interior com exterior (façanes ventilades, SATE o murs enterrats). En cobertes planes convencionals o invertides (no transitables) i cobertes inclinades sobre forjat horitzontal o inclinat.

### **Control qualitat**

Els productes de poliestirè expandit (EPS) emprats en construcció com aïllament tèrmic porten Marcat CE d'acord amb la norma de producte UNE-EN 13163.

Les especificacions dels productes han de quedar recollides en les etiquetes i en la informació subministrada pel fabricant. Aquesta informació ha de recollir de manera expressa aquelles especificacions necessàries per a cada aplicació constructiva.

### **Exemple comercial**

L'empresa POLIESPOR fabrica diferents models de plaques de poliestirè expandit segons la seva conductivitat tèrmica i de cada model ofereix varis espessors de placa.

Per realitzar el treball i com a referència per desenvolupar les diferents parts d'aquest, s'agafa com a producte de referència l'EPS POL4, amb una conductivitat de 0'036 w/m·k i espessor de 40mm (veure Annex 1).

### **3.1.2 Poliestirè extruït (XPS): (UNE-EN 13164)**

És una escuma rígida, de caràcter termoplàstic, resultant de la extrusió del poliestirè en presència d'un gas espumant, amb estructura cel·lular tancada. L'estructura cel·lular totalment tancada del poliestirè extruït li proporciona les seves excel·lents prestacions davant l'absorció d'aigua i com a aïllant tèrmic. L'elevada rigidesa de l'estructura cel·lular donada per la gran homogeneïtat de les cel·les proporciona, a la vegada, una altíssima capacitat de resistència mecànica. Amb aquestes característiques obtenim un aïllant excepcionalment durador, resistent a l'aigua, resistència a la compressió i que no es podreix, mantenint-se inalterable amb el pas del temps.

Aquest material, que era conegut com Styrodur per ser de les primeres marques que es va introduir, posseeix una conductivitat tèrmica típica entre 0'033 W/m·K i 0'036 W/m·K, tot i que alguns arriben fins a 0'029 W/m·K. Més important que la conductivitat tèrmica és el gruix del producte, que determina la resistència tèrmica, la capacitat per oposar-se al pas de la calor.

Presenta una quasi nul·la absorció d'aigua, aquesta característica és molt important en aplicacions com l'aïllament tèrmic per l'exterior, per evitar l'aparició de taques d'humitat o de taques a la façana de l'edifici i que l'acabat decoratiu es desenganxi del sistema. Per aquest motiu, resisteix molt bé les baixes temperatures i fins i tot les gelades sense patir un deteriorament important.

També té unes prestacions mecàniques molt altes (entre 200 kPa i 700 kPa), característica que es considera de summa importància amb vista a protegir la façana a possibles cops a la part inferior i per suportar les càrregues d'ús en la coberta i sòl.

La seva densitat és aproximadament d'uns 33 kg/m<sup>3</sup>.

A causa de la seva elevada resistència mecànica i la seva tolerància a l'aigua, és un material que ha trobat multitud d'aplicacions en la construcció. S'usa bàsicament com aïllament en sòls, i també en panells de façana, però sobretot, ha permès l'aparició d'una nova solució constructiva: la coberta invertida. En aquest tipus de coberta, l'aïllament tèrmic es col·loca sobre del impermeabilitzant, una disposició que allarga la vida útil de la coberta, ja que el impermeabilitzant no pateix les tensions de la intempèrie ni dels canvis bruscos de temperatura que amb el temps acaben per deteriorar .

El poliestirè extruït es comercialitza en planxes de gruixos de pocs centímetres, que poden ser de cantells llisos o bé amb encaixo. No obstant això, per la seva lleugeresa, cal posar-li pes a sobre per evitar que sigui succionat per el vent, de manera que les cobertes invertides més comuns col·loquen grava o diversos tipus de lloses com a remat final.

## Propietats físiques

**Conductivitat tèrmica ( $\lambda$ ):** (Norma assaig: UNE-EN 12939). La conductivitat tèrmica ( $\lambda$ ) dels productes de poliestirè extruït depèn bàsicament del gas d'espumació utilitzat. La conductivitat que s'obté varia entre 0'029 i 0'036 W/m·K.

$\lambda_D$	Símbolo	Unidades	Observaciones
$\lambda$	Conductividad Térmica	W/(m·K)	El valor declarado de la Conductividad térmica se obtiene a partir del redondeo al alza (0,001 W/m·K) del valor estadístico que representa al 90% de los productos y al 90% del valor declarado.
D	Declarada	Referencia 10°C	Por ejemplo: $\lambda_{90/90}=0,0343$ [W/(m·K)] implica $\lambda_D=0,035$ [W/(m·K)]

## Resistencia Térmica declarados

Espesor $d_N$	Símbolo	Unidades	Observaciones
$R_D = \frac{d_N}{\lambda_{90/90}}$	Resistencia Térmica Declarada	m <sup>2</sup> ·K/W	El valor declarado de la Resistencia térmica se obtiene a partir del redondeo a la baja (0,05 m <sup>2</sup> ·K/W) del valor estadístico que representa al 90% de los productos y al 90% del valor declarado.  Por ejemplo, para el caso anterior un producto de 6 cm de espesor: $R_{90/90} = 1,74$ [m <sup>2</sup> ·K/W] implica $R_D = 1,70$ [m <sup>2</sup> ·K/W]
<p><small>NOTA: En CTE HE1 se simboliza el espesor con la letra "e". La "d", sin embargo, viene en todas las EN.</small></p>			

*Taula extreta de AIPEX (Asociación ibèrica de poliestireno extruido)*

Resistència (R): (Norma assaig: UNE-EN 12667) La resistència tèrmica ve determinada per el gruix del producte:  $R = d / \lambda \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ , on:  $d$  = gruix de XPS;  $\lambda$  = conductivitat tèrmica declarada.

Resistència a compressió: (Norma assaig: UNE-EN 826). La resistència a compressió del XPS és la més alta entre els diferents aïllaments convencionals. Aquests valors van des dels 100 als 1000 kPa.

Resistència a tracció: (Norma assaig: UNE-EN 1607). La resistència a tracció perpendicular a les cares es determina amb aquesta norma. Cap resultat d'assaig ha de ser inferior a uns valors de 100 a 1200 kPa per el nivell declarat.

Absorció d'aigua: (Normes assaig: UNE-EN 12087 i UNE-EN 12088). Es tracta d'assajos accelerats per determinar el comportament del material a l'estar en contacte amb l'aigua. Hi ha dos tipus:

- Absorció d'aigua a llarg termini per immersió (UNE-EN 12087). En el cas del XPS els productes amb pell de extrusió presenten absorcions que no superen el 0'7%, però quan se'ls renta en un procés mecànic aquesta pell, pot augmentar l'absorció en la superfície de la planxa fins a un 1,5%.
- Absorció d'aigua a llarg termini per difusió (UNE-EN 12088). Segons el nivell declarat no es poden sobrepassar uns valors que es mouen entre un 1 i un 5%.

Classificació de reacció al foc: (Norma assaig: UNE-EN13501-1). La reacció davant el foc és l'única propietat en el camp dels productes d'aïllament tèrmic per als quals la Unió Europea ha imposat Euroclasses. Aquest nou sistema europeu de classificació davant el foc ha provocat l'harmonització dels mètodes d'assaig de foc, substituint als mètodes d'assaig nacionals. El nou sistema de classificació fa referència a la classificació obtinguda en l'aplicació final d'ús del producte.

Els productes d'espumes orgàniques nues obtenen una classificació C, D o E. Tanmateix, la solució constructiva completa en la qual es munten i fixen, pot arribar a una classificació superior, B per exemple.

Altres propietats físiques:

- Propietats de resistència a la humitat (UNE-EN 10456)
- Resistència a la congelació-descongelació (UNE-EN 12091)
- Factor de resistència a la difusió del vapor d'aigua ( $\mu$ ) (UNE-EN 12086)
- Fluència a la compressió (UNE-EN 1606)

### **Propietats químiques**

Com amb el EPS, són incompatibilitats químiques conegudes del XPS, les làmines d'impermeabilització que continguin dissolvents i puguin emetre'ls durant o després de la instal·lació de les planxes aïllants de poliestirè extruït. Així mateix, no és acceptable cap impermeabilització a base de quitrà, ni làmines impermeabilitzants de PVC.

### **Propietats biològiques**

El poliestirè no és biodegradable. Ja es tracti d'una marca en particular o no, el poliestirè no es descompon de forma natural. Els productes de poliestirè s'erosionen, però la seva composició química mai torna a la naturalesa. El poliestirè, però, és completament reciclable. Per assegurar que hi hagi tan poc poliestirè com sigui possible en els abocadors de residus, ha de ser reciclat amb altres plàstics perquè pugui ser eliminat adequadament.

### **Procés de fabricació**

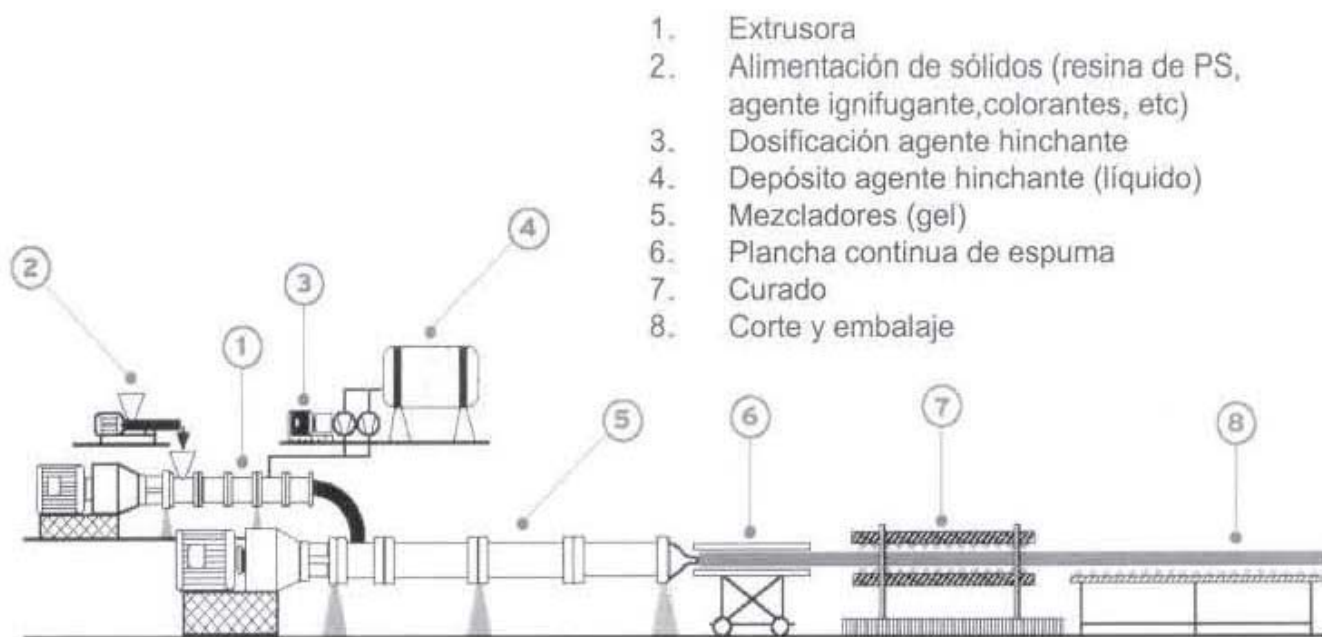
Del processat del gas natural i del petroli s'obtenen, majoritàriament com a subproductes, l'etilè i diversos compostos aromàtics. A partir d'ells s'obté el estirè monòmer, fins aquí com en el cas del poliestirè expandible, que forma la matèria prima del EPS.

No obstant això, les següents fases en la fabricació del poliestirè extruït difereixen del procés d'obtenció del EPS, donant lloc a productes amb propietats notablement diferents entre si.

Efectivament, la resina de polietilè és una de les matèries primeres que en fase sòlida, alimenta un procés d'extrusió mitjançant el qual s'aconsegueix el gel homogeni, al que posteriorment se li afegeix l'agent inflant o espumant (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, HFC, hidrocarburs diversos, etc.) en fase líquida. A través d'una sèrie de mescladors es controla l'homogeneïtat, pressió i temperatura de la barreja, de manera que el gel queda a disposició d'arribar a la fase d'espumació, quan, per diferència de pressions amb la pressió atmosfèrica (o un buit parcial, segons la tecnologia específica que s'estigui aplicant), l'agent escumant canvia l'estat, passant a gas, i inflant el gel, formant-se una estructura cel·lular (escuma) totalment tancada (és a dir, sense connexions entre les diferents cel·les), molt fina (amb una mida de cel·la molt petita, de l'ordre de dècimes de mil·límetre), homogènia, sota la forma d'una planxa rígida i contínua.

Cal destacar que, igual que succeeix en la fabricació de llanes, i a diferència del que succeeix amb poliestirens expandits i poliuretans, el procés complet de fabricació es desenvolupa en un sol fabricant.





Esquema extret del llibre "Aislamiento Térmico en Edificación, de Carlos Castro Martín"

### Aplicacions com a aïllament tèrmic en l'edificació

S'utilitza tant en façanes com en cobertes i en terres. En façanes es pot col·locar com a aïllament interior com exterior (façanes ventilades, SATE o murs enterrats). En cobertes planes convencionals o invertides (transitables i no transitables) i cobertes inclinades sobre forjat horitzontal o inclinat.

### Control qualitat

Els productes de poliestirè extruït (XPS) emprats en construcció com aïllament tèrmic porten Marcat CE d'acord amb la norma de producte UNE-EN 13164 i 13172.

El marcatge CE obliga que les especificacions dels productes han de quedar recollides en les etiquetes i en la informació subministrada pel fabricant. Aquesta informació ha de recollir de manera expressa aquelles especificacions necessàries per a cada aplicació constructiva.

Els productes de poliestirè extruït tenen la marca N voluntària AENOR (Associació Espanyola de Normalització i Certificació) de producte certificat, que certifica que el producte manté en el temps el compliment amb les especificacions i procediments d'assegurament de la qualitat que imposen les normes UNE-EN 13172 i UNE-EN 13164 i els reglaments propis d'AENOR.

### Observacions

El poliestirè extruït comparteix moltes característiques amb el poliestirè expandit, doncs la seva composició química és idèntica: aproximadament un 95% de poliestirè i un 5% de gas. La diferència rau únicament en el procés de conformació, però és una diferència crucial, ja que el

extruït produeix una estructura de bombolla tancada, el que converteix al poliestirè extruït en l'únic aïllant tèrmic capaç de mullar-se sense perdre les seves propietats. En resum, les diferències més destacables entre el poliestirè extruït i l'expandit són:

- Extruït més dens, li aporta millor resistència a compressió
- Expandit al tenir el porus obert absorbeix la humitat, extruït té escassa absorció d'aigua
- Expandit menor resistència mecànica

### **Exemple comercial**

L'empresa URSA, dintre la multinacional Uralita, fabrica diferents models de plaques de poliestirè extruït segons la seva aplicació (façanes, cobertes o terres), la intensitat de càrrega i de la forma del cantell de les planxes. Cada model té diferents conductivitats, resistències i espessors.

Com a exemple comercial, s'escull el producte URSA XPS NWE, que és més adient per les solucions constructives d'aïllament interior en parets de doble fulla (veure Annex 1).

### **3.1.3 Poliuretà (PUR): (UNE-EN 13165)**

El poliuretà com a aïllament tèrmic en edificació, el podem trobar en diferents productes: projectat "in-situ", en planxes o en panells sandwich. Però només s'analitzarà el poliuretà projectat "in-situ".

Ha estat el producte més utilitzat com aïllament en els últims anys, si bé està patint un descens en la seva utilització degut principalment a l'alt grau de combustió del mateix que fa que s'estigui substituïnt per altres productes com les llanes minerals que, tenint una capacitat de aïllament similar, són ignífugues.

Les escumes de poliuretà per a aïllament tèrmic mitjançant projecció són el resultat d'un procés de reacció química exotèrmica de dos components: polioli i isocianat, que conjuntament amb un agent expansiu, donen lloc a un material rígid amb un percentatge de cel·la tancada superior al 90% i una bona conductivitat tèrmica amb un  $\lambda = 0,022 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  valor inicial i un valor de càlcul envellit a 25 anys de  $\lambda = 0,028 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ; configurant un sistema adherit continu i impermeable, destacant per aquestes raons l'efecte de segellat, tan important per evitar humitats, pas d'aire i per consegüent aïllament al soroll aeri.

Com a altres característiques d'aquest producte a destacar, hi ha la rigidesa estructural, la gran adherència sobre qualsevol superfície, esmorteix vibracions, no absorbeix humitat ambiental i la relació preu capacitat aïllant és molt bona.

La descripció dels components consta a la norma UNE 14315-1. La producció de l'escuma rígida de poliuretà queda descrita a la norma UNE 14315-2 i consisteix bàsicament en una projecció realitzada mitjançant màquina d'aplicació de relació fixa, disposada en un element de transport (factoria autotransportada). En la mateixa norma es descriu l'execució de la projecció.

## Propietats físiques

Conductivitat tèrmica ( $\lambda$ ): L'alta capacitat aïllant del poliuretà projectat no s'aconsegueix en la construcció amb cap altre dels materials aïllants comunament emprats. El poliuretà projectat no supera el valor de conductivitat tèrmica inicial de  $\lambda_{10^{\circ}\text{C}} = 0,022 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  (calculat segons la Norma UNE 12667). A la pràctica, es considera com a valor de càlcul de conductivitat tèrmica de l'escuma el obtingut després de 9 mesos de envelliment accelerat  $\lambda_{10^{\circ}\text{C}} = 0,028 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  (procediment recollit en la Norma UNE 14315-1).

Resistència (R): (Norma assaig: UNE-EN 14315-1) A partir del valor de conductivitat, i coneixent el gruix aplicat, es pot conèixer la Resistència Tèrmica aplicant la següent relació:  $R = e / \lambda$ . On: "R" és la resistència tèrmica, en  $\text{m}^2\cdot\text{K/W}$ , "e" és el gruix en m, i " $\lambda$ " és la conductivitat tèrmica, en  $\text{W/m}\cdot\text{K}$ . D'on es pot obtenir la següent taula de valors:

Espesor mm	Resistència Tèrmica $\text{m}^2\cdot\text{K/W}$
20	0,71
25	0,89
30	1,07
35	1,25
40	1,43
45	1,61
50	1,79
55	1,96
60	2,14
65	2,32
70	2,50
75	2,68
80	2,86
85	3,04
90	3,21
95	3,39
100	3,57

*Taula extreta del "Libro Blanco del Poliuretano Projectado"*

Resistència a compressió: (Norma assaig: UNE-EN 826). La resistència a la compressió de l'escuma, determinada segons la Norma UNE-EN 826, no ha de ser inferior a 200 kPa.

La resistència a la compressió oscil·la entre 150 kPa per a una escuma de  $35 \text{ kg/m}^3$ , i 325 kPa per a  $60 \text{ kg/m}^3$ .

Resistència a tracció: (Norma assaig: UNE-EN 1607). D'altra banda, la resistència a tracció, sempre major, oscil·la entre 180 kPa per a una escuma de  $30 \text{ kg/m}^3$ , i 820 kPa per a una de  $60 \text{ kg/m}^3$ .

Absorció d'aigua: (Norma assaig: UNE-EN 12087). Depenent de la densitat els % varien, comprenent valors d'entre el 4'1% amb densitat de  $30 \text{ Kg/m}^3$  a 2'4% amb densitat de  $55 \text{ Kg/m}^3$ .

Factor de resistència a la difusió del vapor d'aigua ( $\mu$ ): (Norma assaig: UNE-EN 12086). Pel poliuretà projectat per aïllament tèrmic, amb densitats compreses entre  $30$  i  $60 \text{ kg/m}^3$ , la resistència a la transmissió de vapor d'aigua oscil·la entre 330 i 825  $\text{MN}\cdot\text{s/g}\cdot\text{m}$  (factor de resistència a la difusió de vapor d'aigua,  $\mu$ , entre 60 i 150).

Classificació de reacció al foc: (Norma assaig: UNE-EN13501-1). El poliuretà projectat, com tots els polímers, és un material orgànic i per tant combustible. No obstant això, hi escumes de poliuretà classificades des de C-s3,d0 (M1) fins a E (M3), segons UNE-EN 13501 (UNE 23727), havent d'aplicar unes o altres d'acord amb el risc a que vagin a estar exposades i d'acord a les exigències del CTE DB-SI.

El poliuretà projectat rep una classificació diferent si va nu o revestit amb algun altre material. Això comporta que, en el cas de façanes ventilades que la seva arrencada sigui accessible al públic, el poliuretà haurà d'anar protegit, per aconseguir una classificació B-s3,d2 (segons CTE DB SI-2).

Altres propietats físiques:

- Densitat (UNE-EN 1602)
- Estabilitat dimensional (UNE-EN 1604)
- Estructura cel·lular (ISO 4590)

### **Propietats químiques**

El poliuretà és resistent a tots els productes químics habitualment emprats en la construcció:

- Resisteix als dissolvents normalment utilitzats en adhesius, pintures, pastes bituminoses, en conservants per a la fusta i en massilles segellants.
- Resisteix l'envelliment, a l'acció de les arrels, i és inert bioquímicament davant les floridures.
- És estable enfront dels carburants, oli mineral i els àcids i àlcalis diluïts.
- Resisteix l'acció dels gasos d'escapament o a l'atmosfera industrial més agressiva.
- És químicament neutre.
- En general, el Poliuretà projectat pot pintar, envernissar, enganxar, revestir, o pot ser utilitzat com a revestiment de locals amb atmosferes agressives.

### **Propietats biològiques**

És imputrescible, estable davant el detritus i inodor. El poliuretà projectat no conté CFC ni HCFC, pel que no contribueix a la destrucció de la capa d'Ozó, i ajuda a combatre els efectes de l'escalfament global.

El poliuretà es pot reciclar, tant com a material després de moldre'l, com a matèria prima a través del procés de glicòlisis. També es pot cremar en càmeres de combustió per transformar l'energia en electricitat.

## Procés de fabricació

Els sistemes de poliuretà procedeixen bàsicament de dos productes: el petroli i el sucre, per obtenir, després d'un procés químic de transformació, dos components bàsics, anomenats genèricament polioli i isocianat, matèries primes subministrades en molts casos per grans empreses del sector químic. Després d'aquest primer pas, en la planta química, ve un altre pas, una altra transformació de naturalesa també química, en un altre fabricant o aplicador local del producte. És una cosa anàloga al que succeeix amb el EPS, en què també intervenen dos fabricants, un per a la matèria prima i un altre per al producte final.

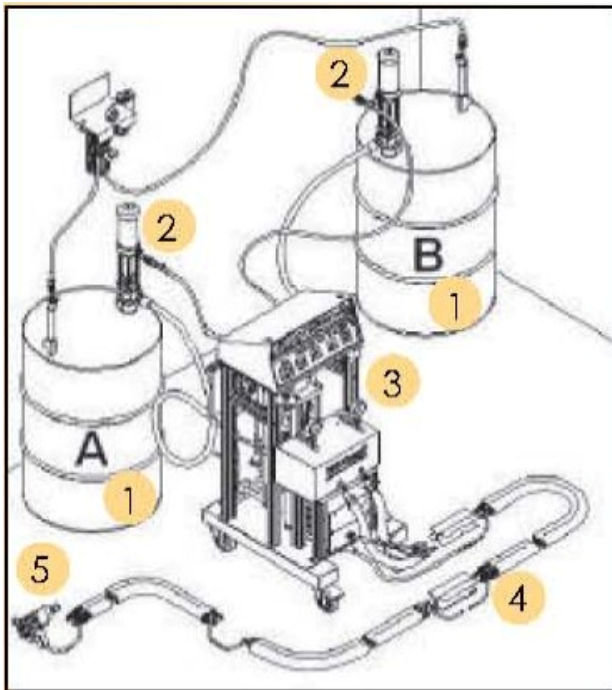
La barreja en les condicions adequades, dels dos components esmentats, polioli i isocianat, proporcionarà segons el tipus de cada un d'ells, una escuma per a aïllament rígida, o bé una escuma flexible, o un elastòmer, una escuma semirígida, etc. Tots dos components, polioli i isocianat, són líquids a temperatura ambient i la seva barreja s'efectua habitualment amb una maquinària específica, produint una reacció química exotèrmica. Aquesta reacció química es caracteritza per la formació d'enllaços entre el polioli i l'isocianat, aconseguint una estructura sòlida, uniforme i molt resistent. A més la calor que desprèn la reacció pot utilitzar-se per evaporar un agent inflant (de diversos tipus: pentà, CO<sub>2</sub>, HFC, etc.) que omple les cel·les que formen, de manera que s'obté un producte sòlid, que posseeix una estructura cel·lular (escuma) fonamentalment tancada (≈ 90% cel·les tancades), amb un volum molt superior al que ocupaven els productes líquids.

És molt habitual la producció de l'escuma de poliuretà entre planxes metàl·liques, en un procés anomenat d'injecció, mitjançant el qual es fabriquen panells sandvitx.

Més freqüent encara és la producció de l'escuma de poliuretà "in-situ", al mateix lloc de la instal·lació, emprant màquines mòbils per a la dosificació i barrejat dels components. Existeixen dos tipus de processos: projecció i colada.

- El procés de projecció, el més generalitzat a Espanya, consisteix en polvoritzar, mitjançant la màquina esmentada, la barreja de dos components altament reactius sobre la superfície a aïllar, on ràpidament s'expandeix i endureix. L'aplicació es realitza en successives capes, fins a arribar al gruix final d'aïllament desitjat.

- El procés de colada consisteix a "colar" la barreja líquida dels dos components, amb una reactivitat ajustada per a aquest procés, en la cavitat a aïllar. En curt temps, la barreja s'expandeix, omple la cavitat i endureix.



Esquema d'una màquina per projectar poliuretà:

1. Matèria prima
2. Bombes de tràfec
3. Màquina de projecció
4. Manguera calefactada
5. Pistola

*Esquema obtingut del "Libro Blanco del Poliuretano Projectado"*

### **Aplicacions com a aïllament tèrmic en l'edificació**

S'utilitza tant en façanes com en cobertes i en terres. En façanes es pot col·locar com a aïllament interior com exterior (façanes ventilades o murs enterrats). En cobertes inclinades sobre forjat horitzontal o inclinat. En cobertes planes no és tan habitual, però també s'utilitza amb algun tipus de protecció.

### **Control qualitat**

La Norma Europea Harmonitzada de Poliuretà Projectat (EN 14315-1) és aplicable l'1 de novembre de 2013, i el període de coexistència finalitzarà un any després, l'1 de novembre del 2014 (DOUE 2013.06.28 C186-2).

Per tant, actualment el Marcat CE és voluntari. Un cop finalitzat el període de coexistència (a partir de l'1 de novembre del 2014), serà obligatori lliurar el marcatge CE i la Declaració de Prestacions. El poliuretà projectat és l'únic material aïllant que pot certificar les seves propietats abans de la instal·lació i una vegada instal·lat en obra.

### **Exemple comercial**

L'empresa TECNOPOL, té un sèrie de productes de poliuretans projectats anomenada TECNOFOAM. Dintre la sèrie hi han varis productes que disposen de diferents densitats i propietats segons la seva aplicació (veure Annex 1).

### **3.1.4 Llanes Minerals (MW): (UNE-EN 13162)**

Les llanes minerals aïllants són productes aïllants constituïts per un entrellaçat de filaments de materials petris que formen un feltre que manté entre ells aire en estat immòbil.

Aquesta estructura permet obtenir productes molt lleugers que per la seva peculiar configuració, ofereixen elevats nivells de protecció davant la calor, el soroll i el foc.

Per les seves propietats, estan reconegudes internacionalment com a aïllants acústics (per la seva estructura flexible) i tèrmics (per l'entrelligat que manté l'aire immòbil), sent, a més, incombustibles, donat el seu origen inorgànic. Són productes naturals transformats mitjançant el procés de producció .

Com a materials de porositat oberta (gràcies a la qual cosa tenen bones prestacions tèrmiques i acústiques) poden retenir aigua líquida en el seu interior, de manera que s'han d'emprar en aplicacions que estiguin protegides del contacte directe amb l'aigua. Si accidentalment la llana mineral es mulla, les propietats tèrmiques de la mateixa (poder aïllant) es recuperaran fins a arribar als valors inicials, si l'aigua no ha causat un dany evident i es pot eliminar per evaporació o drenatge.

En conseqüència, si per efecte de l'aigua, la llana mineral no ha perdut el seu aspecte inicial, gruix, atapeïment, esquinç, etc. un cop seca tornarà a tenir les seves prestacions aïllants inicials.

Les llanes de vidre tenen un poder aïllant tèrmic més elevat que les llanes de roca de la mateixa densitat, o el que és el mateix, el seu coeficient de conductivitat tèrmica  $\lambda$ , és més baix. Per això, en aquest estudi, analitzarem i treballarem amb llanes de vidre.

#### **Propietats físiques**

Resistència (R) i Conductivitat tèrmica ( $\lambda$ ): (Normes assaig: UNE-EN 12667 i UNE-EN 12939).

Aquestes propietats s'expressen a una temperatura de 10°C i en  $m^2 \cdot K/W$  per la resistència tèrmica, i en  $W/m \cdot K$  per a la conductivitat tèrmica. Totes dues propietats son obligades de declarar per el fabricant. L'interval de valors de conductivitat tèrmica oscil·len entre 0'031 i 0'05  $W/m \cdot K$ .

La resistència tèrmica, segons UNE 13162, va lligada amb l'espessor del producte: amb espessors de 30 a 60 mm amb R de 0'80 a 1'70  $m^2 \cdot K/W$  respectivament.

Toleràncies dimensionals: (Normes assaig: UNE-EN 822, UNE-EN 823, UNE-EN 824 i UNE-EN 825). Aquestes normes marquen els requisits dels productes en quan a longitud ( $\pm 2\%$ ) i amplada ( $\pm 1'5\%$ ) , espessor (1 al 5%), rectangularitat (5 mm/m màx.) i planeïtat (6 mm màx.).

Aquesta propietats és obligada de declarar per el fabricant.

Resistència a tracció: (Norma assaig: UNE-EN 1607). La resistència a la tracció perpendicular a les cares es determina amb aquesta norma. Depenent del tipus de producte (manta, semirígid o rígid, aquest valors aniran des de 1 kPa fins a 700 kPa.

Resistència a compressió: (Norma assaig: UNE-EN 826). Propietat necessària per a aplicacions en les quals s'aplica càrrega sobre el material aïllant. La propietat indica la tensió de compressió quan el material es deforma un 10% del seu gruix. La norma harmonitzada permet que es declari valors per a aquesta propietat de 0'5 a 500 kPa.

#### Absorció d'aigua:

- Absorció d'aigua a llarg termini per immersió parcial (UNE-EN 12087). Cap resultat d'assaig a de sobrepassar els 3 Kg/m<sup>2</sup>.
- Absorció d'aigua a curt termini per immersió parcial (UNE-EN 1609). Cap resultat d'assaig a de sobrepassar 1 Kg/m<sup>2</sup>.

Classificació de reacció al foc: (Norma assaig: UNE-EN 13501-1). La classificació és obligatòria i el fabricant la farà constar en l'etiqueta del marcatge CE.

Les llanes minerals són incombustibles, no emeten fums ni produeixen gotes. Per això poden tenir una classificació alta, com per exemple Euroclasse A1.

#### Altres propietats físiques:

- Estabilitat dimensional (UNE-EN 1604)
- Rigidesa dinàmica (UNE-EN 29052)
- Resistència a flexió (UNE-EN 12089)
- Factor de resistència a la difusió del vapor d'aigua ( $\mu$ ) (UNE-EN 12086)

### **Propietats químiques**

Les llanes minerals són productes d'origen mineral i estan lliures de pesticides i contaminants químics, són químicament neutres i incombustibles.

### **Propietats biològiques**

Durant el procés de producció, la llana mineral és el material aïllant de menor impacte mediambiental, pel que la seva contribució a la protecció de l'entorn és màxima a causa de:

- Naturalesa natural i inorgànica de la llana mineral.
- Matèria primera composta per minerals naturals (sorra, calcita, magnesita ...), que són molt abundants a la Terra i poden considerar-se pràcticament inesgotables.



- Reduït consum de recursos naturals gràcies a les excel·lents prestacions obtingudes amb productes summament lleugers.
- Inclusió de vidre reciclat provinent del propi procés de fabricació.
- El reciclatge de vidre de procedència externa col·labora amb la protecció del medi ambient valorant el vidre ja utilitzat.
- Minimització dels efluent de la fàbrica mitjançant filtrat i recollida selectiva.

### **Procés de fabricació**

Les llanes minerals són productes aïllants constituïts per un entrellaçat de filaments de materials petris que formen un filtre que manté entre ells aire en estat immòbil. Es fabriquen a partir de sorra silícia, en el cas de la llana de vidre, i roca basàltica, en el cas de la llana de roca, transformats mitjançant el procés de producció .

S'elaboren partint de tres elements principals :

- un vitrificant, sílice en forma de sorra (llana de vidre), o roca basàltica (llana de roca).
- un fundent, per aconseguir que la temperatura de fusió sigui més baixa (carbonat de sodi i sulfat de sodi i potassi).
- Estabilitzants, principalment carbonat de calci i magnesi (dolomia), la missió és conferir al vidre/roca una elevada resistència a la humitat, ja que presenta una gran superfície d'atac per als agents exteriors.

A més, s'introdueixen en la composició elements capaços de reduir la viscositat, a causa dels límits de temperatura imposats per l'estabilitat dels aliatges que componen els aparells de fibrat (que obliguen a treballar el vidre a temperatures sensiblement més baixes que els vidres clàssics). Finalment, com en vidrieria clàssica, s'afegeix a la barreja una certa proporció de calci finament mòlt.

L'elaboració de la mescla exigeix unitats especials: mòlt, assecat eventual (per a les sorres), emmagatzematge en sitges, controls fisicoquímics, pesades exactes i barreja perfectament homogènia.

Fusió: La barreja s'introdueix llavors en un forn, obtenint el material fos.

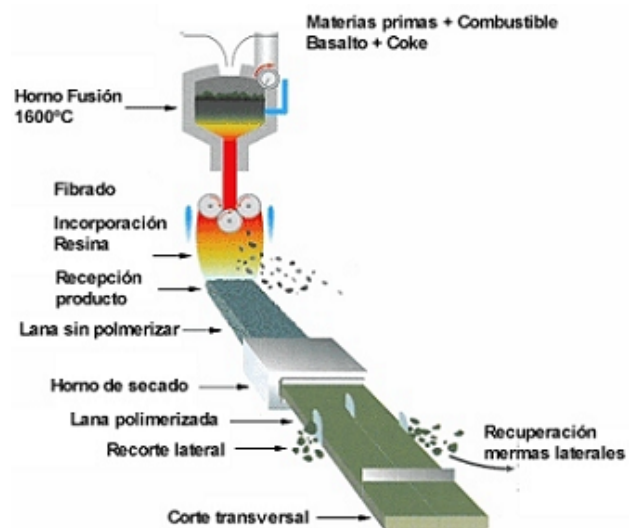
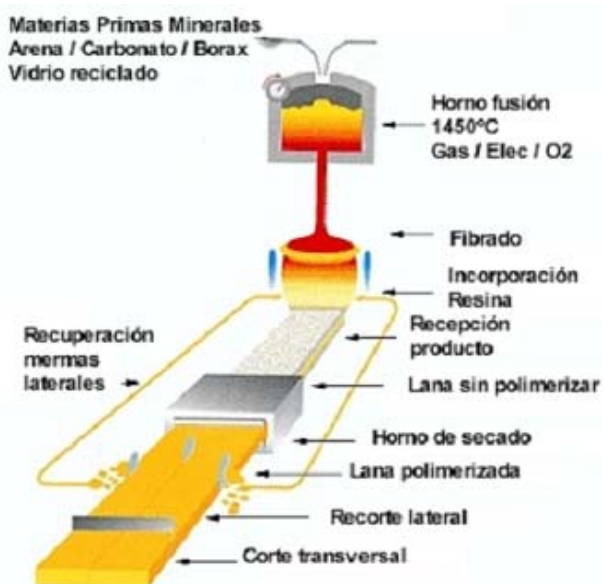
La producció de la llana: el fibrat. El fibrat es realitza a través dels orificis d'un "plat" perforat, suportat per un eix i dotat d'un moviment de rotació molt ràpid (centrifugació). Aquest apartat és alimentat amb vidre fos, per un òrgan de repartiment, "panier", que rep el vidre fos de la part davantera del forn. Després d'aquest primer estirat mecànic, horitzontal, a causa de la força centrífuga, les fibres s'allarguen verticalment, per l'acció mecànica i tèrmica d'un cremador circular de flama ràpida.

Diversos factors permeten actuar sobre el diàmetre de les fibres obtingudes: el nombre i el diàmetre dels orificis del "plat" per a un cabal de vidre fix, el cabal de vidre per a un mateix "plat", la viscositat del vidre, el règim del cremador horitzontal. La dispersió al voltant dels diàmetres mitjans és molt estreta.

Elaboració dels productes. Després de la polvorització, ja sigui d'oli mineral per als productes "blancs", ja de resines per als productes "impregnats", les fibres cauen sobre un tapís metàl·lic d'aspiració. Els productes "impregnats" passen per una estufa, en la qual un circuit d'aire calent assegura la polimerització de la resina, que confereix rigidesa als productes. La velocitat del tapís de recepció varia en la proporció d'1 a 30, el que permet obtenir diferents pesos de llana per m<sup>2</sup> de producte.

Procés de fabricació de la llana de vidre

Procés de fabricació de la llana de roca



*Esquemes obtinguts de la web de la "Asociación de fabricantes españoles de lanas minerales aislantes"*

**Aplicacions com a aïllament tèrmic en l'edificació**

Les Llanes Minerals poden trobar-se en cobertes, façanes, terres, falsos sostres, divisòries, conductes d'aire condicionat, protecció d'estructures, portes, mampares, tancaments exteriors, forjats.

Tant en llanes de vidre com de roca, podem trobar els productes en forma de rotllo, panells, mantes, etc.

## Control qualitat

Els productes de llana mineral es troben normalitzats a tot Europa a través de la Norma UNE-EN 13162:2013 "Productes aïllants tèrmics per a aplicacions en l'edificació. Productes manufacturats de llana mineral (MW). Especificació".

La Norma UNE-EN 13162 fa referència a les Propietats amb informació de nivells i requisits establerts.

A més, els fabricants espanyols de Llanes Minerals tenen la Marca "N" per als seus productes, marca de qualitat que concedeix AENOR, Associació Espanyola de Normalització i Certificació, a través d'uns processos de certificació.

## Exemple comercial

L'empresa ISOVER és l'empresa a Espanya amb més productes aïllants tèrmics de llana mineral. Té productes per façanes, divisions interiors, cobertes, etc., i de diferents característiques. Un exemple seria el model ARENA, indicat per a façanes, particions i mitgeres (veure Annex 1).

### 3.1.5 Comparatives entre aïllaments

Estudiats els principals tipus d'aïllaments tèrmics, coneixent les seves propietats i tenint un exemple comercial de cada un d'ells, es realitza una taula resum per comparar ràpidament les seves propietats més rellevants i tenir una idea d'on es poden utilitzar segons les necessitats del projecte:

	<b>EPS</b>	<b>XPS</b>	<b>PUR</b>	<b>MW</b>
<b>Conductivitat tèrmica (w/m·k)</b>	0,036	0,034	0,028	0,035
<b>Resistència compressió (kPa)</b>	80	≥250	>233	-
<b>Absorció aigua llarg plaç per immerció</b>	≤3%	≤0,7%	≈3%	No hidròfil
<b>Clas. Euroclasse reacció al foc</b>	E	E	E	A1

Es pot concloure, per exemple, que una llana mineral no es pot emprar per una coberta plana invertida, ni com a aïllament per l'exterior degut a que no es compatible amb l'aigua. Tampoc s'utilitzaria en una coberta plana, ni sota teula, ni en terres, ja que no té resistència a la compressió. En canvi és la millor opció protegint del foc.

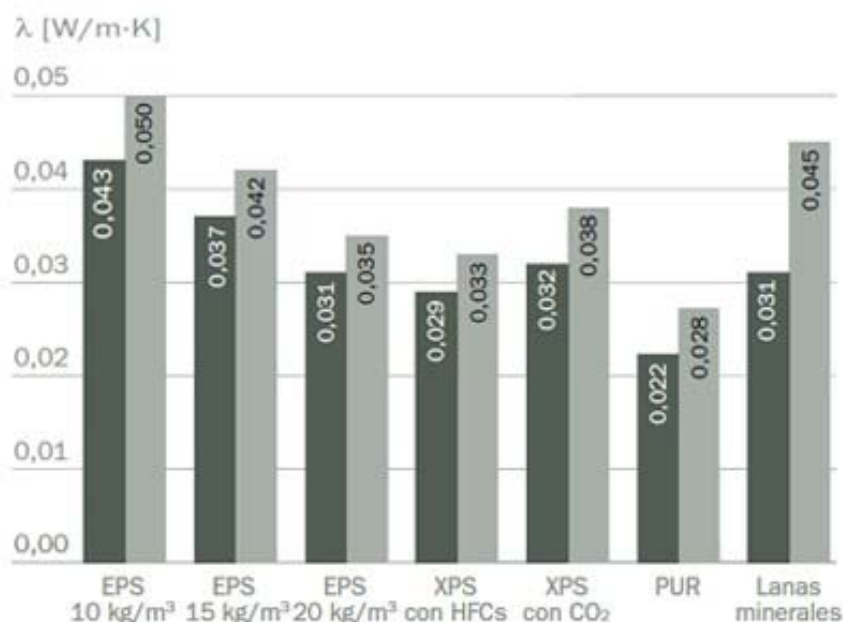
Per una millor resistència a compressió s'utilitzaria un XPS.

Però en quan a aïllament tèrmic, que és en el que es basa aquest treball, s'observa que tots els materials tenen una conductivitat pràcticament igual. Destacant una mica per sota el poliuretà.

Aquesta conductivitat més baixa del poliuretà permet tenir la mateixa transmitància tèrmica en tancaments, tot i tenir menys espessor d'aïllament comparat amb els altres, fet important sobretot ara que el nou CTE HE del 2013 exigeix gruixos d'aïllament més grans per obtenir transmitàncies tèrmiques de l'envoltant de l'edifici més baixes.

Més endavant es podrà comprovar aquesta reducció de l'espessor del poliuretà respecte dels altres aïllaments amb uns petits càlculs.

Per no quedar amb un exemple comercial de cada tipus d'aïllament, i això provocar una mostra gens precisa de la mitjana, podem comparar-los entre ells segons els valors de conductivitat tèrmica més típics que es troben en varies mostres de productes comercials:



Conductivitats tèrmiques típiques dels aïllaments tèrmics (UNE EN 12667)

Font gràfic: <http://energiayconstruccion.wordpress.com/>

Tal i com s'ha vist anteriorment en la comparativa dels productes comercials escollits, s'observa d'aquest gràfic que compren els valors més alts i més baixos de cada tipus, que el poliuretà (PUR) és el que ofereix millor aïllament tèrmic. Mentre que els valors mitjos dels altres aïllaments (Poliestirè Expandit, Poliestirè Extruït i Llanes Minerals) són molt semblants.

Veient els resultats, es pot afirmar directament que el poliuretà és la millor opció d'aïllament tèrmic per col·locar en obra, amb molta diferència sobre els altres. Però econòmicament és també la millor opció? I més ràpid d'executar en la seva col·locació a obra?

A continuació es realitzaran uns càlculs senzills per contestar aquestes preguntes i comprovar realment quina és la millor opció.

Es buscarà la millor opció partint de que tots els aïllaments a comprovar tinguin la mateixa resistència tèrmica, i demostrant també com s'ha mencionat anteriorment, que es pot reduir el gruix de l'aïllament amb el poliuretà respecte dels altres aïllaments. S'agafen les dades dels exemples comercials dels punts 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3 i 3.1.4, de productes indicats per col·locar-los com a aïllament interior en façanes de doble fulla:

EPS:  $\lambda = 0'036 \text{ w/m}\cdot\text{k}$     XPS:  $\lambda = 0'034 \text{ w/m}\cdot\text{k}$     PUR:  $\lambda = 0'028 \text{ w/m}\cdot\text{k}$     MW:  $\lambda = 0'035 \text{ w/m}\cdot\text{k}$

Es parteix de referència amb un aïllament d'EPS de 40 mm, que és la solució més típica que s'utilitza en construcció d'habitatges a la zona de Girona:

$$R = e_1/\lambda_1 = e_2/\lambda_2 \rightarrow e_2 = e_1 \times \lambda_2/\lambda_1$$

on: R = Resistència Tèrmica ( $\text{m}^2\cdot\text{k}/\text{w}$ ); e = gruix material (mm) i  $\lambda$  = Conductivitat Tèrmica ( $\text{w}/\text{m}\cdot\text{k}$ )

$$e_{\text{XPS}} = e_{\text{EPS}} \times \lambda_{\text{XPS}}/\lambda_{\text{EPS}} \rightarrow e_{\text{XPS}} = 40 \times 0'034/0'036 \rightarrow e_{\text{XPS}} \approx 38 \text{ mm}$$

$$e_{\text{PUR}} = e_{\text{EPS}} \times \lambda_{\text{PUR}}/\lambda_{\text{EPS}} \rightarrow e_{\text{PUR}} = 40 \times 0'028/0'036 \rightarrow e_{\text{PUR}} \approx 30 \text{ mm}$$

$$e_{\text{MW}} = e_{\text{EPS}} \times \lambda_{\text{MW}}/\lambda_{\text{EPS}} \rightarrow e_{\text{MW}} = 40 \times 0'035/0'036 \rightarrow e_{\text{MW}} \approx 39 \text{ mm}$$

Es comprova que si s'utilitza poliuretà es pot reduir 10 mm el gruix de l'aïllament per aconseguir el mateix resultat. En el cas del poliestirè extruït i la llana mineral, no hi han al mercat productes amb aquests gruixos i els que s'acosten més són de 40 mm, per tant, amb aquests dos productes no es pot reduir el gruix de l'aïllament.

Un cop fetes aquestes equivalències, es busca la informació de preus i rendiments d'aquests 4 productes, amb la conductivitat tèrmica escollida i els gruixos calculats. Per trobar-ho s'utilitza el banc de preus de CYPE ([www.generadordepreus.info](http://www.generadordepreus.info)) en data de març del 2014. Del banc de preus s'extreu el preu del material com a producte, el rendiment de col·locació i el preu total de subministrament i col·locació amb els costos derivats inclosos. Al final es multiplica per la superfície de façana que té l'edifici dissenyat per fer aquest treball (Annex 2).

Es realitza una taula per poder comprovar i interpretar els resultats obtinguts amb millor claredat:

Material	Preu material (€/m <sup>2</sup> )	Rendiment (h/m <sup>2</sup> )	Preu total (€/m <sup>2</sup> )	Preu aïllar façanes (€)	Temps d'execució (h)
EPS	2,40	0,12	8,62	1815,37	25,27
XPS	8,64	0,12	15,51	3266,41	25,27
PUR	2,98	0,11	9,89	2082,83	23,17
MW	3,85	0,12	10,36	2181,82	25,27

Amb els càlculs realitzats es pot observar que, tot i que el poliuretà és millor aïllant, tal i com em comprovat abans, el poliestirè expandit és més econòmic, i que la diferència amb el poliuretà del temps que es tarda a executar és inapreciable.

També cal tenir present, amb la diferència tant petita de preu, que per acabar escollint entre un aïllant o l'altre, es valoraran les altres característiques i propietats de cada material. Com per exemple, valorar si a l'utilitzar poliuretà projectat es segellen millor els tancaments donant un revestiment continu i impermeable i controlant millor els ponts tèrmics, compensa no poder-ho fer tant rigorosament amb el poliestirè expandit per una estalvi de 300€.

### **3.1.6 Aïllaments ecològics/sostenibles**

A part dels aïllaments anteriorment estudiats, existeixen altres productes aïllants anomenats aïllaments ecològics. Aquests productes provenen de material reciclat o de matèries primes, això fa que siguin materials sostenibles, ja que no és necessari consumir molta energia per la seva fabricació. A continuació s'explicaran breument alguns d'aquests aïllaments amb exemples comercials (veure Annex 1), i es realitzarà una comparativa amb els aïllaments convencionals per analitzar si són viables:

#### · Llana d'ovella (RMT-NITA®WOOL):

La llana d'ovella és una fibra natural i renovable que prové de l'esquila regular de l'animal, necessària durant el seu cycle de vida. Els productes que es fabriquen amb aquestes fibres tenen molt baixa conductivitat tèrmica i, si bé les seves aplicacions més conegudes tenen lloc en la indústria tèxtil, també s'empren en la construcció en cambres d'aïllament tèrmic, com a material de farciment en parets, golfes i altells.

Els productes RMT-NITA® WOOL es fabriquen amb llana d'ovella, convenientment tractada, en forma de mantells (0'043 w/m·k) i plaques termofixades (0'035 w/m·k) així com també en flocs (0'042 a 0'057 w/m·k), amb diferents densitats, grossors i capacitats aïllants, permetent abrigar eficientment tot tipus d'edificis d'obra nova i rehabilitació.

La matèria prima és llana d'ovella de color gris o blanc, amb fibres de 20 a 30 mm de llargada i un diàmetre de 25 a 40 micres, rentada prèviament. Durant el procés de fabricació RMT decolora la llana i aplica un tractament antiarnes amb permetrina (piretroide sintètic) o amb sals de bòrax, les quals tenen propietats fungicides i anti-insectes. També es tracta per retardar l'acció del foc. És la base per a la fabricació de mantells aïllants pel sistema de no teixit punxonat o termofixat.

· Cotó (RMT-NITA®WOOL):

Els productes RMT-NITA® COTTON es fabriquen a partir de retalls tèxtils de confecció, desfibrats. La fibra que s'obté es denomina multifibra, per la diversitat de textures i colors dels retalls. D'aquesta multifibra s'obté un producte multicolor que té molt baixa conductivitat tèrmica i, tot i que fins fa poc temps pràcticament només s'usava a la indústria tèxtil, també s'utilitza en la construcció com a aïllament tèrmic de terres, parets i cobertes. Els productes RMT-NITA® COTTON es fabriquen en forma de mantells (0'036 w/m·k), plaques (0'034 w/m·k), a granel (0'042 w/m·k) i tenen diverses densitats, gruixos i capacitats aïllants, d'aquesta manera es podeu abrigar eficientment tot tipus d'edificis d'obra nova i rehabilitació.

La composició de la fibra és d'un 75% de cotó i un 25% d'altres fibres, amb una variació de +/- 5%, i s'obté de residus tèxtils pre i post consum. En el procés de fabricació seguit per RMT S.A. s'hi afegeixen additius, per aconseguir propietats fungicides i retardants al foc, però que no provoquen corrosió als metalls. En aquest procés no hi intervé cap tipus de lligant. Aquest material és la base per fabricar mantells i plaques amb el sistema de no teixit, o termofixat.

· Cànem (RMT-NITA®HEMP):

El cànem és un aïllament tèrmic produït a partir de les fibres llargues que s'extreuen de la part central de la planta de cànem tèxtil (cànnabis sativa), fins fa poc era considerat un subproducte de poc aprofitament, i es tractaven amb silicats. Igual que la llana d'ovella i el cotó, és un material natural i renovable.

El producte es serveix amb mantells de 5 i 10 cm (0'041 w/m·k).

· Fibres de fusta (THERMO):

Aquests panells estan compostats per un 92% de fibra de fusta, 4% emulsió i un 4% d'aigua. Fabricat mitjançant un procés humit, a partir de fibres de fusta procedents en 90% de restes de tala de boscos i el 10% de restes de la indústria.

Es comercialitzen en varis espessors de plaques. Ofereix una conductivitat tèrmica de (0'040 w/m·k).

· Cel·lulosa (ISOCELL):

És un aïllant tèrmic de fibres de cel·lulosa, fabricat mitjançant un òptim procés de reciclatge a partir de paper de diari. És a dir, el material base de ISOCELL és la fusta, les excel·lents qualitats ja es coneixen des de fa mil·lennis. El paper de diari seleccionat és desfibrat en bast, barrejat amb sals bòriques i mòlt. Les sals de bòrax, protegeixen de plagues d'insectes, fongs i el preserven de putrefacció fent resistent al foc.

L'aplicació de l'aïllant de cel·lulosa, projectat o insuflat es realitza mecànicament i va a càrrec d'empreses certificades. El consum és aproximadament de 50Kg/m<sup>3</sup>.

Conductivitat tèrmica de (0'039 w/m·k).

### Comparativa

Durant el recopilatori d'informació sobre aquests materials, es detecta la manca d'informació sobre propietats físiques, alguna tan important com la resistència a compressió. També s'observa que aquests productes no disposen de gran varietat d'espessors com es poden trobar en els aïllaments convencionals.

Per això s'han seleccionat els materials en diferents tipus de producte (manta, placa o projectat) i amb un mateix espessor (5 cm).

Diferenciant entre manta, placa o projectat, es pot fer una comparativa amb els aïllants convencionals que es comercialitzin d'aquesta forma per intuir on es poden aplicar dintre l'edifici i quin rendiment i preu de col·locació poden tenir.

Material	Producte (50 mm)	Conductivitat tèrmica (w/m·k)	Preu material (€/m <sup>2</sup> )	Material	Producte (50 mm)	Conductivitat tèrmica (w/m·k)	Preu material (€/m <sup>2</sup> )
Llana ovella	Manta	0,043	7,50	EPS	Placa	0,036	3,01
Llana ovella	Placa	0,035	10,29	XPS	Placa	0,034	10,8
Cotó	Manta	0,036	7,02	PUR	Injectat	0,028	4,91
Cotó	Placa	0,034	13,31	MW	Manta	0,035	4,55
Cànem	Manta	0,041	8,17				
Fibra fusta	Placa	0,040	14,46				
Cel·lulosa	Projectat	0,039	2,45				

A primera vista es pot observar que cap dels anomenats "ecològics" arriba a una conductivitat tan baixa com la del poliuretà. El material que ofereix una conductivitat més baixa és el cotó en plaques (0'034 w/m·k). Aquest valor és igual al del XPS, però el cotó en placa és més d'un 20% més car que l'XPS. Un altre que ofereix un valor similar és la placa de llana d'ovella, que seria un entremig entre l'XPS i l'EPS, però hi ha una diferència insignificant entre conductivitats i el preu de l'EPS és un 70% més econòmic.



En el cas de la cel·lulosa, la diferència de conductivitat amb el poliuretà és bastant notable, l'únic que els podria fer equivalents podria ser el preu. Per fer aquesta comprovació, s'utilitza la mateixa fórmula emprada en els comparatius anteriors, partint d'un poliuretà projectat de 50 mm, i seguint aquesta taula de preus per espessors de 50 mm i amb un material projectat per fer-ho més equiparable:

$$R = e_1/\lambda_1 = e_2/\lambda_2 \rightarrow e_2 = e_1 \times \lambda_2/\lambda_1$$

on: R = Resistència Tèrmica ( $m^2 \cdot k/w$ ); e = gruix material (mm) i  $\lambda$  = Conductivitat Tèrmica ( $w/m \cdot k$ )

$$e_{cel} = e_{PUR} \times \lambda_{cel}/\lambda_{PUR} \rightarrow e_{cel} = 50 \times 0'039/0'028 \rightarrow e_{cel} \approx 70 \text{ mm}$$

S'observa que per aconseguir el mateix aïllament tèrmic que 5 cm de poliuretà, es necessiten 7 cm de cel·lulosa projectada. Així doncs, el primer inconvenient de col·locar cel·lulosa és que els tancaments de l'edifici tindran major secció, reduint la superfície útil de l'edifici o ampliant la superfície construïda. Per tant, s'estudia la diferència de preu entre projectar 5 cm de poliuretà o 7 cm de cel·lulosa. Per aconseguir un preu el màxim aproximat possible s'ha demanat informació a l'empresa ECOmarc ([www.ecomarc.es](http://www.ecomarc.es)) que facilités un llistat de preus per  $m^2$  executat. En aquest preu no hi consta l'IVA ni les despeses auxiliars ni costos indirectes, per això, del preu d'execució del poliuretà projectat tret del generador de preus de CYPE, es descompten aquests:

Preu execució 5 cm de poliuretà projectat = 14'81 €/m<sup>2</sup>

Preu execució 7 cm de cel·lulosa projectada = 11'30 €/m<sup>2</sup>

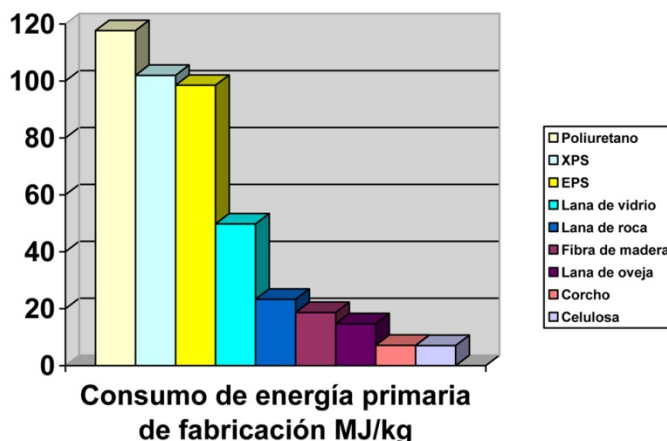
La diferència aproximada de preu és d'uns 3 €/m<sup>2</sup>, que traduït a l'estalvi d'execució sobre l'edifici projectat per fer aquest treball és aproximadament de 740€. Alhora de seleccionar un material, també s'han de tenir en compte altres factors a part del cost i del comportament tèrmic. Per exemple, com a desavantatges principals de la cel·lulosa, tarda bastant més a assecar-se que el poliuretà i el seu pes és més elevat degut a que té més densitat que el poliuretà. També hi ha molta diversitat d'opinions respecte si la cel·lulosa es deteriora amb el temps al ser matèria orgànica.

Com a avantatge principal, és un material reciclable i ecològic, no necessita de molta energia per la seva fabricació i que davant un incendi no emet tant de CO<sub>2</sub>.

Així es pot concloure que la cel·lulosa projectada és més viable que el poliuretà projectat, però corrent un gran risc, al no assegurar-se del tot que sigui un material que no es degrada amb el temps, desprotegit l'edifici.

Com a conclusió de l'estudi d'aquests aïllaments ecològics, es pot dir que referent a conductivitat tèrmica i preu, en cap cas milloren els aïllaments convencionals.

Més enllà d'aquests dos indicadors, el punt fort dels aïllaments ecològics és el baix consum d'energia que es necessita per fabricar-los. Això contribueix a preservar el medi ambient i evitar l'efecte hivernacle.



### **3.1.7 Comparatives entre aïllaments i altres materials**

A continuació es mostra una llista extreta del Catàleg d'elements constructius del CTE, per comparar la conductivitat tèrmica d'altres materials emprats en construcció que no són considerats com a aïllaments tèrmics. Aquests valors seran els que s'utilitzaran per definir les capes que formen els tancaments i cobertes de l'envoltant de l'edifici.

Els valors de conductivitat tèrmica del Catàleg d'elements constructius, varia respecte els que dona la biblioteca del LIDER per als mateixos materials. Això es pot atribuir, per exemple, que el Catàleg indica la conductivitat d'un maó, com a material simple, i el del LIDER al del maó col·locat a obra tenint en compte la part proporcional de morter per l'execució de la fàbrica.

De totes maneres, el quadre de materials del CTE servirà únicament per comparar més ràpidament la conductivitat dels diferents materials, però per realitzar els càlculs s'utilitzarà el programa "eCondensa 2.0" que utilitza la biblioteca de materials del LIDER.

Conductivitat tèrmica dels materials, segons Catàleg Elements Constructius CTE					
Material	$\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )	$\lambda$ (w/m·k)	Material	$\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> )	$\lambda$ (w/m·k)
Arena y grava	$1700 \leq \rho \leq 2200$	2,00	Bloque hormigón aligerado	790-1110	0,45
Tierra vegetal	$\rho \leq 2050$	0,52	Mortero de cemento o cal	$1800 < \rho \leq 2000$	1,30
Piedra artificial	$\rho \leq 1750$	1,30	Mortero de áridos ligeros	$\rho \leq 1000$	0,41
Tierra apisonada, adobe	$1770 \leq \rho \leq 2000$	1,10	Placa de yeso, escayola o PYL	$750 \leq \rho \leq 900$	0,25
Acero	7800	50,00	Enlucido de yeso	$\rho \leq 1000$	0,40
Acero Inoxidable	7900	17,00	Poliestireno Expandido (EPS)	-	0,039 - 0,029
Aluminio	2700	230,00	Poliestireno Extruído (XPS) CO2	-	0,039 - 0,033
Hierro	7870	72,00	Lana mineral (MW)	-	0,050 - 0,031
Zinc	7200	110,00	Proyección Poliuretano CO2	40 - 60	0,035 - 0,032
Madera Frondosa, pesada	$750 < \rho \leq 870$	0,23	Panel perlita expandida (EPB)	140 - 240	0,062
Madera Frondosa, ligera	$435 < \rho \leq 565$	0,15	Panel sándwich (PPU) CO2	45 - 55	0,025
Madera Conífera, pesada	$520 < \rho \leq 610$	0,18	Cloruro de polivinilo (PVC)	1390	0,17
Madera Conífera, ligera	$\rho \leq 435$	0,13	Polietileno alta densidad (HDPE)	980	0,50
Tablero contrach., SWP, LVL	$\rho \leq 900$	0,09 - 0,24	Butilo, colado en caliente	1200	0,24
Tablero de partícules	$180 < \rho \leq 820$	0,10 - 0,18	Asfalto	2100	0,70
Tableros de fibres, MDF	$\rho \leq 1000$	0,07 - 0,20	Betún fieltro o lámina	1100	0,23
Tablero virutas orientadas (OSB)	$\rho \leq 650$	0,13	Azulejo cerámico	2300	1,30
Placas de corcho	$\rho > 400$	0,07	Ladrillo hueco LH	770	0,32
Hormigón armado	$2300 < \rho \leq 2500$	2,30	Ladrillo hueco gran formato GF	650	0,29
Hormigón en masa	$2300 \leq \rho \leq 2600$	2,00	Ladrillo perforado LP	780	0,35
Hormigón con áridos ligeros	$1800 \leq \rho \leq 2000$	1,35	Ladrillo macizo LM	2300	0,85
Hormigón celular, autoclave	$300 \leq \rho \leq 1000$	0,09 - 0,29	Plaqueta o baldosa cerámica	2000	1,00
Bovedilla o casetón de hormigón	590-760	1,58	Plaqueta o baldosa de gres	2500	2,30
Bovedilla o casetón cerámico	500	0,67	Tablero cerámico	650	0,29
Bloque hormigón convencional	520-1230	1,18	Teja de arcilla cocida	2000	1,00

Aquests valors permeten jugar amb les conductivitats dels materials, utilitzant la anterior fórmula de la resistència tèrmica per trobar l'espessor equivalent. Així ens podem fer una idea de la importància dels aïllants, tèrmicament parlant.

$$R = e_1/\lambda_1 = e_2/\lambda_2 \Rightarrow e_2 = e_1 \times \lambda_2/\lambda_1$$

on: R = Resistència Tèrmica (m<sup>2</sup>·k/w); e = gruix material (mm) i  $\lambda$  = Conductivitat Tèrmica (w/m·k)

Per exemple, si es volgués prescindir de l'aïllament en una paret i fer-la únicament amb maó perforat ceràmic o amb pedra calcària, com en les construccions antigues:

$$e_{\text{maó}} = e_{\text{EPS}} \times \lambda_{\text{maó}}/\lambda_{\text{EPS}} \Rightarrow e_{\text{maó}} = 40 \times 0'35/0'036 \Rightarrow e_{\text{maó}} \approx 400 \text{ mm}$$

$$e_{\text{pedra}} = e_{\text{EPS}} \times \lambda_{\text{pedra}}/\lambda_{\text{EPS}} \Rightarrow e_{\text{pedra}} = 40 \times 1'40/0'036 \Rightarrow e_{\text{maó}} \approx 1500 \text{ mm}$$

En estalviar de col·locar l'aïllament, s'hauria de construir una paret ceràmica de 40 cm o de 150 cm si fos de pedra, opció molt poc aconsellable, tant pràctica com econòmicament.

En l'apartat 3.1.5 d'aquest treball, s'ha fet un anàlisi de quin era l'aïllament més viable, però també és important saber el comportament de la resta de materials que conformen el sistema constructiu. Per això, farem una prova per conèixer quin material utilitzem per executar la fulla exterior o principal d'una façana. En aquest cas però, no es buscaran equivalències de gruixos entre els materials, sinó que es partirà d'un mateix gruix, o semblant, per tots els materials i es comprovarà quin funciona millor i sigui la millor opció, dintre del sistema constructiu. O sigui, que els productes escollits per executar la fulla exterior tenen un gruix similar, per no ampliar el gruix total del tancament i no desequilibrar la comparativa.

Per realitzar aquesta comprovació, s'introdueixen aquests materials com a fulla principal d'una façana de doble fulla convencional, per fer-ho s'utilitza el programa informàtic "eCondensa 2.0", ja que amb aquest calcula la transmitància total del tancament.

Els productes a estudiar són: (veure fitxes de característiques a l'Annex 1)

- Maó ceràmic foradat (29x14x10 cm)
- Bloc de termoargila (30x19x14 cm)
- Bloc de formigó (40x20x15 cm)
- Adobe (31x10x15 cm)
- Bloc de formigó alleugerit (27x13x9 cm).

Al considerar que la paret no és estructural, permet utilitzar aquests productes i en el cas del bloc de formigó, es considera que no són reomplerts amb formigó però sí armats.

El primer que sobte al veure les conductivitats dels materials segons LIDER, és que el bloc de termoargila no és tan diferent al maó, en quant a conductivitat. Fet que estranya bastant, ja que el concepte que es té de la termoargila és que és un material amb menys conductivitat que la ceràmica convencional. Per això, s'ha buscat un producte comercial i en la seva fitxa tècnica (validada per AENOR) ofereix una conductivitat de 0'28 w/m·k, i biblioteca CTE-LIDER diu que són 0'443 w/m·k.

Una diferència prou important, encara que el LIDER pugui tenir en compte la part proporcional de morter per realitzar la fàbrica. El producte de termoargila de 24 cm d'ample sí que té millor comportament tèrmic que el maó, però és més per l'augment d'espessor. De totes maneres, ja que el que interessa és complir amb els requeriments del CTE i per verificar-ho s'ha d'utilitzar el programa LIDER, utilitzarem els valors de la biblioteca CTE-LIDER.

El mateix passa amb la conductivitat de l'adobe, on la diferència de conductivitat i resistència tèrmica entre la fitxa del producte i la biblioteca del LIDER és bastant diferent.

A continuació es mostren els resultats extrets del programa "eCondensa 2.0" per justificar els valors:

eCondensa 2 | Cálculo de Condensaciones conforme al CTE

Selección de elementos constructivos

Biblioteca CTE - LIDER:

- Pétreos y suelos
- Metales
- Maderas
- Hormigones
- Morteros
- Yesos
- Enlucidos
  - Enlucido de yeso 1000 < d < 1300
  - Enlucido de yeso d < 1000
  - Enlucido de yeso aislante 600 < d < 900
  - Enlucido de yeso aislante 500 < d < 600
- Plásticos
- Cerámicos
- Cauchos
- Sellantes
- Bituminosos
- Textiles
- Vidrios
- Aislantes
- Fábricas de ladrillo
- Fábricas de bloque cerámico de arcilla aligerada
- Fábricas de bloque de hormigón convencional
- Fábricas de bloque de hormigón aligerado

Capas desde el exterior al interior:

Nombre	e	lambda	mu	R	U
Mortero de cemento o cal para albañilería y par...	2	1,3	10	0,015385	65
Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	14	0,427	10	0,327869	3,050
PUR Proyección con Hidrofluorcarbono HFC [...]	5	0,028	60	1,785714	0,560
Cámara de aire sin ventilar horizontal 2 cm	2	0,125	1	0,16	6,25
Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm < E...	7	0,212	10	0,330189	3,028571
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	1,5	0,57	6	0,026316	38,0
<b>TOTALES</b>	<b>31,5</b>	<b>0</b>		<b>2,815</b>	<b>0,355</b>

Transmitir

eCondensa 2 | Cálculo de Condensaciones conforme al CTE

Selección de elementos constructivos

Biblioteca CTE - LIDER:

- Maderas
- Hormigones
- Morteros
- Yesos
- Enlucidos
- Plásticos
- Cerámicos
- Cauchos
- Sellantes
- Bituminosos

Capas desde el exterior al interior:

Nombre	e	lambda	mu	R	U
Mortero de cemento o cal para albañilería y par...	2	1,3	10	0,015385	65
BC con mortero convencional espesor 140 mm	14	0,443	10	0,316027	3,164286
PUR Proyección con Hidrofluorcarbono HFC [...]	5	0,028	60	1,785714	0,560
Cámara de aire sin ventilar horizontal 2 cm	2	0,125	1	0,16	6,25
Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm < E...	7	0,212	10	0,330189	3,028571
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	1,5	0,57	6	0,026316	38,0
<b>TOTALES</b>	<b>31,5</b>	<b>0</b>		<b>2,804</b>	<b>0,357</b>

eCondensa 2 | Cálculo de Condensaciones conforme al CTE

Selección de elementos constructivos

Biblioteca CTE - LIDER:

- Pétreos y suelos
- Metales
- Maderas
- Hormigones
- Morteros
- Yesos
- Enlucidos
- Plásticos
- Cerámicos
- Cauchos

Capas desde el exterior al interior:

Nombre	e	lambda	mu	R	U
Mortero de cemento o cal para albañilería y par...	2	1,3	10	0,015385	65
BH convencional espesor 150 mm	15	0,789	10	0,190114	5,26
PUR Proyección con Hidrofluorcarbono HFC [...]	5	0,028	60	1,785714	0,560
Cámara de aire sin ventilar horizontal 2 cm	2	0,125	1	0,16	6,25
Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm < E...	7	0,212	10	0,330189	3,028571
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	1,5	0,57	6	0,026316	38,0
<b>TOTALES</b>	<b>32,5</b>	<b>0</b>		<b>2,678</b>	<b>0,373</b>

eCondensa 2 | Cálculo de Condensaciones conforme al CTE

Selección de elementos constructivos

Biblioteca CTE - LIDER:

- Sellantes
- Bituminosos
- Textiles
- Vidrios
- Aislantes
- Fábricas de ladrillo
- Fábricas de bloque cerámico de arcilla aligerada
- Fábricas de bloque de hormigón convencional
- Fábricas de bloque de hormigón aligerado
- BH aligerado macizo espesor 200 mm

Capas desde el exterior al interior:

Nombre	e	lambda	mu	R	U
Mortero de cemento o cal para albañilería y par...	2	1,3	10	0,015385	65,0
BH aligerado macizo espesor 200 mm	13	0,287	6	0,452962	2,207692
PUR Proyección con Hidrofluorcarbono HFC [..	5	0,028	60	1,785714	0,560
Cámara de aire sin ventilar horizontal 2 cm	2	0,125	1	0,16	6,250
Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm < E..	7	0,212	10	0,330189	3,028571
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	1,5	0,57	6	0,026316	38,0
<b>TOTALES</b>	<b>30,5</b>	<b>0</b>		<b>2,941</b>	<b>0,340</b>

eCondensa 2 | Cálculo de Condensaciones conforme al CTE

Selección de elementos constructivos

Biblioteca CTE - LIDER:

- Pétreos y suelos
- Metales
- Maderas
- Hormigones
- Morteros
- Yesos
- Enlucidos
  - Enlucido de yeso 1000 < d < 1300
  - Enlucido de yeso d < 1000
  - Enlucido de yeso aislante 600 < d < 900

Capas desde el exterior al interior:

Nombre	e	lambda	mu	R	U
Mortero de cemento o cal para albañilería y par...	2	1,3	10	0,015385	65
Tierra apisonada adobe bloques de tierra comp..	10	1,1	1	0,1	10,0
PUR Proyección con Hidrofluorcarbono HFC [..	5	0,028	60	1,785714	0,560
Cámara de aire sin ventilar horizontal 2 cm	2	0,125	1	0,16	6,25
Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm < E..	7	0,212	10	0,330189	3,028571
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	1,5	0,57	6	0,026316	38,0
<b>TOTALES</b>	<b>27,5</b>	<b>0</b>		<b>2,588</b>	<b>0,386</b>

Material	Conductiv. (w/m·k)	Preu total (€/m2)	Rendiment (h/m2)	Temps d'execució (h)	Transmit. (w/m2·k)
Maó foradat	0,427	42,25	0,458	96,45	0,355
Bloc formigó	0,789	29,32	0,259	54,55	0,373
Termoargila	0,443	40,20	0,292	61,50	0,357
Adobe	1,100	-	-	-	0,386
Form. Alleug..	0,287	41,00	0,405	85,29	0,340

Un cop feta aquesta taula, es pot observar que la transmitància dels tancaments amb maó i termoargila són pràcticament iguals i tenen un preu d'execució també molt semblant. En el que es diferencien és en el rendiment, ja que és més ràpida l'execució de la fàbrica amb termoargila.

El bloc de formigó alleugerit ofereix una conductivitat bastant més baixa que els altres materials per un preu d'execució semblant. Però en el global del tancament ofereix una transmitància aproximada als altres materials, això sumat a que el rendiment d'execució és bastant més elevat que el de la termoargila, fa que la termoargila sigui més viable.

L'adobe té una conductivitat bastant més alta que la resta dels materials, segons LIDER. Però acaba oferint una transmitància global del tancament una mica per sobre de la resta. Els preus per aquest tipus de construcció no estan gaire comptabilitzats, ja que en teoria els adobes els fabriques a peu d'obra amb material extret del propi terreny. Els rendiments d'execució tampoc

estan gaire establerts, però per les dimensions de les peces, una mica més petites que un maó, es pot deduir que el rendiment és més alt que executar una fàbrica de ceràmica. De totes maneres, per realitzar  $1\text{m}^2$  de paret amb maó, el cost només de les peces és d'uns  $7'50 \text{ €/m}^2$  i amb adobe és d'uns  $12 \text{ €/m}^2$ . Així doncs, la construcció amb adobe no seria viable tèrmica i econòmicament parlant.

El bloc de formigó té una conductivitat més elevada, però en el global del tancament ofereix una transmitància només una mica per sobre que la resta. Amb un rendiment semblant al de la termoargila i un preu d'execució bastant per sota del maó i la termoargila, es podria plantejar si el bloc de formigó és la millor opció, i s'estudia si amb 1 cm més d'aïllament tèrmic pot igualar la transmitància tèrmica dels altres tancaments i continuar seguint sent compatible en preu:

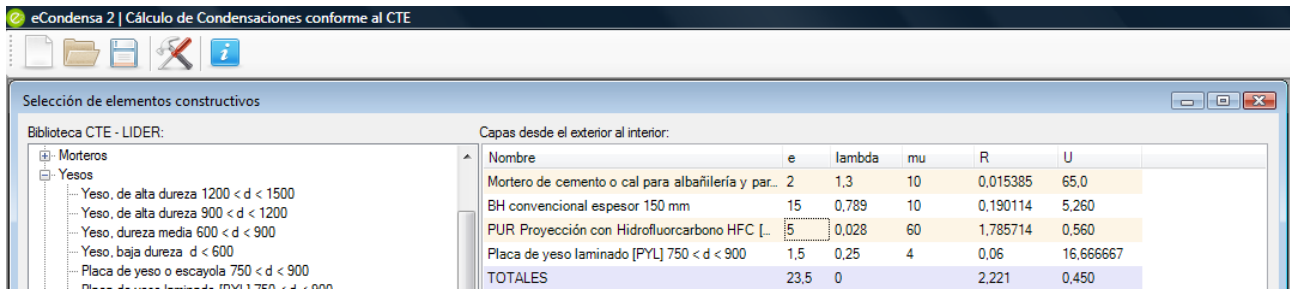
- Amb 6 cm d'aïllament obtenim una transmitància tèrmica del tancament de  $0'33 \text{ w/m}^2\cdot\text{k}$ .
- Preu 5 cm =  $15'56 \text{ €/m}^2$ , preu de 6 cm =  $17'91 \text{ €/m}^2$ , diferència preu =  $2'35 \text{ €/m}^2$ .
- Preu fàbrica bloc formigó + 1 cm extra PUR =  $29'32 + 2'35 = 31'67 \text{ €/m}^2$ .

S'arriba a la conclusió que la fàbrica de bloc de formigó amb 1 cm més d'aïllament resulta més econòmica, s'executa amb menys temps i amb una transmitància total del tancament inferior a la resta.

Si aquesta fàbrica de bloc hagués de ser estructural, i per tant, més armadura i amb reomplert de buits amb formigó, el preu canviaria, acostant-se com a mínim, al preu d'execució dels altres materials. Això suposaria fer un càlcul més aproximat de l'armat i comprovar de nou si continuaria sent viable.

A part de la fulla principal, també es pot estudiar quina és la millor opció per la fulla interior, comparant entre un envà ceràmic i un sistema de plaques de guix. Comparar aquest dos sistemes partint d'una equivalència no es pot fer, ja que els dos tenen espessors molt diferents, un té càmera d'aire, un necessita només una pintura com a revestiment i l'altre necessita un enguixat i després la pintura, etc. Tot i això es farà la comprovació dels dos sistemes amb tot el que implica cada un d'ells, dintre de tot el tancament, com en la comparativa de la fulla principal.

Es parteix del tancament realitzat anteriorment amb bloc de formigó, ja que era el sistema més viable i ja s'havia inclòs la fulla interior amb envà ceràmic:



S'ha tingut en compte que per realitzar l'envà ceràmic de 7 cm, el preu i el rendiment de l'execució del projectat de guix. La placa de guix ha estat comptada com un sistema estàndard, amb una placa de 15 mm i muntants de 48 mm, i no s'ha considerat càmera d'aire.

Sistema	Conductiv. (w/m·k)	Preu total (€/m <sup>2</sup> )	Rendiment (h/m <sup>2</sup> )	Temps d'execució (h)	Transmit. (w/m <sup>2</sup> ·k)
Envà ceràmic	0,212	43,05	0,535	112,67	0,373
Plaques guix	0,250	28,02	0,433	91,19	0,450

S'observa que la transmitància que dona el tancament amb un envà ceràmic és millor que amb plaques de guix laminat. Tot i que, fer-ho amb plaques de guix resulta bastant més econòmic i s'executa amb menys temps.

Igual que s'ha comprovat anteriorment amb el bloc de formigó, es comprova si afegint 2 cm més d'aïllament amb el sistema de plaques de guix s'aconsegueix la mateixa transmitància que amb un envà ceràmic, i continua sent més econòmic:

- Amb 7 cm d'aïllament obtenim una transmitància tèrmica del tancament de 0'341 w/m<sup>2</sup>·k.
- Preu 5 cm = 15'56 €/m<sup>2</sup>, preu de 7 cm = 20'25 €/m<sup>2</sup>, diferència preu = 4'69 €/m<sup>2</sup>.
- Preu sistema plaques, amb muntant de 70 mm + 2 cm extra PUR = 28'83 + 4'69 = 33'52 €/m<sup>2</sup>.
- Rendiment col·locació plaques + 2 cm extra d'aïllament = 0'504 h/m<sup>2</sup>.

Per tant, s'arriba a la conclusió que utilitzar plaques de guix laminat com a fulla interior és més viable tèrmica i econòmicament parlant, tot i augmentar 2 cm l'aïllament per poder obtenir una transmitància igual que si es fes amb envà ceràmic. També es redueix la secció total del tancament.



### 3.2 TIPUS DE SISTEMES CONSTRUCTIUS

Els aïllaments tèrmics estudiats en l'apartat anterior, formen part de la majoria de sistemes constructius. Aquests sistemes constructius estan formats per vàries capes de diferents materials, on l'aïllament és la capa més important.

L'envolvent de l'edifici està format per tancaments verticals i horitzontals, és a dir, per façanes, cobertes i terres. Per a cada tancament hi han diversos sistemes constructius, més o menys adients segons el tipus de construcció.

L'objectiu del CTE DB HE-1 és limitar la demanda energètica de l'edifici, i per fer-ho possible s'ha de dissenyar una envolvent tèrmica de l'edifici capaç de reduir aquesta demanda, evitant les pèrdues o guanys de calor a través dels tancaments. Per això, una bona elecció i disseny de cada sistema constructiu permetrà assolir aquests requeriments.

En aquest apartat del treball s'estudiaran els sistemes constructius més comuns que s'utilitzen en habitatges unifamiliars en façanes i cobertes. I aquests mateixos sistemes seran els utilitzats per realitzar els càlculs per el compliment del CTE HE, objecte d'aquest treball.

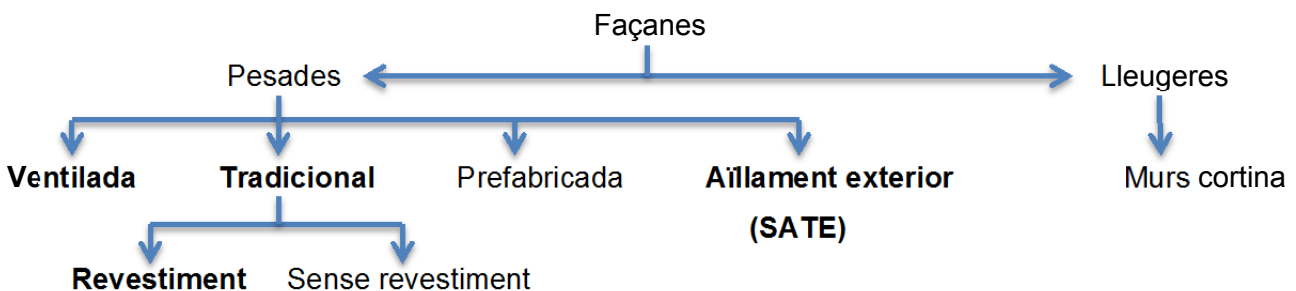
Durant el disseny de l'habitatge i a requeriment del CTE, també s'hauran de tenir en compte els sistemes d'obertures i terres. Aquests altres sistemes s'explicaran de forma més resumida a mesura que evoluciona el treball i quan sigui necessari fer-hi una intervenció.

#### 3.2.1 Façanes:

És la paret que conforma el tancament vertical de l'edifici. La seva funció principal és protegir l'interior de l'edifici dels fenòmens climatològics (aigua, vent, neu, calor i fred), però també serveix per donar privacitat a l'interior i per aconseguir una bona estètica de l'edifici.

Les façanes han de complir amb els requeriments de diverses normatives: CTE HS, CTE HE, CTE SI, normes urbanístiques autonòmiques i locals, etc.

Les façanes es classifiquen en dos grans grups, les pesades i les lleugeres:

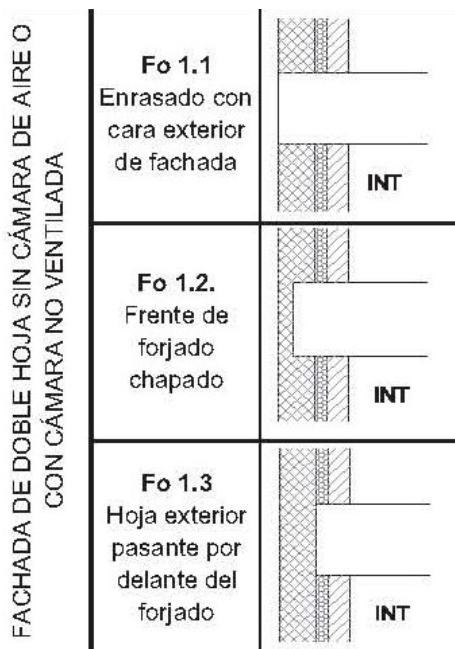


Els sistemes constructius en "negreta" són els que utilitzarem per realitzar aquest treball.

### a) Façana tradicional amb revestiment exterior

Aquest sistema està format per dos parets o envans, càmera d'aire amb aïllament tèrmic i un revestiment per l'exterior. Aquest tipus de façana té moltes variants, ja que els materials que formen cada capa poden ser diferents. Per exemple, les parets poden ser ceràmiques, de formigó, blocs de formigó, blocs argila alleugerida, plaques cartró-guix, etc.; el revestiment exterior pot ser un remolinat, morter monocapa, aplacats, etc. El mateix passa amb els aïllaments, poden utilitzar-se la gran majoria d'aïllaments existents, ja que per les seves característiques tots són aptes per ser col·locats en aquest sistema.

La col·locació de l'aïllament dintre d'aquest sistema en la càmera d'aire pot anar a la cara calenta o a la freda (interior o exterior, respectivament). Sempre es recomana la col·locació sobre l'envà interior, tot i que a vegades per el sistema constructiu no és possible fer-ho així o és molt difícil. En el cas d'obra vista, on normalment s'utilitza poliuretà projectat, aquest va projectat sobre la cara interior de la fulla exterior, ja que no es podria projectar per la cara calenta.



Aquest sistema pot anar de forjat a forjat o fent passar la fulla exterior per davant del cantell del forjat. Aquesta última opció només serà possible si la paret exterior no és estructural, i tenint l'opció de passar l'aïllament també per davant del forjat per solucionar eficaçment el pont tèrmic que genera la primera opció.

El *Catálogo de elementos constructivos* del CTE, en el seu apartat de ponts tèrmics, reflecteix aquestes 3 variants del sistema de façana de doble full.

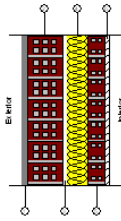
Tot i que no hi consta una quarta variant, que seria la que passa l'aïllament per davant del cantell del forjat, com s'ha comentat anteriorment.

Sistema escollit: Per realitzar aquest treball s'escull formar aquest sistema amb els materials més utilitzats, per poder fer millor la comparativa dels gruixos requerits per el nou CTE, tot i que no siguin la millor opció tal i com s'ha demostrat anteriorment:

### Façana tradicional

Superfície total 118.49 m<sup>2</sup>

Doble fulla ceràmica amb aïllament XPS; REVESTIMENT BASE INTERIOR: Guarnit de guix de construcció B1 mestrejat, i acabat d'arrebossat de guix d'aplicació en capa fina C6; ACABAT INTERIOR: Pintura plàstica amb textura llisa, color a escollir, acabat mat, mà de fons i dues mans d'acabat.



#### Llistat de capes:

1 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 2000	2 cm
2 - Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	14 cm
3 - Cambra d'aire sense ventilar	2 cm
4 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.034 W/[mK]]	8 cm
5 - Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm < E < 90 mm	7 cm
6 - Arrebossat i guarnit de guix	1.5 cm
7 - Pintura plàstica	---
Gruix total:	34.5 cm

Limitació de la demanda energètica

$$U_m: 0.25 \text{ kcal}/(\text{h}\cdot\text{m}^2\text{°C})$$

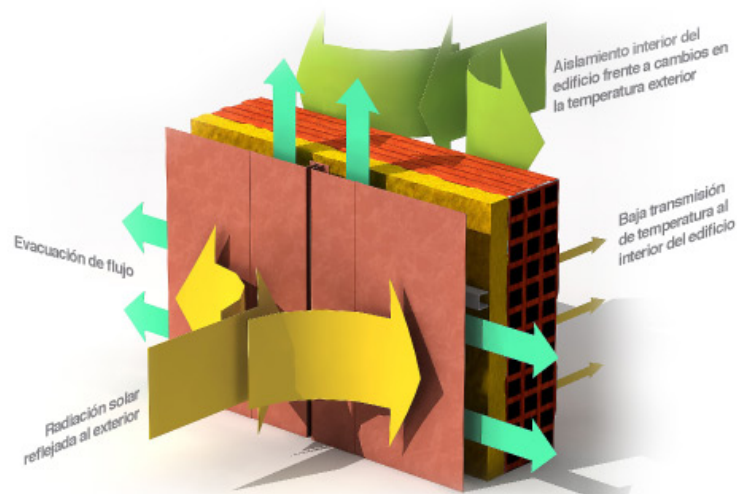
### b) Façana ventilada

Les façanes ventilades generalment estan formades per una fulla exterior (visible) composta per aplacats de pedra natural o artificials, plaques ceràmiques, metàl·liques, de plàstic, etc. Aquests aplacats estan subjectes per una subestructura metàl·lica de forma mecànica, la qual està fixada a la fulla interior o als cantells dels forjats. Aquesta subestructura permet crear una càmera d'aire ventilada entre la fulla exterior i la interior.

L'aïllament tèrmic, en aquest sistema, està col·locat per la cara exterior de la fulla interior, el qual ha de ser resistent a la presència d'aigua i humitat, tot i que no es produeixen condensacions.

La càmera d'aire ventilada és l'element clau en aquest sistema. Gràcies a la circulació continua d'aire entre la fulla exterior i l'aïllament, aquest es troba sempre en condicions totalment òptimes.

Aquesta càmera funciona per convecció (efecte xemeneia), ja que el sol incideix directament sobre la fulla exterior escalfant l'aire de la càmera i reduint la seva densitat, aquest aire calent puja per convecció deixant entrar l'aire fred. Durant l'hivern l'aire a la cambra s'escalfa, però no prou com per crear el mateix efecte i així es conserva millor la calor. Això suposa l'eliminació de la humitat dels murs i fluorescències, la reducció de la transmissió de calor cap a l'interior a les estacions més càlides i les pèrdues de calor a les estacions hivernals.



Per permetre la circulació d'aire dintre la càmera, ha d'haver-hi obertures a l'arrencada i coronament de la façana, però de tal manera que no permeti l'entrada d'aigua ni animals i conservi una bona estètica. Entre les peces de l'aplatat també hi han unes separacions mínimes.

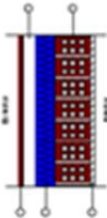
Aquest tipus de façanes té l'avantatge que pràcticament no existeixen ponts tèrmics i l'estructura de l'edifici queda aïllada de les variacions de temperatura exterior, ja que l'aïllament tèrmic passa continu per davant de tots els punts crítics on es podrien generar pont tèrmics.

Les façanes ventilades ofereixen molts més avantatges: l'acústica, durabilitat materials, protecció, resistència als impactes, temes estètics, etc.; però en aquest treball només interessa la part tèrmica.

Sistema escollit: Per realitzar aquest treball s'escull utilitzar els sistema XB de FAVEMANC, ja que és una solució ja definida dintre del programa CYPE i que permet tenir unes dades més concretes del sistema que no pas si s'hagués d'introduir manualment. Aquest sistema està compost per:

**Fachada ventilada con placas cerámicas** Superficie total 118.81 m<sup>2</sup>

Fachada ventilada con placas cerámicas, con cámara de aire de 5 cm de espesor, compuesta de: REVESTIMIENTO EXTERIOR: hoja de 1,5 cm de espesor, formada por placa cerámica extruida alveolar de gran formato, XB "FAVEMANC", color Tabaco, gama de colores lisos, con subestructura soporte compuesta de perfiles verticales de aluminio extruido de aleación 6063 y tratamiento térmico T-5 tipo T, de 2,5 mm de espesor medio, grapas de acero inoxidable para soporte de las piezas, ménsulas de aluminio para sustentación y ménsulas de aluminio para retención de los perfiles verticales sujetas mediante anclajes y tornillería de acero inoxidable A2 según DIN 7504-K, de cabeza hexagonal o plana; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento formado por panel rígido de poliestireno extruido Polyfoam C3 TG 1250 "KNAUF INSULATION", de 60 mm de espesor; HOJA PRINCIPAL: hoja de 14 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco (H-16), para revestir, recibida con mortero de cemento M-5; REVESTIMIENTO BASE INTERIOR: Guarnit de guix de construcció B1 mestrejat, i acabat d'arrebossat de guix d'aplicació en capa fina C6; ACABAT INTERIOR: Pintura plàstica amb textura llisa, color a escollir, acabat mat, mà de fons i dues mans d'acabat.



Limitació de la demanda energètica

Llistat de capes:		
1	- Revestimiento de placa de cerámica extruida sistema XB "FAVEMANC"	1.5 cm
2	- Cámara d'aire molt ventilada	5 cm
3	- Poliestireno extruido Polyfoam C3 TG 1250 "KNAUF INSULATION"	8 cm
4	- Fábrica de ladrillo cerámico hueco	14 cm
5	- Arrebossat i guarnit de guix	1.5 cm
6	- Pintura plàstica	---
Guix total:		30 cm

$U_m: 0.30 \text{ kcal}/(\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C})$

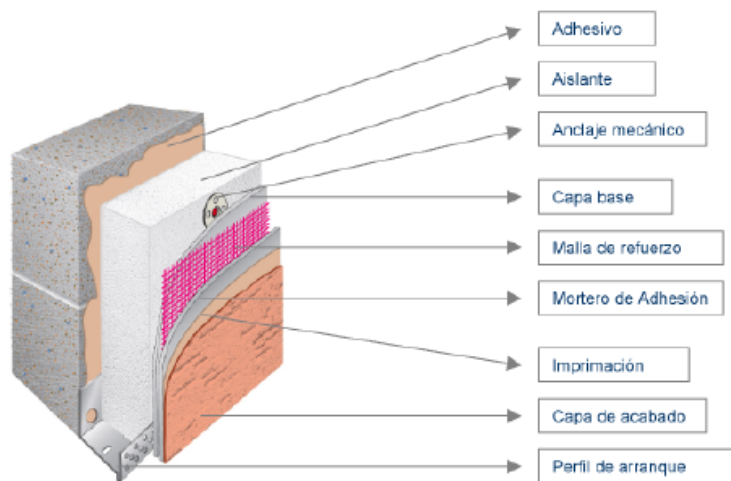
L'empresa del sistema de façana ventilada només ofereix el revestiment exterior i la subestructura metàl·lica (veure Annex 1).

S'escull el mateix tipus d'aïllament tèrmic, de fulla principal de maó i de revestiment interior de guix que els sistema de façana tradicional. D'aquesta manera s'aconsegueix el màxim tipus de capes idèntiques entre sistemes per poder fer un millor anàlisi i una comparació més acurada entre ells.

### c) Sistema Aïllament Tèrmic Exterior (SATE-ETICS)

S'entén com a sistema SATE un sistema compost d'aïllament per l'exterior que es subministra com a conjunt. Aquests sistemes han de tenir com a mínim un valor de resistència tèrmica igual o superior a  $1 \text{ m}^2 \cdot \text{k}/\text{w}$ , com s'indica a la guia ETAG 004 i en les normes UNE-EN 13499 i 13500.

Els sistemes SATE es poden classificar en funció del tipus de fixació, material aïllant utilitzat, per aplicació i per tipus d'acabat.



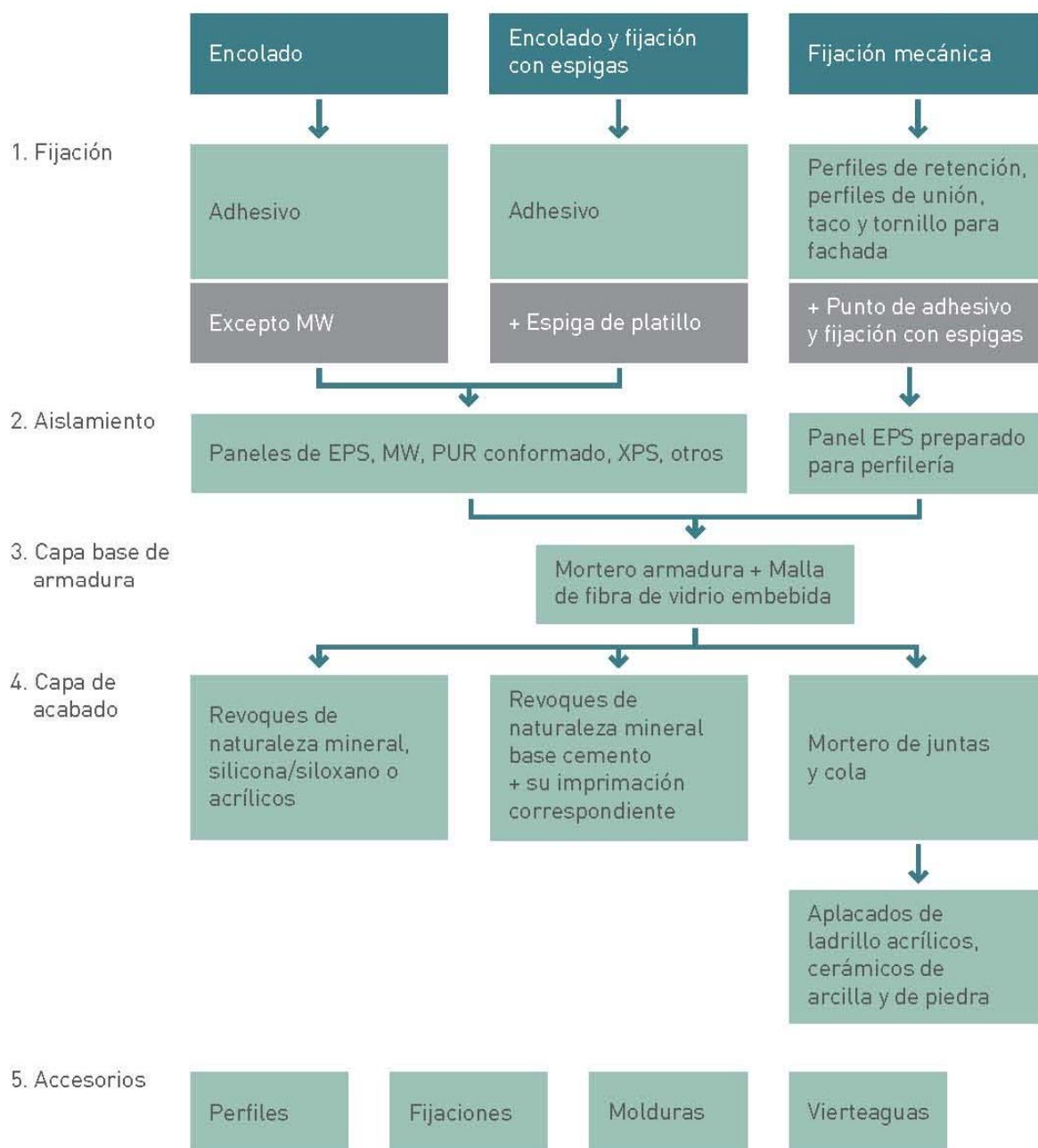
És especialment important respectar la concepció del SATE com un sistema integral de façanes. Això suposa que cada component forma part del conjunt, assegurant la compatibilitat del sistema i el millor resultat. Tots els components d'un SATE han d'estar concebuts i assajats de forma conjunta per l'ús que es donarà al sistema. Això s'ha de respectar des de la prescripció fins al servei postvenda, passant pel subministrament i aplicació.

El sistema d'aïllament per l'exterior redueix el risc de condensacions. A més els sistemes SATE són impermeables a l'aigua i permeables al vapor d'aigua.

Manté l'embolcall exterior i l'estructura de l'edifici en condicions termohigromètriques estables, contribuint de manera decisiva al manteniment dels materials de construcció al llarg del temps i impedit la degradació causada per les oscil·lacions de temperatura: esquerdes, fissures, infiltracions d'aigua, fenòmens de disgregació, taques, floridures i la impregnació de la massa mural.

Al ser aïllament per l'exterior, igual que en les façanes ventilades, es pot evitar els problemes de ponts tèrmics i convertir el mur de tancament en un acumulador de calor, millorant substancialment la inèrcia tèrmica de l'edifici.

Els sistemes SATE, a part dels avantatges tèrmics, ofereixen molts més avantatges: l'acústica, estabilitat dimensional, major seguretat en cas d'incendi, alta permeabilitat al pas del vapor d'aigua, durabilitat materials, protecció, resistència als impactes, ampli tipus d'acabats, etc.; però en aquest treball només es centra en la part tèrmica.



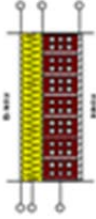
Font: "Guía SATE para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios"

**Sistema escollit:** Per realitzar aquest treball es parteix del sistema TRADITERM del Grupo PUMA, ja que és una solució ja definida dintre del programa CYPE i que permet tenir unes dades més concretes sobre el sistema que no pas si s'hagués d'introduir manualment. Però per intentar

equilibrar els sistemes, es substitueix el material aïllant EPS d'aquest sistema per planxes d'XPS de la casa URSA, que són específiques per sistemes SATE (veure Annex 1):

**Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS'** Superficie total 118.82 m<sup>2</sup>

Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', compuesta de: REVESTIMIENTO EXTERIOR: aislamiento térmico con el sistema Traditem "GRUPO PUMA", formado por: mortero hidráulico Traditem "GRUPO PUMA", dispuesto en tres capas: una primera capa de adhesión a el soporte, una segunda capa de protección contra la intemperie del aislamiento y una tercera capa de adhesión de la mailla; un panel rígido de poliestireno expandido, de 80 mm de espesor, resistencia térmica 2,22 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), densidad 20 kg/m<sup>3</sup> (situado entre las dos capas de mortero hidráulico, como aislante térmico); mailla de fibra de vidrio, de 3,7x4,3 mm de luz, antiálcals, de 160 g/m<sup>2</sup> y 0,49 mm de espesor, para refuerzo del mortero (en la capa de protección); Fondo Morcemcrl "GRUPO PUMA" y mortero acrílico Morcemcrl "GRUPO PUMA", acabado grueso; HOJA PRINCIPAL: hoja de 14 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco (tochana), para revestir, recibida con mortero de cemento M-5;; REVESTIMENT BASE INTERIOR: Guarnit de guix de construcció B1 mestrejat, i acabat d'arrebossat de guix d'aplicació en capa fina C6; ACABAT INTERIOR: Pintura plàstica amb textura llisa, color a escollir, acabat mat, mà de fons i dues mans d'acabat.



Limitació de la demanda energètica U<sub>m</sub>: 0.30 kcal/(h·m<sup>2</sup>·°C)

Llistat de capes:	
1 - Mortero decorativo Morcemcrl "GRUPO PUMA"	0.3 cm
2 - Mortero base Traditem "GRUPO PUMA"	0.5 cm
3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.034 W/(mK)]	8 cm
4 - Mortero base Traditem "GRUPO PUMA"	0.5 cm
5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	14 cm
6 - Arrebossat i guarnit de guix	1.5 cm
7 - Pintura plàstica	---
<b>Gruix total:</b>	<b>24.8 cm</b>

### 3.2.2 Cobertes:

És l'element que conforma el tancament horitzontal de la part superior de l'edifici. La seva funció principal és protegir l'edifici dels agents climàtics (aigua, vent, neu, calor i fred), però també serveix per donar aïllament tèrmic i acústic, privacitat a l'interior i per aconseguir una bona estètica de l'edifici, etc. Igual que els tancaments verticals.

Les cobertes, com les façanes, han de complir amb els requeriments de diverses normatives: CTE HS, CTE HE, CTE SI, normes urbanístiques autonòmiques i locals, etc.

Les cobertes es classifiquen en dos grans grups: les inclinades i les planes. Cada grup té moltes variants depenent dels materials d'acabat, transitables o no, posició de l'aïllament, ventilades o no ventilades, etc.

Per a aquest estudi s'agafaran diferents sistemes de cobertes, però en tots els sistemes s'utilitzarà XPS com aïllament i el màxim de capes similars, per fer els sistemes més comparables:

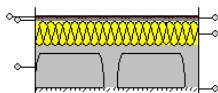
- Cobertes inclinades
  - Coberta de teula àrab amb forjat inclinat
  - Coberta de teula àrab amb forjat horitzontal
- Cobertes planes
  - Coberta plana transitable
  - Coberta plana ventilada transitable
  - Coberta plana enjardinada extensiva (ecològica)

### a) Coberta inclinada de teula àrab amb forjat inclinat

Aquest sistema, es podria dir, que és el sistema tradicional de construir cobertes, si es substitueix el forjat de formigó per cairats de fusta. L'estructura de la coberta, com a element de suport de les capes de coberta, fa la funció de formació de pendent. Sobre el suport es col·loquen les capes d'impermeabilització i aïllament tèrmic. Com a acabat s'utilitzarà teula àrab.

#### Sistema escollit:

**Arrebossat i guarnit de guix mestrejat - Solera ceràmica i teula àrab (Forjat inclinat reticular)** Superfície total 86.28 m<sup>2</sup>



Llistat de capes:

1 - Teja de arcilla cocida	1 cm
2 - Betún fieltro o lámina	0.1 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 2000	2 cm
4 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.034 W/[mK]]	14 cm
5 - Forjat reticular 20+5 cm (Cassetó ceràmic)	25 cm
6 - Arrebossat i guarnit de guix	1.5 cm
7 - Pintura plàstica sobre paraments interiors de guix o escaiola	---
<b>Guix total:</b>	<b>43.6 cm</b>

Limitació de la demanda energètica

U<sub>c</sub> refrigeració: 0.19 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)

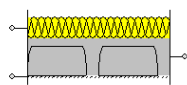
U<sub>c</sub> calefacció: 0.19 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)

### b) Coberta inclinada de teula àrab amb forjat horitzontal

L'estructura de la coberta, en aquest cas, és horitzontal. Per crear les pendents de la coberta es formen uns "envanets conillers" que serviran de suport per la solera, i a sobre la impermeabilització i l'acabat amb teula àrab. En aquest sistema de coberta, l'aïllament tèrmic es col·loca sobre el forjat horitzontal, deixant un espai sota-coberta no habitable i lleugerament ventilat.

Sistema escollit: Al haver-hi l'espai sota coberta, el programa té en compte per separat el forjat horitzontal i la solera inclinada.

**Arrebossat i guarnit de guix mestrejat - Forjat reticular + XPS - XPS** Superfície total 82.66 m<sup>2</sup>



Llistat de capes:

1 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.034 W/[mK]]	14 cm
2 - Forjat reticular 20+5 cm (Cassetó ceràmic)	25 cm
3 - Arrebossat i guarnit de guix	1.5 cm
4 - Pintura plàstica sobre paraments interiors de guix o escaiola	---
<b>Guix total:</b>	<b>40.5 cm</b>

Limitació de la demanda energètica

U<sub>c</sub> refrigeració: 0.19 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)

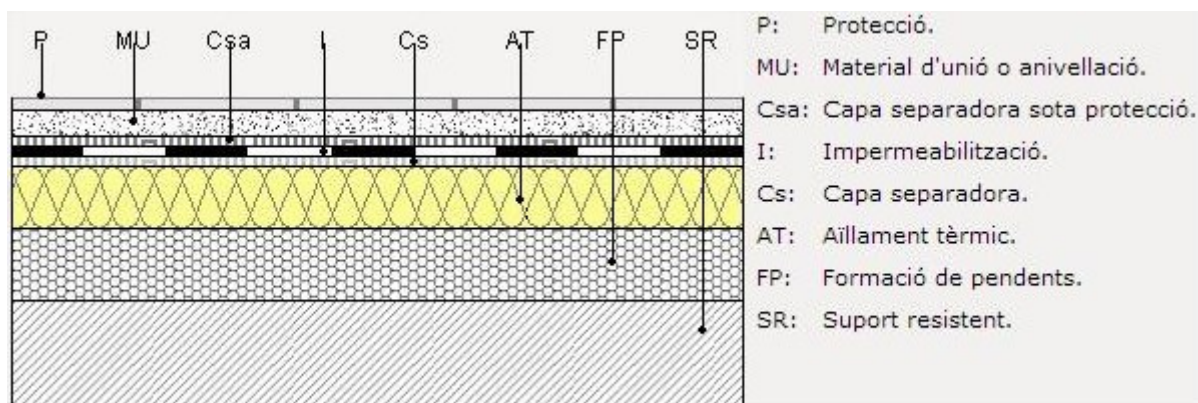
U<sub>c</sub> calefacció: 0.19 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)

### c) Coberta plana transitable

L'element resistent, o suport, de les cobertes planes sempre és horitzontal. Sobre el forjat s'hi col·loca la barrera de vapor, si s'escau, i l'aïllament tèrmic. L'aïllament a col·locar, a diferència de les façanes, no pot ser qualsevol, sinó que ha de tenir un mínim de resistència a compressió, ja que ha de suportar el pes de les capes superiors i el pes del trànsit de persones.



Sobre l'aïllament s'hi col·loca una capa per la formació de pendents: pot ser de morter normal o alleugerit, formigó cel·lular, etc.; aquesta formació de pendent serveix per rebre l'impermeabilitzant, que podrà ser de diferents materials i diferent col·locació. Per protegir aquest impermeabilitzant es col·loca una capa de protecció, i per últim, la capa d'acabat.



### Sistema escollit:

**Arrebossat i guarnit de guix mestrejat - Coberta plana transitable, no ventilada, amb enrajolat fix, impermeabilització mitjançant làmines asfàltiques. (Forjat reticular)** Superfície total 83.72 m<sup>2</sup>

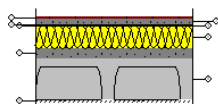
Coberta plana transitable, no ventilada, amb enrajolat fix, tipo convencional, composta de: formació de pendents: formigó cel·lular de ciment escumat; aïllament tèrmic: plafó rígid de poliestirè extrudit, de 100 mm d'espessor; capa separadora sota impermeabilització: geotèxtil no teixit compost per fibres de polièster unides per tiretes; impermeabilització monocapa no adherida: làmina de betum modificat amb elastòmer SBS, LBM(SBS)-40/FP (140); capa separadora sota protecció: geotèxtil no teixit compost per fibres de polièster unides per tiretes; capa de protecció: rajoles de gres rústic 4/3-/E, 30x30 cm col·locades en capa fina amb adhesiu de ciment normal, C1 gris, sobre la capa de regularització de morter M-5, rejuntat amb morter de juntes de ciment, CG2.

#### REVESTIMENT DEL SOSTRE

Sostre amb revestiment continu, compost de: REVESTIMENT BASE: guarnit de guix de construcció B1 mestrejat, i acabat d'arrebossat de guix d'aplicació en capa fina C6; Capa d'acabat: pintura plàstica amb textura llisa, color a escollir, acabat mat, mà de fons i dues mans d'acabat.

#### Llistat de capes:

1 - Paviment de gres rústic	1 cm
2 - Morter de ciment	4 cm
3 - Geotèxtil de polièster	0.08 cm
4 - Impermeabilització asfàltica monocapa no adherida	0.36 cm
5 - Geotèxtil de polièster	0.06 cm
6 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.034 W/[mK]	14 cm
7 - Formació de pendents amb formigó cel·lular	6 cm
8 - Forjat reticular 20+5 cm (Cassetó ceràmic)	25 cm
9 - Arrebossat i guarnit de guix	1.5 cm
10 - Pintura plàstica sobre paraments interiors de guix o escaiola	---
<b>Guix total:</b>	<b>52 cm</b>



Limitació de la demanda energètica

$U_c$  refrigeració: 0.17 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)

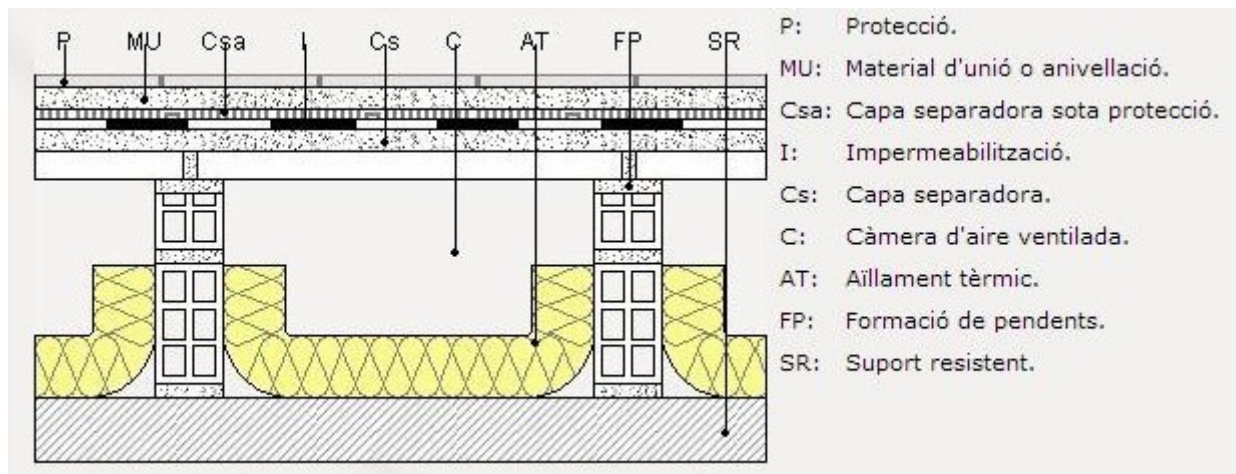
$U_c$  calefacció: 0.18 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)

### d) Coberta plana ventilada transitable

L'element resistent, o suport, de les cobertes planes sempre és horitzontal. Sobre el forjat s'hi col·loca la barrera de vapor, si s'escau, i l'aïllament tèrmic. L'aïllament a col·locar, a diferència de les façanes, no pot ser qualsevol, sinó que ha de tenir un mínim de resistència a compressió, ja que ha de suportar el pes de les capes superiors o el pes del trànsit de persones.

Sobre l'aïllament s'hi col·loca una capa per la formació de pendents: pot ser de morter normal o alleugerit, formigó cel·lular, etc.; aquesta formació de pendent serveix per rebre

l'impermeabilitzant, que podrà ser de diferents materials i diferent col·locació. Per protegir aquest impermeabilitzant es col·loca una capa de protecció, i per últim, la capa d'acabat.



### Sistema escollit:

**Arrebossat i guarnit de guix mestrejat - Coberta plana transitable, ventilada, amb enrajolat fix, impermeabilització mitjançant làmines asfàltiques. (Forjat reticular)** Superfície total 83.72 m<sup>2</sup>

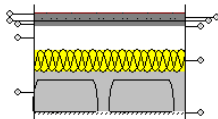
Coberta plana transitable, ventilada, amb enrajolat fix, tipus convencional, composta de: formació de pendents: tauler ceràmic buit encadellat recolzat sobre envans alleugerats; aïllament tèrmic: plafó rígid de poliestirè extrudit, de 100 mm d'espessor; capa separadora sota impermeabilització: geotèxtil no teixit compost per fibres de polièster unides per tiretes; impermeabilització monocapa no adherida: làmina de betum modificat amb elastòmer SBS, LBM(SBS)-40/FP (140); capa separadora sota protecció: geotèxtil no teixit compost per fibres de polièster unides per tiretes; capa de protecció: rajoles de gres rústic 4/3/-/E, 30x30 cm col·locades en capa fina amb adhesiu de ciment normal, C1 gris, sobre la capa de regularització de morter M-5, rejuntat amb morter de juntes de ciment, CG2.

#### REVESTIMENT DEL SOSTRE

Sostre amb revestiment continu, compost de: REVESTIMENT BASE: guarnit de guix de construcció B1 mestrejat, i acabat d'arrebossat de guix d'aplicació en capa fina C6; Capa d'acabat: pintura plàstica amb textura llisa, color a escollir, acabat mat, mà de fons i dues mans d'acabat.

#### Llistat de capes:

1 - Paviment de gres rústic	1 cm
2 - Morter de ciment	4 cm
3 - Geotèxtil de polièster	0.08 cm
4 - Impermeabilització asfàltica monocapa no adherida	0.36 cm
5 - Capa de morter de ciment M-5	3 cm
6 - Geotèxtil de polièster	0.1 cm
7 - Cambra d'aire	15 cm
8 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.034 W/[mK]]	14 cm
9 - Forjat reticular 20+5 cm (Cassetó ceràmic)	25 cm
10 - Arrebossat i guarnit de guix	1.5 cm
11 - Pintura plàstica sobre paraments interiors de guix o escaiola	---
<b>Guix total:</b>	<b>64.04 cm</b>



Limitació de la demanda energètica

$U_c$  refrigeració: 0.19 kcal/(h·m<sup>2</sup>·°C)

$U_c$  calefacció: 0.19 kcal/(h·m<sup>2</sup>·°C)

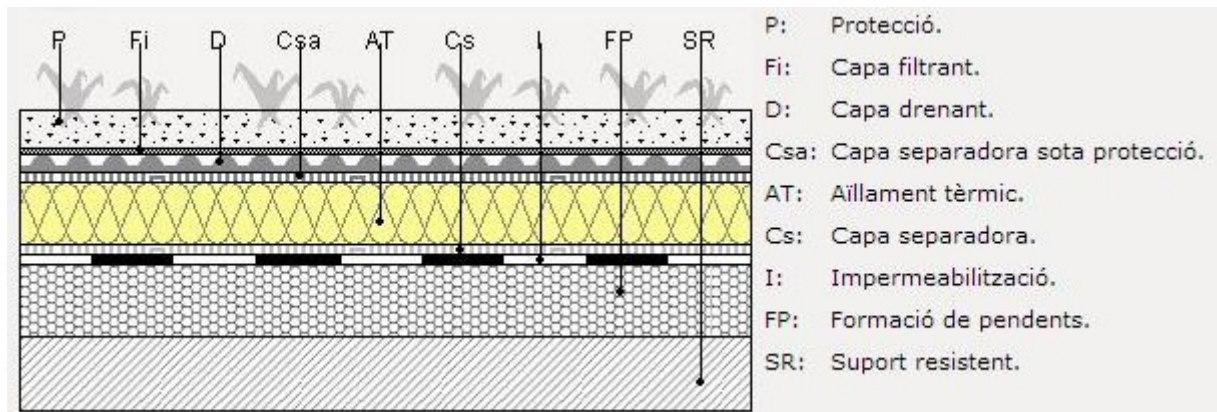
### e) Coberta plana enjardinada extensiva (ecològica)

És una superfície de coberta que està preparada per acomodar vegetació i/o per a l'ús humà, ja sigui com a terrassa, pati, zona d'esbarjo, zona de jocs infantils, etc.

A més de proporcionar un espai vital addicional, la coberta enjardinada té molts altres avantatges ecològics i econòmics, com la prolongació de la vida útil de la coberta, la reducció del soroll i la contaminació, la retenció d'aigua, l'estalvi energètic o la millora del clima i del paisatge urbà.

Dintre les cobertes enjardinades hi han 2 tipus: intensives i extensives. La coberta ecològica o coberta extensiva és aquella la qual la vegetació la constitueixen plantes entapissants de molt baix manteniment. Generalment s'instal·la com protecció addicional de la coberta i permet maximitzar els avantatges ecològiques.

Per garantir l'evacuació de les aigües de la coberta sense perdre la terra, per sobre de l'impermeabilitzant es col·loquen unes capes filtrants i drenants. La capa drenant també ajuda a la circulació de l'aire i del vapor d'aigua.



### Sistema escollit:

**Arrebossat i guarnit de guix mestrejat - Coberta plana no transitable, no ventilada, enjardinada, impermeabilització mitjançant làmines asfàltiques. (Forjat reticular)** Superfície total 83.72 m<sup>2</sup>

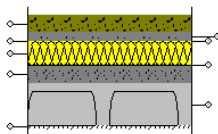
Coberta plana no transitable, no ventilada, enjardinada extensiva (ecològica), tipus invertida, composta de: formació de pendents: formigó cel·lular de ciment escumat; impermeabilització monocapa adherida: làmina de betum modificat amb elastòmer SBS LBM(SBS)-50/G-FP (150) col·locada amb emprimació asfàltica, tipus EA; capa separadora sota aïllament: geotèxtil no teixit compost per fibres de polièster unides per tires; aïllament tèrmic: plafó rígid de poliestirè extrudit, de 100 mm d'espessor; capa separadora sota protecció: geotèxtil no teixit compost per fibres de polièster unides per tires; capa drenant i retenidora d'aigua: làmina drenant i retenedora d'aigua; capa filtrant: geotèxtil de polipropilè-polietilè; capa de protecció: base de substrat orgànic, acabada amb roca volcànica.

#### REVESTIMENT DEL SOSTRE

Sostre amb revestiment continu, compost de: REVESTIMENT BASE: guarnit de guix de construcció B1 mestrejat, i acabat d'arrebossat de guix d'aplicació en capa fina C6; Capa d'acabat: pintura plàstica amb textura llisa, color a escollir, acabat mat, mà de fons i dues mans d'acabat.

#### Llistat de capes:

1 - Substrat orgànic i roca volcànica	10 cm
2 - Substrat orgànic i roca volcànica	5 cm
3 - Làmina drenant i filtrant	0.06 cm
4 - Geotèxtil de polièster	0.06 cm
5 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.034 W/[mK]]	14 cm
6 - Impermeabilització asfàltica monocapa adherida	0.45 cm
7 - Formació de pendents amb formigó cel·lular	10 cm
8 - Forjat reticular 20+5 cm (Cassetó ceràmic)	25 cm
9 - Arrebossat i guarnit de guix	1.5 cm
10 - Pintura plàstica sobre paraments interiors de guix o escaiola	---
<b>Gruix total:</b>	<b>66.07 cm</b>



Limitació de la demanda energètica

U<sub>c</sub> refrigeració: 0.16 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)

U<sub>c</sub> calefacció: 0.16 kcal/(h·m<sup>2</sup>°C)

### **3.3 PROGRAMES INFORMÀTICS**

Per realitzar la segona part del treball s'utilitzen programes informàtics, degut a que actualment per justificar els nous requisits d'estalvi energètic, d'una manera més completa, és necessària la ajuda d'aquests programes. Els programes essencials per poder justificar els requisits energètics són el LIDER i el CALENER. Aquests dos programes són els facilitats per el Ministerio per poder justificar l'edifici. Aquests programes són gratuïts, però són bastant limitats, sent complicat la introducció de l'edifici dins el programa. Per això, s'utilitzarà el software de CYPE Ingenieros per introduir l'edifici d'una manera més entenedora i eficaç, i que també realitza els càlculs per el compliment del CTE HE. Des del programa CYPE es pot exportar l'arxiu de l'edifici introduït als programes LIDER i CALENER per obtenir la justificació.

A continuació es descriuen aquests programes, anteriorment nombrats, amb més detall i explicant el seu funcionament.

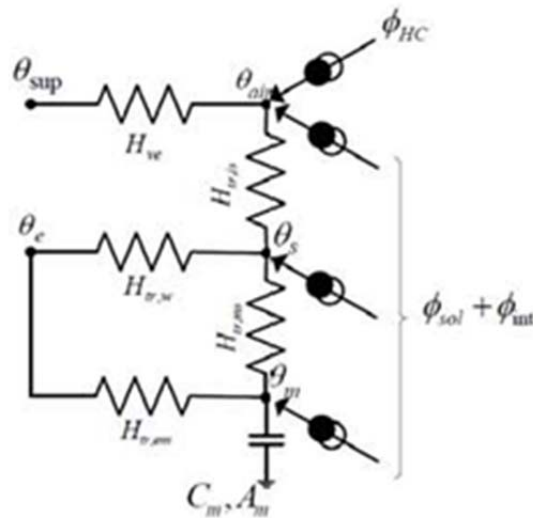
#### **3.3.1 CYPE Ingenieros:**

CYPE és una eina informàtica destinada a l'enginyeria, arquitectura i construcció. Aquest software conté diferents programes que ajuden a desenvolupar diferents tasques, classificant-se en quatre grups: estructures, instal·lacions, gestió i documentació.

Per realitzar aquest treball, s'utilitzaran només 2 programes: CYPECAD MEP i el Generador de Preus. CYPECAD MEP és un programa per al disseny i dimensionament de la envoltant, la distribució, i les instal·lacions de l'edifici sobre un model 3D integrat amb els diferents elements de l'edifici. Aquest programa funciona a través d'una sèrie de pestanyes, relacionades entre elles, que serveixen per dimensionar i comprovar les diferents normatives i instal·lacions: estudi tèrmic, estudi acústic, salubritat, incendi, climatització, energia solar, electricitat, etc.

“Els càlculs tèrmics per el compliment del CTE HE-1, objecte del treball, es realitzen des de la pestanya “Estudi Tèrmic”, que utilitza com a motor de càlcul el programa CYPETERM HE, creat recentment per complir amb exigències del nou CTE HE del 2013. CYPETERM HE resol el càlcul necessari de la demanda energètica de l'edifici implementant un procediment que realitza una simulació anual d'un model zonal de l'edifici amb acoblament tèrmic entre zones, mitjançant el mètode complet simplificat en base horària de tipus dinàmic descrit en la UNE-EN ISO 13790:2011, la implementació de la qual ha estat validada mitjançant els tests descrits en la Norma EN 15265:2007 (Energy performance of buildings - Calculation of energy needs for space heating and cooling using dynamic methods - General criteria and validation procedures). Aquest procediment de càlcul utilitza un model equivalent de resistència-capacitància (R-C) de tres nodes en base horària. Aquest model fa una distinció entre la temperatura de l'aire interior i la

temperatura mitjana radiant de les superfícies interiors (revestiment de la zona de l'edifici), permetent el seu ús en comprovacions de confort tèrmic, i augmentant l'exactitud de la consideració de les parts radiants i convectives dels guanys solars, lluminosos i interns.



Font: CYPE Ingenieros

La metodologia compleix amb els requisits imposats en el capítol 5 del CTE DB HE-1, en considerar els següents aspectes:

- el disseny, emplaçament i orientació de l'edifici;
- l'evolució hora a hora en règim transitori dels processos tèrmics;
- l'acoblament tèrmic entre zones adjacents de l'edifici a diferents temperatures;
- les sol·licitacions interiors, sol·licitacions exteriors i condicions operacionals especificades en els apartats 4.1 i 4.2 de CTE DB HE 1, tenint en compte la possibilitat que els espais es comportin en oscil·lació lliure;
- els guanys i pèrdues d'energia per conducció a través de l'envolupant tèrmica de l'edifici, composta pels tancaments opacs, els buits i els ponts tèrmics, amb consideració de la inèrcia tèrmica dels materials;
- els guanys i pèrdues produïdes per la radiació solar en travessar els elements transparents o semitransparents i les relacionades amb l'escalfament d'elements opacs de l'envolupant tèrmica, considerant les propietats dels elements, la seva orientació i inclinació i les ombres pròpies de l'edifici o altres obstacles que puguin bloquejar aquesta radiació;
- els guanys i pèrdues d'energia produïdes per l'intercanvi d'aire amb l'exterior a causa de ventilació i infiltracions tenint en compte les exigències de qualitat de l'aire dels diferents espais i les estratègies de control emprades.

Permetent, a més, l'obtenció separada de la demanda energètica de calefacció i de refrigeració de l'edifici.

En realitzar la simulació energètica, i obtenir els resultats de demanda, el programa comprova el compliment del nou HE-1 i elabora un informe justificatiu especialment desenvolupat per complir amb els requisits de justificació documental imposats en el capítol 5 del CTE DB HE-1.”<sup>(1)</sup>

La primera versió de CYPE utilitzada per realitzar aquest treball va ser la versió “2014.i” (6 de març), la qual era la primera actualització del programa on ja s'aplicava el CTE HE 2013. Durant la realització d'aquest treball, CYPE ha anat actualitzant el programa per millorar-lo. En la versió “2014.j” (24 de març) es van introduir les següents millores:

· Comprovació de la limitació de descompensacions en edificis d'ús residencial privat:

S'implementa en CYPECAD MEP aquesta comprovació (apartat 2.2.1.2, CTE DB HE-1), mostrant errors posicionats en aquells elements de l'envolupant tèrmica que no compleixin les limitacions de transmitància tèrmica màxima o permeabilitat a l'aire màxima dels buits.

· Avisos de l'incompliment de la demanda energètica:

S'anuncia el no compliment de l'exigència de demanda energètica amb missatges d'error referits a les demandes energètiques de calefacció i/o refrigeració de l'edifici, indicant el valor obtingut en el càlcul mitjançant el motor CYPETERM HE, la zonificació climàtica, i el valor límit.

· Recuperadors de calor:

S'implementa la possibilitat de definir l'existència de recuperadors de calor en el sistema de ventilació dels habitatges, atès que, encara que no sigui el sistema més habitual en habitatges, si és una de les formes de reduir considerablement la demanda energètica de l'edifici. Per a això, dins del menú "Dades generals" de la pestanya "Estudi tèrmic" - quan s'activa el càlcul HE-1 (2013)-, s'ofereix la possibilitat d'activar la recuperació de calor a les zones habitables condicionades corresponents a habitatges, definint el rendiment del sistema de recuperació de calor.

En la versió “2014.k” (9 d'abril) es realitzen correccions en la generació del model que CYPECAD MEP genera per exportar a CYPETERM HE (motor de càlcul de CYPECAD MEP per al càlcul i justificació del nou CTE DB HE 1 2013).

També és possible la selecció del perfil d'ús residencial a utilitzar en el càlcul de la demanda energètica, de la mateixa manera que es realitza des d'aquesta versió en CYPETERM HE:

El perfil d'ús residencial publicat en l'Apèndix C de CTE DB HE-1, que determina les sol·licitacions interiors per al càlcul de la demanda energètica d'edificis d'habitatges, no distingeix valors diferenciats en l'interval horari de 16 a 23 h, assignant uns valors de càrrega per il·luminació i equips de 1'32 W/m<sup>2</sup> per cada concepte.

No obstant això, en el document de “Condicions d'acceptació de procediments alternatius a LIDER i CALENER”, on es descriuen els perfils d'ús que utilitzen aquestes eines, així com la nova eina unificada, hi ha una diferenciació horària en aquest interval, per a aquests conceptes de càrrega interna, donant diferents valors per als intervals de 16 a 18 h (1'32 W/m<sup>2</sup>), 19 h (2'20 W/m<sup>2</sup>) i de 20 a 23 h (4'40 W/m<sup>2</sup>).

Atès que hi ha quòrum sobre el fet que aquesta diferència és fruit d'una errada en la publicació del BOE, es permet a l'usuari, actuant sota el seu propi criteri, seleccionar el perfil d'ús amb el de calcular la demanda energètica de l'edifici d'habitatges.”<sup>(1)</sup>

### **3.3.2 LIDER i CALENER:**

LIDER és l'aplicació informàtica oficial que permet complir amb l'opció general de verificació de l'exigència de Limitació de Demanda Energètica establerta en el Document Bàsic de la Habitabilitat i Energia del Codi Tècnic de l'Edificació (CTE HE-1) i està promoguda pel Ministeri d'Habitatge i per l'Institut per a la Diversificació i Estalvi de l'Energia (IDAE). Aquest programa va ser dissenyat per a la verificació de les exigències del CTE HE del 2006. Es va desenvolupar en el seu moment aquesta eina informàtica oficial, capaç de calcular la demanda energètica dels edificis.

Actualment, amb el nou CTE 2013, és una aplicació informàtica que es pot emprar per verificar, de forma temporal i sota certes condicions tècniques, les exigències de demanda energètica que estableixen els apartats 2.2.1.1.1, 2.2.1.1.2 i punt 2 de l'apartat 2.2.2.1 de la secció HE-1 del Document Bàsic d'Estalvi d'Energia DB-HE del Codi Tècnic de l'Edificació. Aquesta eina està dissenyada per realitzar la descripció geomètrica, constructiva i operacional dels edificis, així com per dur a terme els càlculs de demanda energètica dels edificis.

CALENER és una eina informàtica promoguda pel Ministeri d'Indústria, Energia i Turisme, a través de l'IDAE, i pel Ministeri de Foment, que permet obtenir la certificació d'eficiència energètica, per el procediment general, d'un edifici, tant en la seva fase de projecte com l'edifici acabat. El programa consta de dues eines informàtiques per a una utilització més fàcil per l'usuari. Segons el tipus d'edifici a justificar, es distingeixen dos programes: CALENER VYP i CALENER GT. El Calener VYP serveix per a la qualificació d'eficiència energètica d'edificis d'habitatges i del petit i mitjà terciari. Mentre que CALENER GT serveix per a la qualificació d'eficiència energètica de grans edificis del sector terciari.

<sup>(1)</sup> Fragment extret de [www.cype.es](http://www.cype.es)

“Amb l'entrada en vigor del nou CTE 2013, aquest introdueix una sèrie de modificacions sobre les exigències del document del 2006 i en particular estableix, per a edificis de nova construcció i ampliacions dels edificis existents, unes noves exigències relatives al consum d'energia primària no renovable i exigències explícites en la demanda energètica, indicadors que també estan contemplats en la normativa per a la certificació energètica d'edificis.

Tot i que el nou DB-HE no estableix l'obligatorietat d'emprar una eina oficial per a la verificació de les exigències de demanda i consum energètic, des de la Direcció general han considerat convenient posar a disposició dels projectistes una nova eina informàtica gratuïta que permeti la verificació d'aquelles exigències del DB-HE que requereixen l'avaluació de la demanda energètica i del consum energètic dels edificis.

Això ha suposat la unificació en una sola plataforma dels programes generals oficials emprats fins a la data per a l'avaluació de la demanda energètica i del consum energètic (LIDER-CALENER), així com l'adaptació de l'eina als canvis introduïts pel nou DB-HE. Aquesta nova eina, anomenada “herramienta unificada LIDER-CALENER”, es crea més amb la intenció que en un futur pròxim possibiliti, un cop que es duguin a terme certes modificacions en l'àmbit normatiu de la Certificació Energètica, no només la verificació del nou DB-HE del CTE sinó també la certificació energètica, cosa que facilitarà la tasca dels agents responsables de la seva posada en pràctica o control.

D'altra banda, la implementació de les modificacions que ha calgut introduir en la nova eina com a conseqüència d'aquesta convenient unificació dels programes, han consumit completament el període transitori introduït en el DB-HE fins a la seva obligat compliment, establert a partir del 13 de març.

A la vista del que s'ha exposat, i per facilitar l'adaptació dels professionals a la nova eina, i en l'àmbit exclusivament de la verificació de les exigències del DB-HE, es va considerar oportú habilitar un període màxim de coexistència de nou mesos per a l'ús de les eines informàtiques oficials LIDER i CALENER que s'estén des del dia 13 de març de 2014 i que s'extingirà després d'esgotar aquest termini màxim o abans si la finalització del procés de modificació de l'àmbit normatiu de la certificació energètica ho permet. Això no ha d'entendre's en cap cas com una ampliació de termini per a l'aplicació de les exigències reglamentàries, sinó com una coexistència de les eines informàtiques oficials de càlcul.

L'ús de les eines LIDER i CALENER durant el període de coexistència ha de realitzar-se seguint els criteris tècnics detallats en l'annex d'aquesta nota informativa, i queda circumscrit exclusivament a la comprovació de les exigències reglamentàries establertes per a edificis d'ús residencial privat en els apartats 2.2.1 de la secció HE-O, i 2.2.1.1.1, 2.2.1.1.2 i punt 2 de l'apartat 2.2.2.1 de la secció HE-1:



- La zona climàtica de l'edifici és la definida en l'apèndix B de la secció HE-1 del DB-HE de l'any 2013 i no la que, si escau, assigni el programa. En el cas d'una localitat a la qual li correspongui la zona climàtica alfa, si la localitat pertany a la província de Tenerife caldria adoptar el clima de la localitat de Tenerife i si pertany a la província de Las Palmas caldria adoptar el clima de la localitat de Las Palmas de Gran Canària.

- Sinó es definissin en projecte equips de climatització, hauria d'introduir manualment en el programa sistemes que les seves característiques siguin les definides per als sistemes de referència en la taula 2.2 de la secció HE-0 del DB HE 2013. En el sistema de referència de producció de fred ha d'entendre el valor del rendiment com el quocient entre el calor sensible compensat i la energia elèctrica consumida.

- La taxa de ventilació s'ajusta per defecte a un valor de 0,63 renovacions/hora, en què s'ha tingut en compte l'ús dels edificis de tipus residencial privat mitjançant un perfil estandarditzat.”<sup>(2)</sup>

També parla sobre l'ús del programa CALENER amb l'entrada en vigor del CTE 2013 el “*Documento informativo: PROCEDIMIENTO DE CERTIFICACIÓN a partir del 13 de marzo de 2014*”, on hi consten les següents explicacions:

·”La certificació energètica d'edificis no es veurà alterada el 13 de març de 2014, independentment dels canvis que s'hagin produït en els documents HE del CTE 2013, i se seguirà operant amb els valors que marca el DB-HE 2006 quan així ho considerin els actuals documents reconeguts relatius als procediments per a la certificació energètica d'edificis. Aquesta situació s'estendrà durant el període d'adequació al nou DB-HE dels documents reconeguts i informatius en l'àmbit de la certificació energètica d'edificis.

· Tot i que el Ministeri de Foment posa aquesta nova eina (programa unificat LIDER-CALENER) a disposició dels professionals involucrats en la verificació de les exigències reglamentàries del nou DB-HE, els resultats que s'obtinguin amb aquesta eina no poden emprar actualment per dur a terme la certificació energètica d'edificis, ja que es requereix que prèviament es dugui a terme l'adaptació dels documents relatius a la certificació energètica d'edificis.”

<sup>(2)</sup> Nota informativa sobre la aplicació de herramientas informáticas para la verificación de las exigencias establecidas por la Orden FOM/1635, de 10 de septiembre de 2013 (BOE 12/09/2013), por la que se actualiza el Documento Básico de Ahorro de Energía DB-HE.

· “La Subdirecció General d'Arquitectura i Edificació del Ministeri de Foment ha elaborat una "*Nota informativa sobre la aplicació de herramientas informáticas para la verificación de las exigencias establecidas por la Orden FOM/1635, de 10 de septiembre de 2013 (BOE 12/09/2013), por la que se actualiza el Documento Básico de Ahorro de Energía DB-HE*", disponible a la pàgina web del Codi Tècnic de l'Edificació del Ministeri de Foment a l'apartat Documents complementaris, a fi d'aclarir i informar sobre les qüestions que puguin sorgir en relació amb els mètodes informàtics per a la verificació de les exigències de limitació de demanda i consum energètic establertes en el Document Bàsic d'Estalvi d'Energia DB-HE.”

Aquest nou programa, anomenat “*Herramienta unificada LIDER-CALENER*”, encara no té la versió definitiva. La primera versió de prova (0.9.863.778, del 15 de març de 2014) donava problemes d'introducció de dades i varis errors. La nova versió de LIDER-CALENER (0.9.958.791, data d'actualització 12 de maig de 2014) ja soluciona bastant els problemes i errors de la versió anterior, però tot i això, encara no soluciona del tot els errors i tampoc ofereix el resultat de la certificació energètica dels edificis.

Per això, per realitzar aquest treball s'utilitzarà el programa CALENER VYP. Aquest programa oficial servirà per verificar i justificar els càlculs i resultats obtinguts a CYPE. Per altra banda, CALENER genera el certificat d'eficiència energètica i juntament amb aquest certificat hi han els valors de demanda i consum energètic que requereix el CTE 2013. També serà d'interès conèixer quina lletra de qualificació energètica obté cada edifici estudiat.

Per utilitzar aquest programa correctament, es seguiran les instruccions que marca la nota informativa emesa per el Ministerio, la qual se n'ha parlat anteriorment.

## **4. DESENVOLUPAMENT**

### **4.1 DEFINICIÓ DE L'HABITATGE**

Per poder posar en cas real els aïllaments, materials i sistemes constructius estudiats i analitzats en l'apartat anterior, es dissenya un habitatge unifamiliar aïllat on poder aplicar-ho (Annex 2).

Dit edifici s'ubica a la ciutat de Girona, on la zona climàtica a tenir en compte per realitzar els càlculs i comprovacions és la C2. Tot i que el CTE HE 2013, en l'Apèndix B, indica que Girona capital es troba en zona climàtica D2. Això es deu a que l'alçada de la localitat de Girona indicada en aquest Apèndix és incorrecta, ja que Girona es troba a una alçada de 70 m respecte del nivell del mar, i no de 143 m com s'indica. Això fa que al estar per sota de 100 m passi a ser zona climàtica C2.

Aquest habitatge es desenvolupa únicament en una sola planta i està compostat per dos habitacions dobles, estar-menjador, cuina, despatx, dos banys, lavabo, safareig, sala de màquines, rebost, passadís i distribuïdor. L'habitatge té una superfície útil de 161'23 m<sup>2</sup> i una superfície construïda de 187'80 m<sup>2</sup>. La superfície útil variarà segons el sistema constructiu, ja que cada sistema tindrà un espessor de tancament diferent i aquest augment de secció influeix en la superfície útil i no en la construïda. Es recalca aquesta variació de superfície ja que per el càlcul de la demanda i consum límit del HE-0 i HE-1 es necessita la superfície útil de l'habitatge.

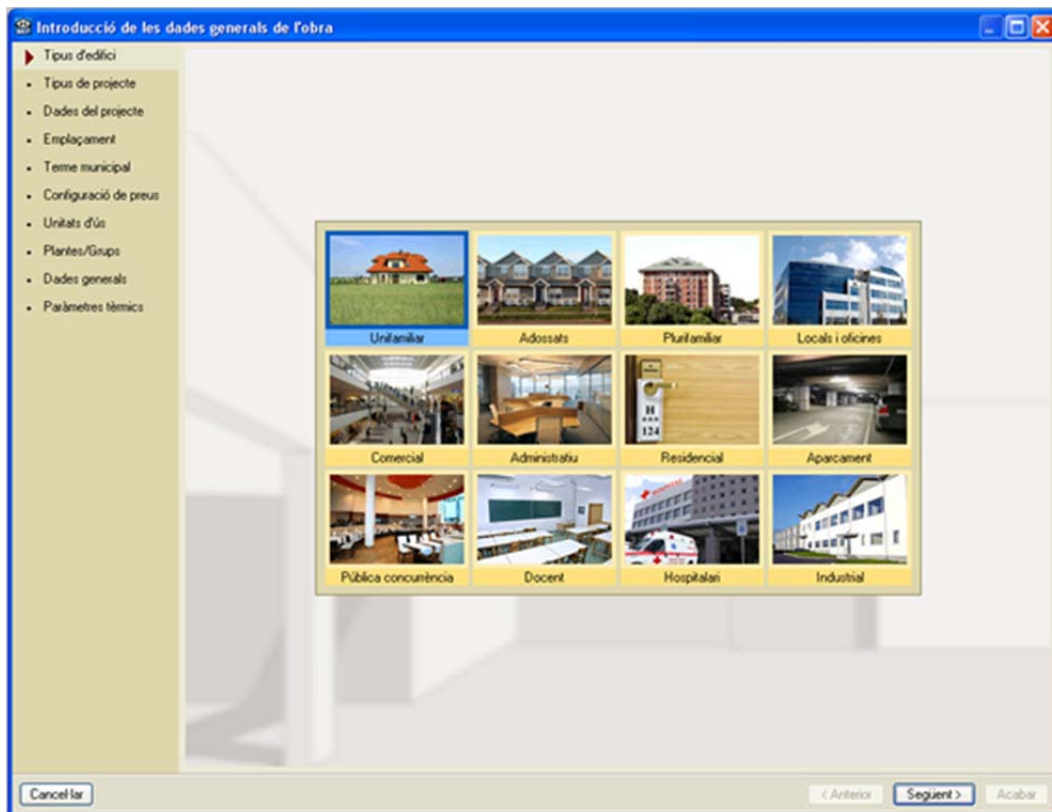
L'habitatge "base", per establir com a referent de partida per comparar posteriorment amb altres sistemes constructius, està construït amb doble fulla ceràmica a façana i coberta inclinada de teules sobre envanets de sostre mort. La façana i la coberta aniran variant de sistemes constructius, en canvi l'estructura reticular es manté durant tots els canvis que es facin, com el terra, els revestiments i paviments interiors. També es mantenen fixes les instal·lacions, per poder comprovar quins consums energètics es necessiten en cada cas. Aquestes instal·lacions estan formades per un termo elèctric de 300l per la producció d'A.C.S., plaques solars i una bomba de calor "inverter" que subministra calefacció i refrigeració a través d'uns fancoils de paret.

El sistema de ventilació de l'habitatge, per controlar les pèrdues d'energia, estarà format per un recuperador de calor. Els sistemes de recuperació de calor poden arribar a tenir una eficiència del 95%, però per realitzar els càlculs de demanda energètica només es té en compte un 50%.

### **4.2 INTRODUCCIÓ DE L'HABITATGE**

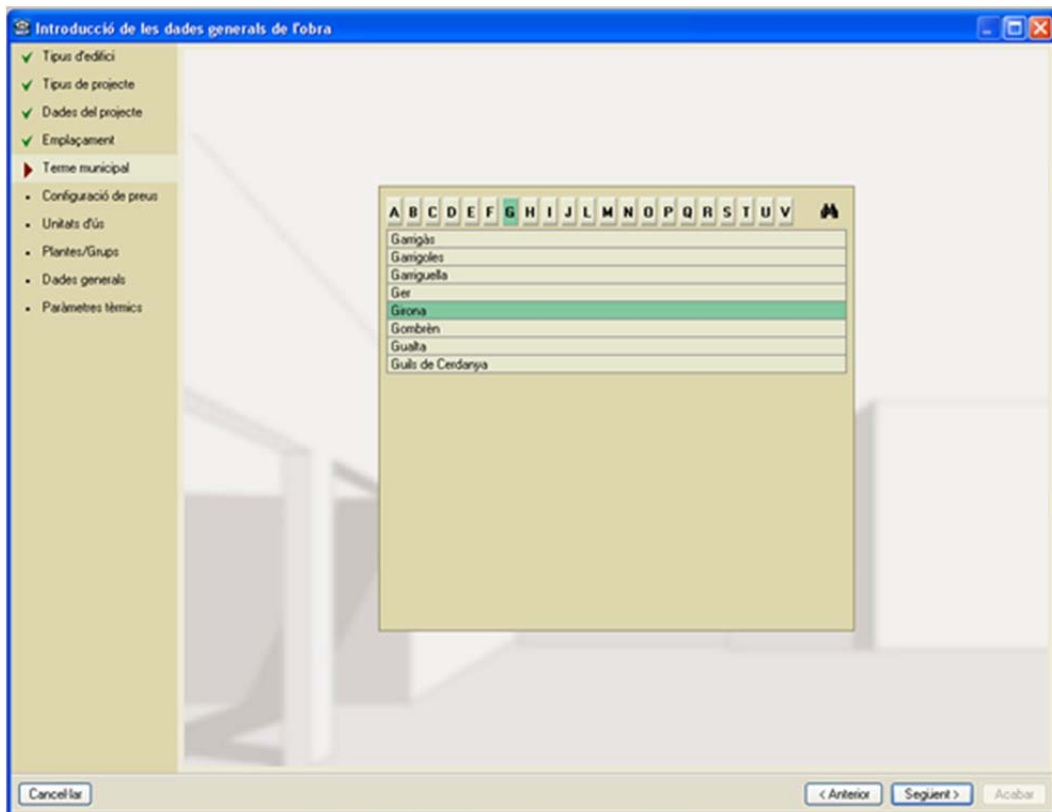
La introducció de l'edifici e realitza amb el programa CYPECAD MEP, ja que com s'ha comentat anteriorment, és de més bon utilitzar que els programes LIDER i CALENER oferts per el Ministerio. Així doncs, a continuació s'explica en detall el procés seguit per l'introducció de dades al programa i comentant com el programa tracta aquestes dades.

Al obrir una obra nova apareix un quadre on s'introdueixen les dades generals de l'edifici, per exemple, de quin tipus d'edifici es tracta. Definint el tipus d'edifici, automàticament el programa ja es configura per adaptar-se a la normativa que li és d'aplicació i als sistemes i dades posteriors necessàries i adequades per aquestes característiques de l'edifici seleccionat.

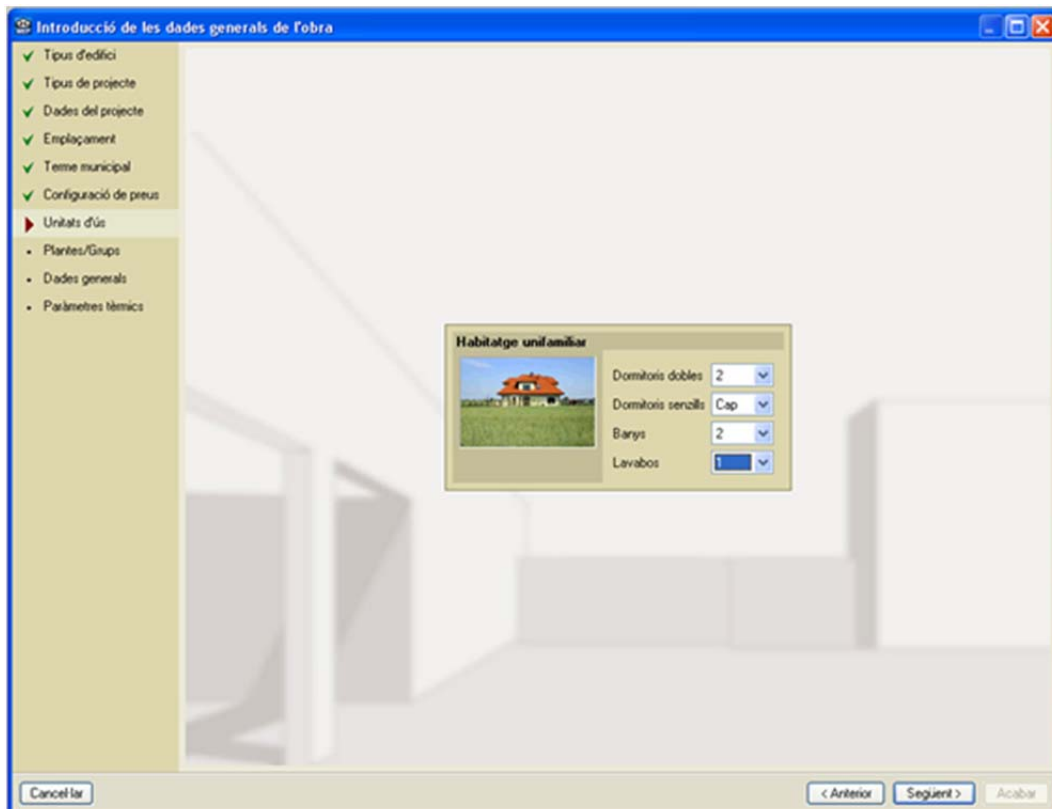


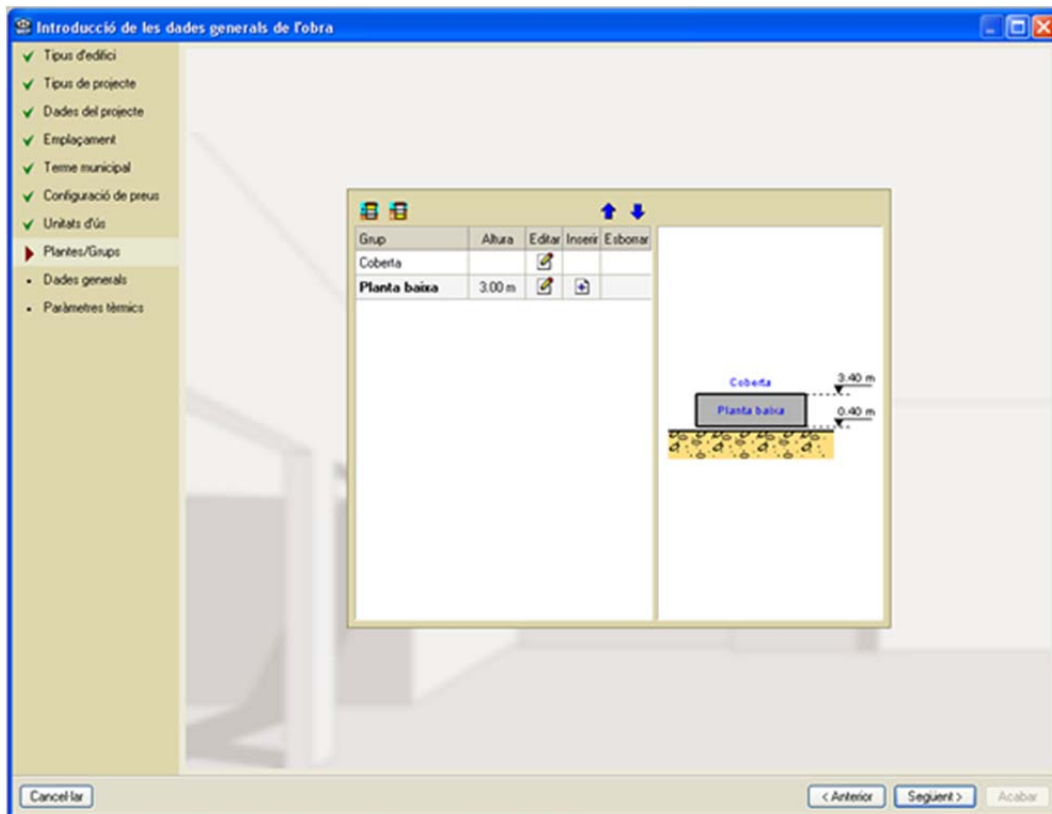
Altres dades que demana són les dades de l'obra referents al client, constructor, arquitecte, etc. Si es tracta d'obra privada o pública. També demana per quin tipus de projecte es vol començar a treballar: estudi tèrmic, estudi acústic, incendis, salubritat, climatització, electricitat, etc.

El següent pas és ubicar l'edifici, indicant primer la província i després el terme municipal. Això permet que el mateix programa agafi les dades referents a aquesta localitat, ja que s'inclou una base de dades amb les condicions geogràfiques i climàtiques de tots els municipis d'Espanya (altura respecte al nivell de mar, temperatures, etc.). El programa pren les dades climàtiques del centre meteorològic més proper i els adapta a les condicions geogràfiques del municipi modificant els paràmetres en funció de la diferència d'alçada respecte al nivell del mar.

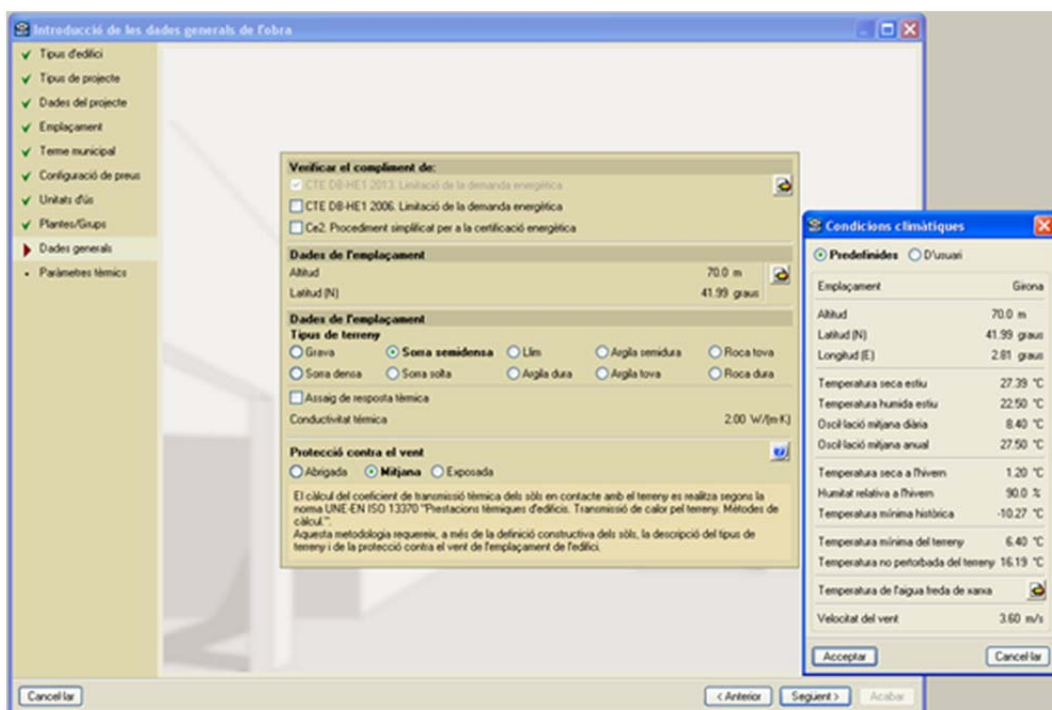


A continuació es defineixen les unitats d'ús, nº dormitoris dobles i individuals, banys i lavabos. També el número de plantes i l'alçada de cada una:

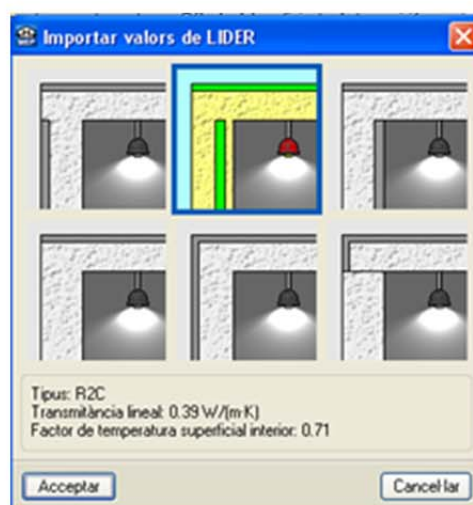
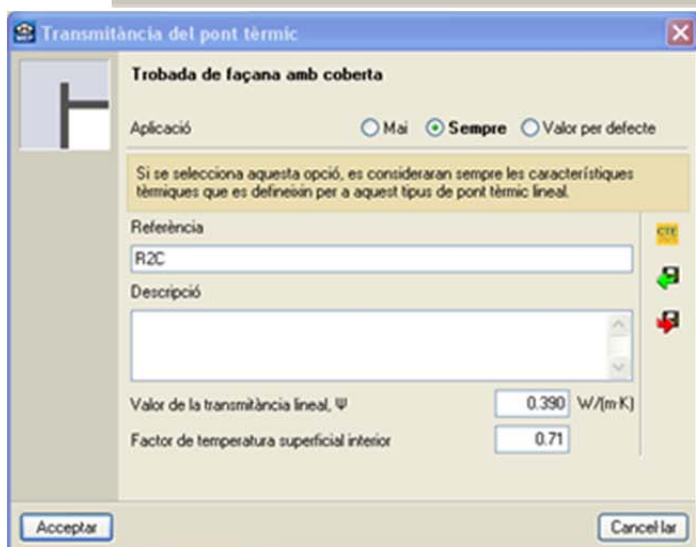
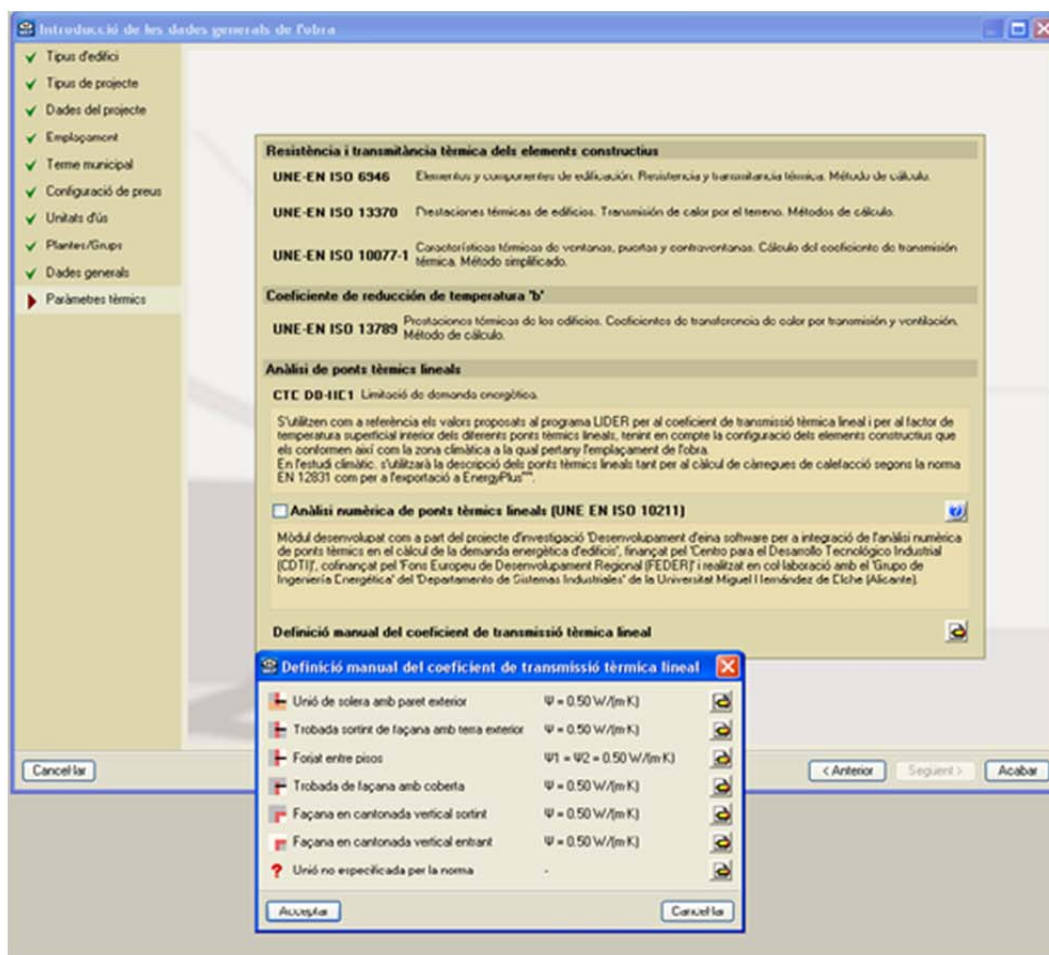




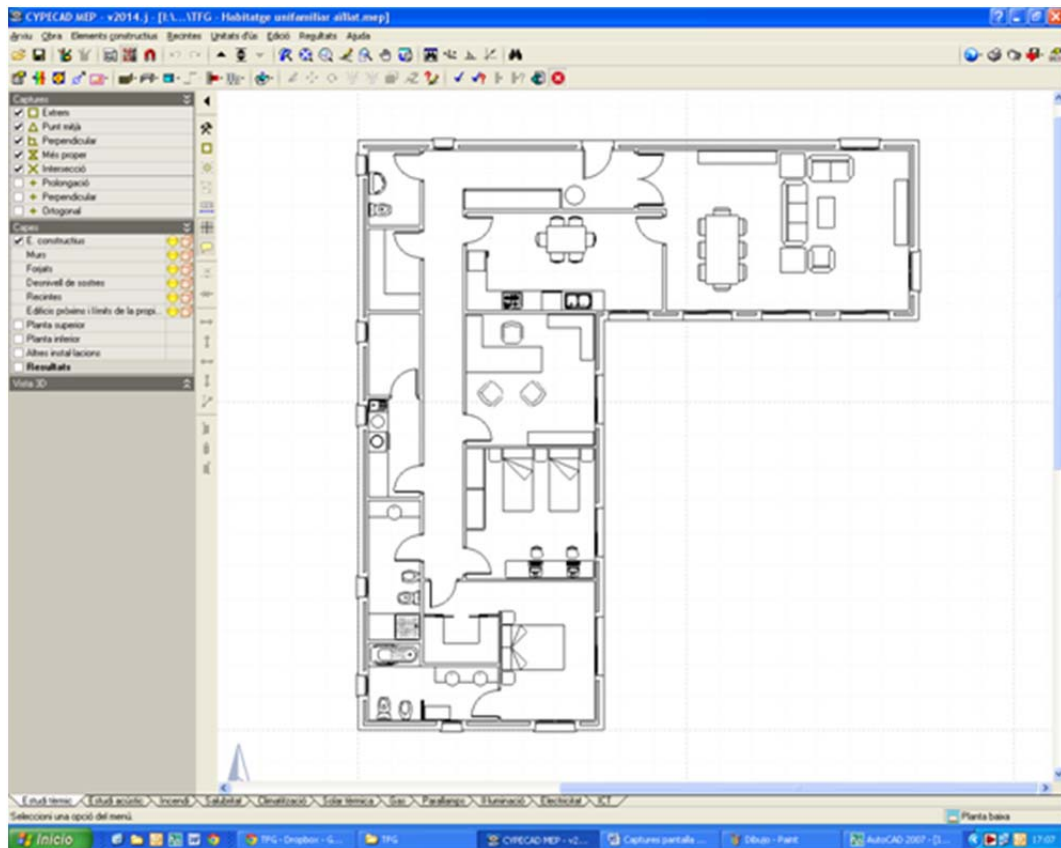
Com que anteriorment s'ha indicat que es volia començar amb l'estudi tèrmic, el programa demana quina normativa es vol verificar (CTE HE 2006 o 2013 o Ce2). Aquí també es poden editar les dades d'emplaçament de l'edifici que s'han definit automàticament en funció de la localitat seleccionada:



En l'últim pas, els ponts tèrmics lineals poden ser definits segons els valors establerts per el programa LIDER. Depenent dels sistemes constructius utilitzats es poden canviar aquests valors més endavant:



Una vegada introduïdes les dades generals, es pot inserta una plantilla feta amb AutoCAD per tenir una referència de mides al introduir els elements. En cada planta es pot seleccionar la plantilla corresponent a cada planta de l'edifici, i dintre de cada plantilla es poden activar o desactivar les capes que hi tinguis definides (parets, sanitaris, mobiliari, etc):

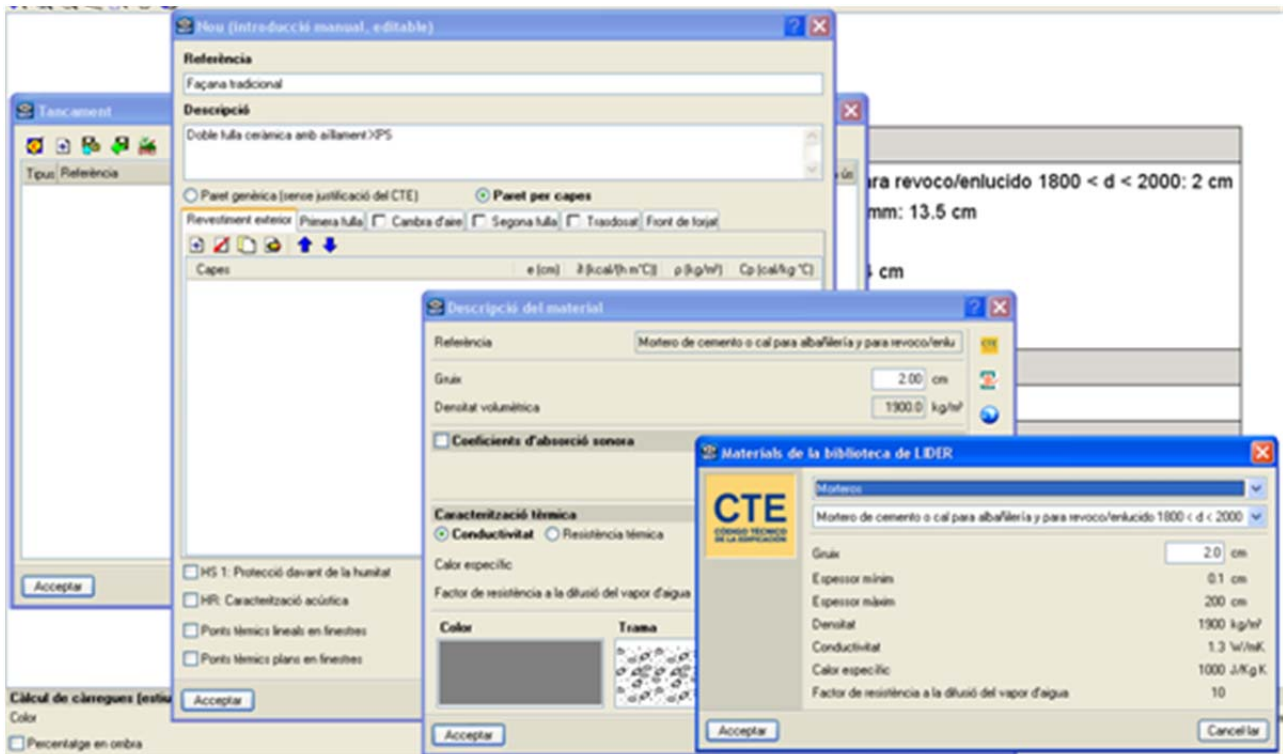


A partir d'aquí, ja es poden començar a introduir els elements. Per exemple, es comença per els tancaments de façana. Els elements constructius que s'introdueixen en el programa CYPECAD MEP es poden definir de les següents maneres:

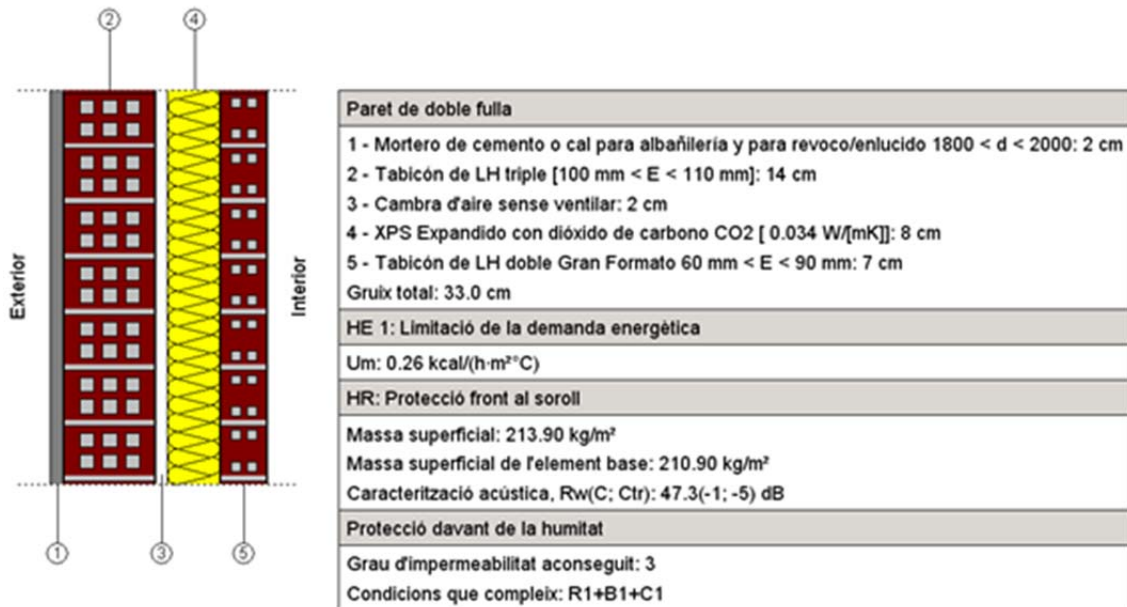
- Mitjançant la definició manual de l'usuari per capes, o per elements.
- Important-los de biblioteques o catàlegs inclosos en el programa o generats per l'usuari.
- Important-los del Generador de preus de la construcció de CYPE.

Per realitzar aquest treball, s'introdueixen dits elements per capes, ja que la biblioteca de materials utilitzat amb aquesta opció és la del CTE-LIDER. Tot i que per alguns sistemes constructius s'importaran els sistemes complets del Generador de preus i després s'editaran per ajustar-los a les necessitats d'aquest treball. A continuació es mostren les diferents finestres per definir l'element:





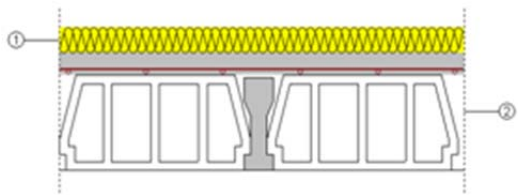
A part de la introducció de les capes del tancament, també es poden introduir les dades de l'element que fan referència al CTE HS-1, CTE HR, ponts tèrmics en finestres, ombres, etc. Una vegada introduïdes totes les dades apareix definit el nostre element:



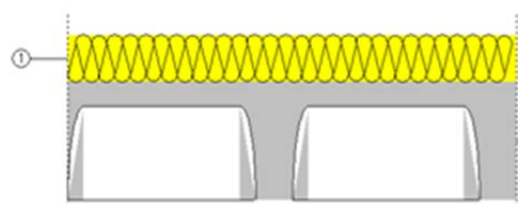
El revestiment interior no s'acostuma a definir en l'element, ja que aquest revestiment interior s'especifica quan s'introdueixen els recintes de cada cambra de l'edifici, d'aquesta manera cada recinte pot tenir un acabat diferent. Aquest revestiment es tindrà en compte en els càlculs finals de

les transmissióncies dels elements, tot i que no surtin aquí definits. El mateix passa amb els ponts tèrmics i ombres en obertures, que es poden definir de forma genèrica en els tancaments o a cada obertura una vegada es vagin introduint.


Amb aquesta metodologia es defineixen i s'introdueixen tots els altres elements per constituir l'edifici:



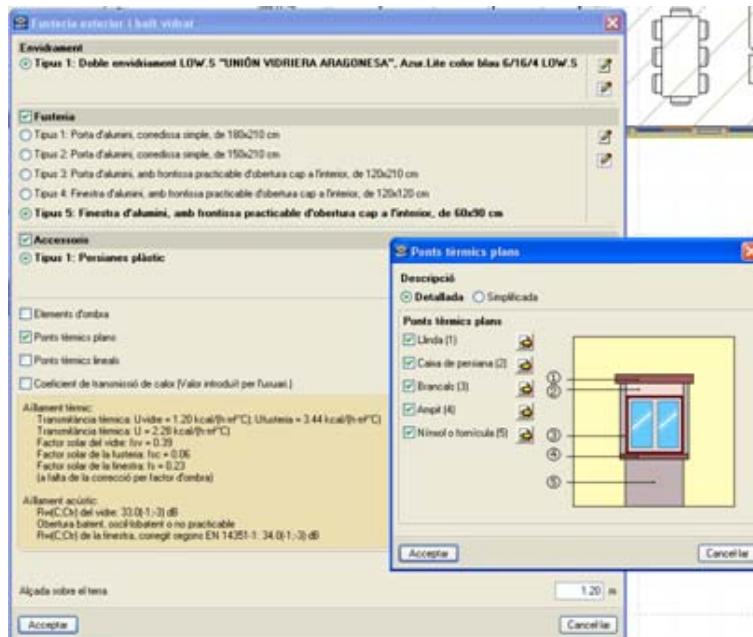
Forjat sanitari
1 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.034 W/(m·K) ]: 6 cm
2 - Forjat unidireccional 22+5 cm (Revolot ceràmic): 27 cm
Gruix total: 33.0 cm
Cambrà sanitària
Alçada lliure: 40 cm
HE 1: Limitació de la demanda energètica
Uc: 0.28 kcal/(h·m²·C)
(Per una longitud característica $E^* = 5$ m)
Detall de càlcul (Us)
Superfície del forjat, A: 100.00 m²
Perímetre del forjat, P: 40.00 m
Profunditat mitjana de la cambra sanitària per sota del nivell del terreny, z: 0.73 m
Alçada mitjana de la cara superior del forjat per sobre del nivell del terreny, h: 0.00 m
Resistència tèrmica del forjat, Rf: 2.40 m²·C/kcal
Coefficient de transmissió tèrmica del mur perimetral, Uw: 0.94 kcal/(h·m²·C)
Factor de protecció contra el vent, fv: 0.05
Tipus de terreny: Sorra semidensa
HR: Protecció front al soroll
Massa superficial: 318.42 kg/m²
Massa superficial de l'element base: 316.17 kg/m²
Caracterització acústica, Rw(C, Ctr): 53.7(-1; -5) dB
Nivell global de pressió de soroll d'impactes normalitzat, Ln,w: 76.5 dB



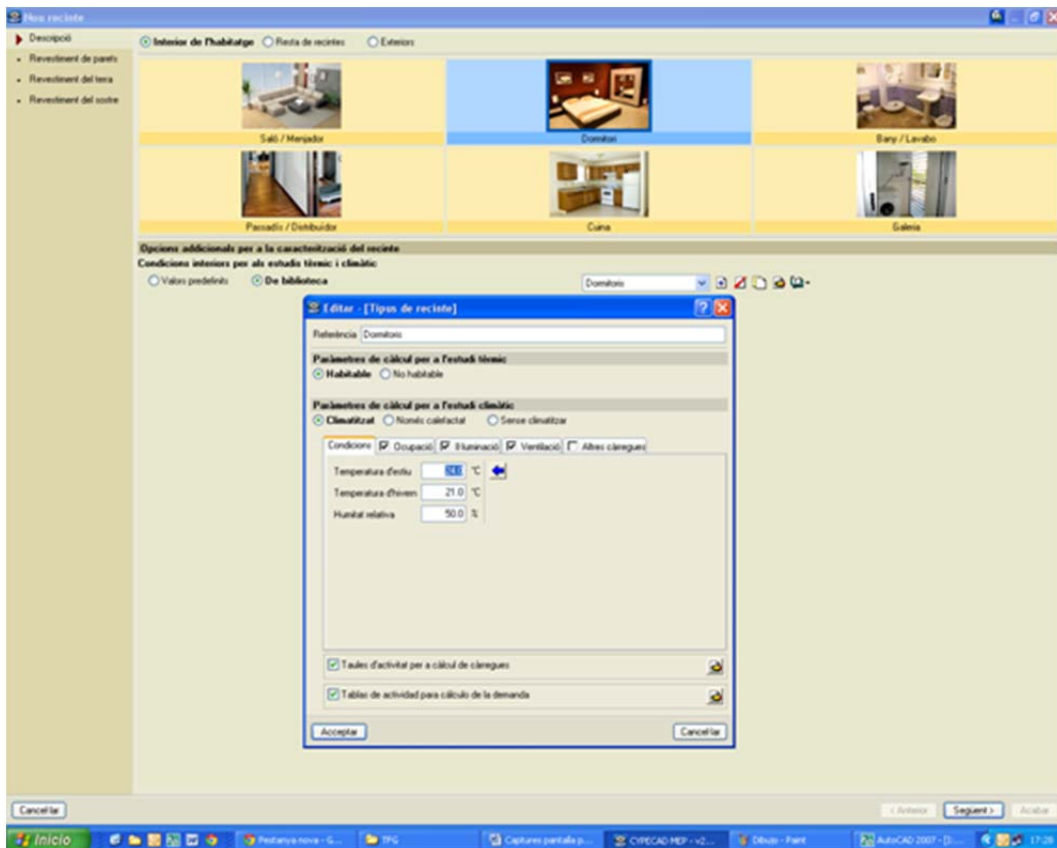
Forjat reticular
1 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.034 W/(m·K) ]: 10 cm
2 - Forjat reticular 20+5 cm (Cassetó ceràmic): 25 cm
Gruix total: 35.0 cm
HE 1: Limitació de la demanda energètica (Superior)
Uc refrigeració: 0.25 kcal/(h·m²·C)
Uc calefacció: 0.26 kcal/(h·m²·C)
HE 1: Limitació de la demanda energètica (Inferior)
Uc refrigeració: 0.26 kcal/(h·m²·C)
Uc calefacció: 0.25 kcal/(h·m²·C)
HE 1: Limitació de la demanda energètica (Voladís)
Uc refrigeració: 0.27 kcal/(h·m²·C)
Uc calefacció: 0.26 kcal/(h·m²·C)
HR: Protecció front al soroll
Massa superficial: 323.08 kg/m²
Massa superficial de l'element base: 319.33 kg/m²
Caracterització acústica, Rw(C, Ctr): 53.9(-1; -6) dB
Nivell global de pressió de soroll d'impactes normalitzat, Ln,w: 76.4 dB



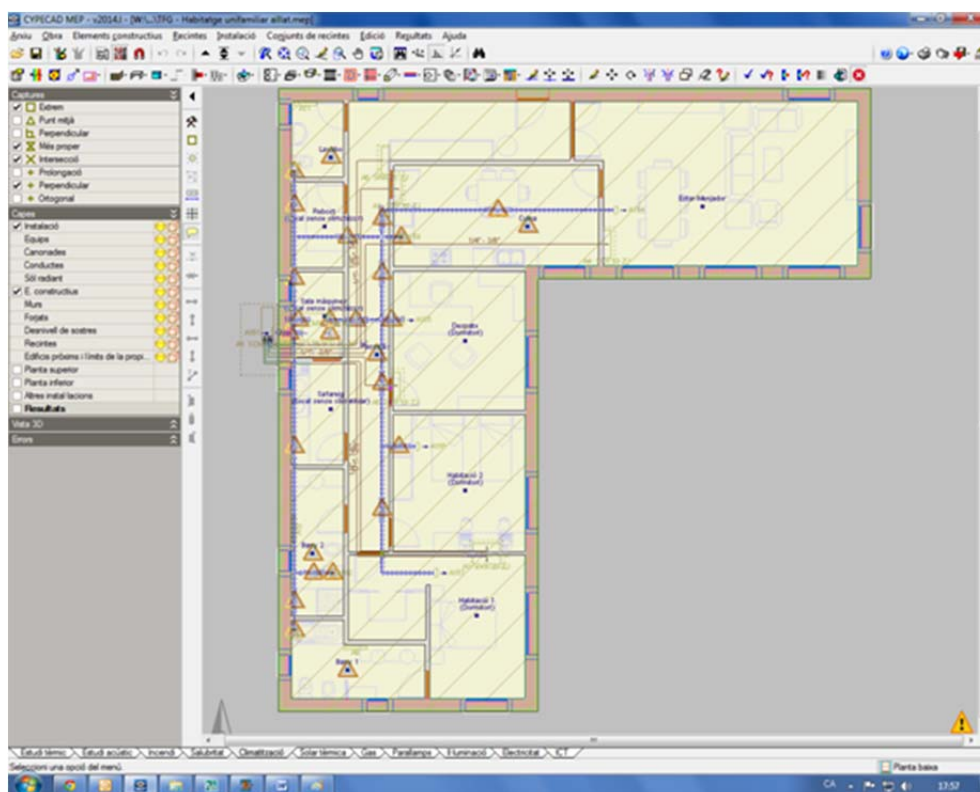
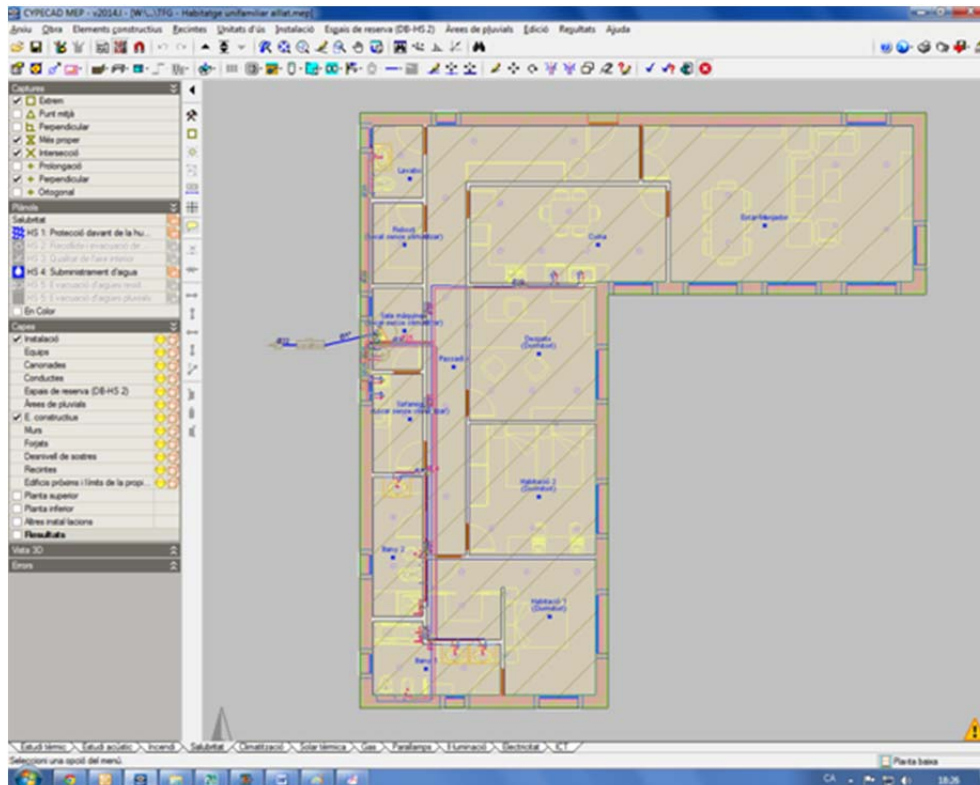
Tipus: Tauler ceràmic i paredons alleugerits sobre forjat de formigó
1 - Teja de arcilla cocida: 1 cm
2 - Betún fieltro o lámina: 0.1 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 2000: 2 cm
4 - Tabique de LH sencillo Gran Formato [40 mm < E < 60 mm]: 4 cm
Gruix total: 7.1 cm
HE 1: Limitació de la demanda energètica
Uc refrigeració: 2.07 kcal/(h·m²·C)
Uc calefacció: 2.49 kcal/(h·m²·C)
HR: Protecció front al soroll
Massa superficial: 85.90 kg/m²
Caracterització acústica, Rw(C, Ctr): 38.1(-1; -1) dB
HS 1: Protecció davant de la humitat
Tipus de coberta: Tauler ceràmic i paredons alleugerits sobre forjat de formigó
Tipus d'impermeabilització: Material bituminós/bituminós modificat

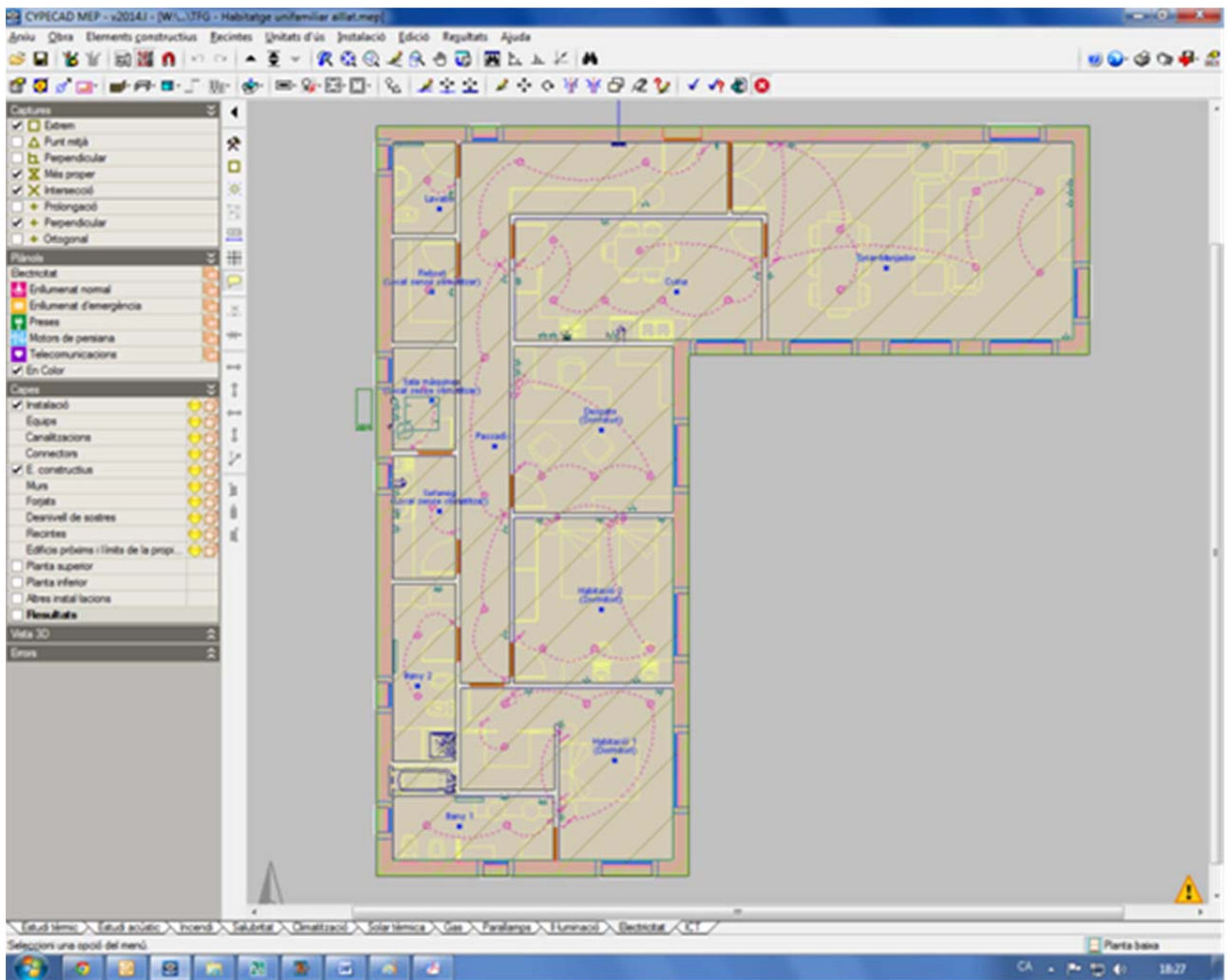


Una vegada introduïts tots els elements i delimitats els espais, es creen els recintes. Aquests recintes es defineixen com a habitacions, cuina, menjador, bany, traster, etc. Seleccionant el tipus de recinte, el programa té predefinides una característiques: habitable o no habitable, climatitzat, sense climatitzar o només calefactat, etc., però es poden modificar per l'usuari, podent editar paràmetres sobre l'ocupació, ventilació, il·luminació, etc. Aquestes dades afectaran als diferents càlculs:



Creat l'edifici, es pot continuar introduint les instal·lacions de salubritat, energia solar, climatització, il·luminació i electricitat. Aquestes instal·lacions seran necessàries per exportar l'edifici al programa CALENER i que calculi els consums d'energia per justificar el CTE HE-0 i saber la qualificació energètica de l'habitatge:





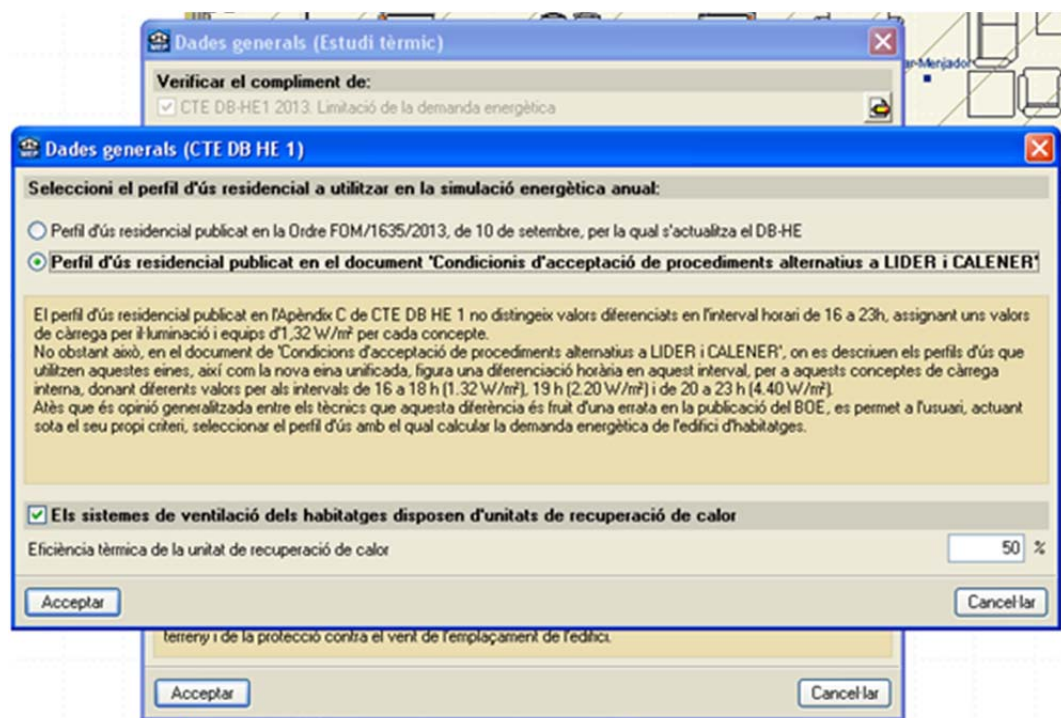
Una vegada definit tot l'edifici, es pot veure en 3D per si s'ha comès algun error d'introducció:



Així doncs, i si el programa tampoc indica cap error d'introducció, ja es pot procedir al càlcul de l'estudi tèrmic. Si s'ha seleccionat la verificació del compliment del CTE HE-1 2013, el programa indicarà error si es sobrepassa el límit de demanda de calefacció i refrigeració, sense saber quin punt de l'edifici flaqueja. El contrari passa si volem verificar el compliment del HE-1 del 2006, on el programa indica els errors dels elements en concret que no compleixen amb els valors mínims de transmitància o que tinguin condensacions superficials i/o intersticials.

Per a la verificació del compliment del CTE HE-1 2013, el programa dona la opció de contemplar en els càlculs tèrmics la utilització d'un recuperador de calor, podent introduir manualment el % d'eficiència d'aquest. Però la introducció del recuperador com a aparell i instal·lació, es fa a través de la pestanya de climatització, per calcular la potència de la màquina i els conductes i reixes.

A part del recuperador de calor, també hi ha l'opció de seleccionar el perfil d'ús que es vulgui. En l'apèndix C del CTE HE-1 s'exposen les taules relacionades amb els perfils d'ús residencial, on hi consten uns valors únics per els habitatges residencials. Tot i això, el programa CYPE dona la possibilitat d'escollir uns altres valors recollits en un document dels programes LIDER i CALENER, tal i com s'ha explicat anteriorment en l'apartat 3.3 d'aquest treball:



### 4.3 CÀLCULS I RESULTATS OBTINGUTS

Per començar, haurem de comprovar que els elements constructius compleixin les exigències del HE-1 i el compliment de la demanda energètica de calefacció i refrigeració de l'edifici.

Es parteix de les transmissibilitats tèrmiques màximes per als diferents elements que fixa la taula 2.3 del CTE HE-1. Per fer-ho s'utilitzarà el mateix tipus d'aïllament tèrmic per a tots els sistemes constructius (XPS), ja que és el tipus d'aïllament que es pot utilitzar en tots els sistemes. L'únic que es farà serà modificar el gruix de l'aïllament per arribar als requeriments exigits.

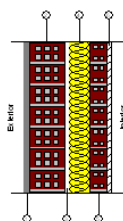
En la taula 2.3 s'indica un valor de transmissibilitat tèrmica màxima en façanes de  $0,75 \text{ w/m}^2\cdot\text{k}$  per una zona climàtica C. Aquests valors estan molt lluny dels valors orientatius de l'Apèndix E, que són uns valors de transmissibilitat tèrmica dels elements els quals ja s'hi han considerat la part proporcional de ponts tèrmics, ombres i obertures ( $0,29 \text{ w/m}^2\cdot\text{k}$  en façanes). Per aquesta diferència tant destacada, es partirà al final, dels valors orientatius de l'Apèndix E:

Valors de transmissibilitats ( $\text{w/m}^2\cdot\text{K}$ )			
Sistema	Orientatiu	Edifici	XPS (mm)
Façana	0,29	0,290	80
Coberta	0,23	0,221	140
Terra	0,36	0,360	40

Els valors de transmissibilitat de l'edifici són els corresponents a façana tradicional de doble fulla i coberta inclinada sobre envanets conillers:

#### Façana tradicional Superfície total 118.49 m<sup>2</sup>

Doble fulla ceràmica amb aïllament XPS; REVESTIMENT BASE INTERIOR: Guarnit de guix de construcció B1 mestrejat, i acabat d'arrebossat de guix d'aplicació en capa fina C6; ACABAT INTERIOR: Pintura plàstica amb textura llisa, color a escollir, acabat mat, mà de fons i dues mans d'acabat.



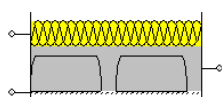
Limitació de la demanda energètica

Llistat de capes:

1 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $1800 < d < 2000$	2 cm
2 - Tabicón de LH triple [ $100 \text{ mm} < E < 110 \text{ mm}$ ]	14 cm
3 - Cambra d'aire sense ventilar	2 cm
4 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ $0.034 \text{ W}/[\text{mK}]$ ]	8 cm
5 - Tabicón de LH doble Gran Formato $60 \text{ mm} < E < 90 \text{ mm}$	7 cm
6 - Arrebossat i guarnit de guix	1.5 cm
7 - Pintura plàstica	---
<b>Gruix total:</b>	<b>34.5 cm</b>

$U_m: 0.25 \text{ kcal}/(\text{h}\cdot\text{m}^2\text{°C})$

#### Arrebossat i guarnit de guix mestrejat - Forjat reticular + XPS - XPS Superfície total 82.66 m<sup>2</sup>



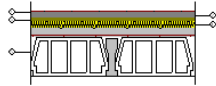
Limitació de la demanda energètica

Llistat de capes:

1 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ $0.034 \text{ W}/[\text{mK}]$ ]	14 cm
2 - Forjat reticular 20+5 cm (Cassetó ceràmic)	25 cm
3 - Arrebossat i guarnit de guix	1.5 cm
4 - Pintura plàstica sobre paraments interiors de guix o escaiola	---
<b>Gruix total:</b>	<b>40.5 cm</b>

$U_c$  refrigeració:  $0.19 \text{ kcal}/(\text{h}\cdot\text{m}^2\text{°C})$

$U_c$  calefacció:  $0.19 \text{ kcal}/(\text{h}\cdot\text{m}^2\text{°C})$



Llistat de capes:

1 - Enrajolat de rajoles ceràmiques de gres esmaltat	1 cm
2 - Morter de ciment M-5	3 cm
3 - Base de sorra de matxuc	2 cm
4 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.034 W/[mK]]	4 cm
5 - Forjat unidireccional 22+5 cm (Revoltó ceràmic)	27 cm
<b>Gruix total:</b>	<b>37 cm</b>

Limitació de la demanda energètica

Alçada lliure: 40 cm  
 $U_g$ : 0.31 kcal/(h·m<sup>2</sup>·°C)

Una vegada es tenen els elements amb unes transmissàncies vàlides segons CTE, es procedeix al càlcul de la demanda energètica de calefacció i refrigeració. El CTE HE-1 en l'apartat 2.2, limita aquesta demanda:

## 2.2 Quantificació de la exigència

### 2.2.1 Edificios nuevos o ampliaciones de edificios existentes

#### 2.2.1.1 Limitación de la demanda energética del edificio

##### 2.2.1.1.1 Edificios de uso residencial privado

- 1 La *demanda energètica* de calefacció del edifici o la part ampliat, en su caso, no debe superar el valor límite  $D_{cal,lim}$  obtenido mediante la siguiente expresión:

$$D_{cal,lim} = D_{cal,base} + F_{cal,sup} / S$$

donde,

$D_{cal,lim}$  es el valor límite de la *demanda energètica* de calefacció, expresada en kW·h/m<sup>2</sup>·año, considerada la superficie útil de los *espacios habitables*;

$D_{cal,base}$  es el valor base de la *demanda energètica* de calefacció, para cada *zona climática* de invierno correspondiente al edificio, que toma los valores de la tabla 2.1;

$F_{cal,sup}$  es el factor corrector por superficie de la *demanda energètica* de calefacció, que toma los valores de la tabla 2.1;

S es la superficie útil de los *espacios habitables* del edificio, en m<sup>2</sup>.

Tabla 2.1 Valor base y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción

	Zona climática de invierno					
	$\alpha$	A	B	C	D	E
$D_{cal,base}$ [kW·h/m <sup>2</sup> ·año]	15	15	15	20	27	40
$F_{cal,sup}$	0	0	0	1000	2000	3000

- 2 La *demanda energètica* de refrigeració del edifici o la part ampliat, en su caso, no debe superar el valor límite  $D_{ref,lim} = 15$  kW·h/m<sup>2</sup>·año para las *zonas climáticas* de verano 1, 2 y 3, o el valor límite  $D_{ref,lim} = 20$  kW·h/m<sup>2</sup>·año para la *zona climática* de verano 4.

Així dons, per el nostre edifici situat en zona climàtica C2, els valors límit seran els següents:

$$D_{cal,lim} = 20 + 1000 / 161 \cdot 23 = 26'20 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{m}^2 \cdot \text{any}$$

$$D_{ref,lim} = 15'00 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{m}^2 \cdot \text{any}$$

El resultat de la demanda de calefacció del nostre edifici, amb gruixos d'aïllaments de 9 cm en façana, 15 cm en coberta i 6 en terres és de 37'00 kW·h/m<sup>2</sup>·any, molt per sobre del límit. En refrigeració compleix tranquil·lament.



Per tant, els valors orientatius de l'Apèndix E s'han quedat curts per el nostre edifici. Però com que volem conservar les obertures del projecte tal com són i els ponts tèrmics estan degudament tractats, el que es fa es comprovar si augmentant el gruix de l'aïllament dels tancaments, es pot reduir la demanda energètica:

<b>Façana tradicional</b>							
Espessor XPS (cm)	9	10	11	12	13	14	15
kW·h/m <sup>2</sup> ·any (calef.)	37,00	36,50	36,10	35,80	35,50	35,30	35,10

S'observa que per cada cm d'aïllament que s'augmenta la demanda de calefacció es redueix molt poc, quedant molt lluny el valor límit de 26'20 kW·h/m<sup>2</sup>·any.

Es realitza la mateixa operació per a la coberta i el terra, per comprovar que algun d'aquests elements no sigui el que provoca tanta demanda:

<b>Coberta inclinada sobre envanets</b>					
Espessor XPS (cm)	15	16	17	18	19
kW·h/m <sup>2</sup> ·any (calef.)	37,00	36,80	36,40	36,10	35,90

<b>Terra, forjat sanitari</b>					
Espessor XPS (cm)	6	7	8	9	10
kW·h/m <sup>2</sup> ·any (calef.)	37,00	36,20	35,50	34,90	34,40

Amb l'augment d'aïllament en cobertes i terres, tampoc s'aconsegueix millorar gaire la demanda energètica. El fet de tenir aquests espessors d'aïllaments tan importants, fa sospitar que hi ha alguna cosa que no s'està tractant correctament.

Buscant informació per internet, es troba que la AIPEX (Asociación Ibérica de Polièstireno Extruido), indica quin és l'espessor recomanat per uns sistemes constructius concrets extrets del Càtalog d'elements constructius del CTE, segons la zona climàtica. A partir d'aquí es veu que també es recomanen espessors d'aïllament elevats per uns sistemes semblants al de l'edifici objecte d'aquest treball: 15 cm a coberta, 13 cm a façana i 10 cm a terra. Així, fent una similitud amb el sistemes constructius de l'edifici, es consideren 14 cm a coberta, 12 cm a façana i 8 cm a terra. D'aquesta manera s'estableix una relació compensada de gruixos en els diferents tancaments. Una vegada adoptats aquests valors, es procedeix a tornar a calcular la demanda i el resultat obtingut és de 29'00 kW·h/m<sup>2</sup>·any. Es comprova com augmentant proporcionalment els aïllaments dels diferents tancaments s'aconsegueix reduir la demanda, però tot i això, no es redueix gaire més ràpid si es tornen a anar augmentant els espessors.

S'arriba a la conclusió, que hi ha d'haver algun altre factor que perjudiqui. Per això, es comprova quina influència tenen els vidres i els marcs de les obertures. Es busca informació sobre

característiques tèrmiques de fusteries d'alumini amb trencament de pont tèrmic, PVC i fusta. Hi han valors bastant diversos segons les cases comercials, per això, CYPE utilitza els valors que s'indiquen per cada tipus de marc en el Catàleg d'elements constructius del CTE:

Marcos			
Producto	HE		
	$\rho$ kg / m <sup>3</sup>	$U_{H,m}$ (W/m <sup>2</sup> ·K) vertical	$U_{H,m}$ (W/m <sup>2</sup> ·K) horizontal
<b>Metàlico</b>			
Normal	-	5,7	7,2
Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm	-	4	4,5
Con rotura de puente térmico > 12 mm	-	3,2	3,5
<b>Madera</b>			
Madera de densidad media alta	700	2,2	2,4
Madera de densidad media baja	500	2	2,1
<b>PVC</b>			
PVC (dos cámaras)	-	2,2	2,4
PVC (tres cámaras)	-	1,8	1,9

També s'estudia la influència de gas dintre la càmera d'aire del vidre doble. Així es compara un vidre 6+14+4 LOW.E (baixa emissivitat) amb i sense Gas Argón:

$$\cdot \text{Gas} = 1'20 \text{ Kcal}/(\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}) \quad \cdot \text{Sense Gas} = 0'95 \text{ Kcal}/(\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C})$$

Un cop coneguts aquests valors, es combinen entre ells i s'introdueixen en les obertures de l'edifici dintre de CYPE. Un cop calculat de nou surten les següents demandes:

Obertures kW·h/m <sup>2</sup> ·any (calef.)		
Fusteria / Vidre	Alumini tpt	PVC/Fusta
6+14+4 LOW.E	29,00	24,86
6+14g+4 LOW.E	27,20	22,95

S'observa que amb fusteria d'alumini amb trencament de pont tèrmic, tot i posar gas en la càmera d'aire, no s'arriba a la demanda requerida. En el cas del PVC i la fusta, compleix de les dos maneres. Així doncs, es pot afirmar que el tipus de fusteria i de vidre influeixen bastant en la demanda energètica.

En resum, amb una construcció realitzada amb façana tradicional amb 12 cm d'XPS, coberta inclinada sobre envanets amb aïllament de 14 cm d'XPS, terra amb 8 cm d'XPS, fusteria de PVC i vidres 6+14+4 de baixa emissivitat i gas argón en la càmera d'aire, s'obtenen les següents demandes energètiques de refrigeració i calefacció:

$$D_{\text{cal,edifici}} = 22'95 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{any} < 26'50 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{any}$$

$$D_{\text{ref,edifici}} = 4'08 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{any} < 15'00 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2\cdot\text{any}$$

A partir d'aquest punt, es tenen uns valors de demanda energètica d'un edifici de referència amb uns sistemes constructius, això permetrà fer una comparació canviant els sistemes constructius i coneixent l'espessor d'aïllament necessari mínim per complir amb els requisits de demandes energètiques.

Però abans de continuar fent aquestes comparatives entre sistemes constructius, es realitza una comparativa d'aquest edifici en compliment amb el CTE HE-1 2013 i el del 2006. Utilitzant els mateixos sistemes, però reduint l'espessor dels aïllaments fins el límit permès en l'anterior normativa del 2006. Una vegada es tinguin els tancaments amb les transmissibilitats límit del CTE HE-1 2006 i comprovat el compliment i les condensacions, es calcularà aquest edifici per saber quina seria la demanda de calefacció i refrigeració. Això permetrà conèixer quina reducció de demanda hi ha hagut, la inversió econòmica de més i l'estalvi de consum energètic (Apartat 4.5).

En diferència del nou HE-1, el del 2006 a través de la opció simplificada només requeria el compliment de les transmissibilitats dels tancaments de l'envoltant tèrmica. Així doncs, aquesta és la diferència de requeriments de transmissibilitats dels tancaments mínimes per complir les diferents normatives i la diferència de gruix de l'aïllament utilitzant els mateixos sistemes constructius i capes que els formen:

<b>Valors de transmissibilitats CTE 2006 (w/m<sup>2</sup>·K)</b>			
<b>Sistema</b>	<b>CTE</b>	<b>Edifici</b>	<b>XPS (mm)</b>
Façana	0,73	0,63	20
Coberta	0,41	0,38	60
Terra	0,50	0,47	20

<b>Valors de transmissibilitats CTE 2013 (w/m<sup>2</sup>·K)</b>			
<b>Sistema</b>	<b>Orientatiu</b>	<b>Edifici</b>	<b>XPS (mm)</b>
Façana	0,29	0,290	80
Coberta	0,23	0,221	140
Terra	0,36	0,360	40

	<b>Demanada energètica (kW·h/m<sup>2</sup>·any)</b>		<b>Càrregues tèrmiques Potència total (Kcal/h)</b>	
	<b>Calefacció</b>	<b>Refrigeració</b>	<b>Calefacció</b>	<b>Refrigeració</b>
CTE 2013	22,95	4,08	4208,90	4448,70
CTE 2006	49,66	4,46	6207,70	4562,40

Es pot observar com la demanda de calefacció pràcticament s'ha doblat respecte de l'edifici amb compliment CTE 2013 i les càrregues tèrmiques també han augmentat considerablement, en canvi, la demanada i càrregues de refrigeració no han variat gaire. Això pot ser degut a que la zona climàtica a on s'ubica la casa (C2) no és una zona on hi faci molta calor. Els gruixos de l'edifici 2013 de la taula anterior, no són els necessaris per complir amb la demanada, orientatiu.

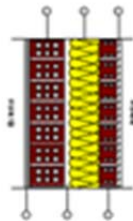
Vista la diferència entre el mateix edifici complint els diferents CTE de 2006 i 2013, es pot continuar amb l'objecte principal del treball: comparació entre sistemes. Així, el que es farà per realitzar aquestes comparacions serà anar canviant l'edifici amb els sistemes estudiats en l'apartat 3.2 d'aquest treball.

Per començar, es canviaran els tipus de façana, mantenint el mateix tipus de coberta, terra i obertures. D'aquesta manera es podrà saber amb més aproximació la influència de cada sistema.

Dintre de cada sistema, es modificarà únicament el gruix de la capa de l'aïllament, fins que es compleixi el requisit de l'HE-1 de demanda energètica.

Es parteix de l'edifici introduït anteriorment, compost per façana de doble fulla, coberta inclinada sobre envanets, fusteria PVC i vidres amb càmeres de "gas argó".

**Façana tradicional** Superfície total 118.21 m<sup>2</sup>  
 Doble fulla ceràmica amb aïllament XPS; REVESTIMENT BASE INTERIOR: Guarnit de guix de construcció B1 mestrejat, i acabat d'arbossat de guix d'aplicació en capa fina C6; ACABAT INTERIOR: Pintura plàstica amb textura llisa, color a escollir, acabat mat, mà de fons i dues mans d'acabat.



Llistat de capes:

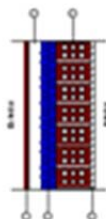
1 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 2000	2 cm
2 - Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	14 cm
3 - Cambra d'aire sense ventilar	2 cm
4 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.034 W/[mK]]	12 cm
5 - Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm < E < 90 mm	7 cm
6 - Arrebossat i guarnit de guix	1.5 cm
7 - Pintura plàstica	---
<b>Gruix total:</b>	<b>38.5 cm</b>

Limitació de la demanda energètica

$U_m: 0.19 \text{ kcal}/(\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C})$

**Fachada ventilada con placas cerámicas** Superfície total 118.95 m<sup>2</sup>

Fachada ventilada con placas cerámicas, con cámara de aire de 5 cm de espesor, compuesta de: REVESTIMIENTO EXTERIOR: hoja de 1,5 cm de espesor, formada por placa cerámica extruida alveolar de gran formato, XB "FAVEMANC", color Tabaco, gama de colores lisos, con subestructura soporte compuesta de perfiles verticales de aluminio extruido de aleación 6063 y tratamiento térmico T-5 tipo T, de 2,5 mm de espesor medio, grapas de acero inoxidable para soporte de las piezas, ménsulas de aluminio para sustentación y ménsulas de aluminio para retención de los perfiles verticales sujetas mediante anclajes y tornillería de acero inoxidable A2 según DIN 7504-K, de cabeza hexagonal o plana; AISLANTE TÉRMICO: aislamiento formado por panel rígido de poliestireno extruido Polyfoam C3 TG 1250 "KNAUF INSULATION", de 60 mm de espesor; HOJA PRINCIPAL: hoja de 14 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco (H-16), para revestir, recibida con mortero de cemento M-5;; REVESTIMENT BASE INTERIOR: Guarnit de guix de construcció B1 mestrejat, i acabat d'arbossat de guix d'aplicació en capa fina C6; ACABAT INTERIOR: Pintura plàstica amb textura llisa, color a escollir, acabat mat, mà de fons i dues mans d'acabat.



Llistat de capes:

1 - Revestimiento de placa de cerámica extruida sistema XB "FAVEMANC"	1.5 cm
2 - Cambra d'aire molt ventilada	5 cm
3 - Poliestireno extruido Polyfoam C3 TG 1250 "KNAUF INSULATION"	6 cm
4 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	14 cm
5 - Arrebossat i guarnit de guix	1.5 cm
6 - Pintura plàstica	---
<b>Gruix total:</b>	<b>28 cm</b>

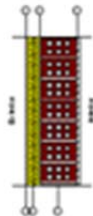
Limitació de la demanda energètica

$U_m: 0.38 \text{ kcal}/(\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C})$

### Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS'

Superficie total 119,29 m<sup>2</sup>

Fachada de una hoja con aislamiento por el exterior, sistema 'ETICS', compuesta de: REVESTIMIENTO EXTERIOR: aislamiento térmico con el sistema Traditem "GRUPO PUMA", formado por: mortero hidráulico Traditem "GRUPO PUMA", dispuesto en tres capas: una primera capa de adhesión a el soporte, una segunda capa de protección contra la intemperie del aislamiento y una tercera capa de adhesión de la malla; un panel rígido de poliestireno expandido, de 80 mm de espesor, resistencia térmica 2,22 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), densidad 20 kg/m<sup>3</sup> (situado entre las dos capas de mortero hidráulico, como aislante térmico); malla de fibra de vidrio, de 3,7x4,3 mm de luz, antiálcals, de 160 g/m<sup>2</sup> y 0,49 mm de espesor, para refuerzo del mortero (en la capa de protección); Fondo Morcemcrl "GRUPO PUMA" y mortero acrílico Morcemcrl "GRUPO PUMA", acabado grueso; HOJA PRINCIPAL: hoja de 14 cm de espesor de fábrica, de ladrillo cerámico hueco (tochana), para revestir, recibida con mortero de cemento M-5;; REVESTIMENT BASE INTERIOR: Guamit de guix de construcció B1 mestrejat, i acabat d'arrebossat de guix d'aplicació en capa fina C6; ACABAT INTERIOR: Pintura plàstica amb textura llisa, color a escollir, acabat mat, mà de fons i dues mans d'acabat.



#### Llistat de capes:

1 - Mortero decorativo Morcemcrl "GRUPO PUMA"	0.3 cm
2 - Mortero base Traditem "GRUPO PUMA"	0.5 cm
3 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.034 W/[(mK)]]	5 cm
4 - Mortero base Traditem "GRUPO PUMA"	0.5 cm
5 - Fábrica de ladrillo cerámico hueco	14 cm
6 - Arrebossat i guamit de guix	1.5 cm
7 - Pintura plàstica	---
<b>Gruix total:</b>	<b>21.8 cm</b>

Limitació de la demanda energètica

$U_m: 0.43 \text{ kcal}/(\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C})$

(Coberta inclinada sobre envanets, PVC i vidres gas)	Espesor aïllament XPS (mm)	Transmitància sistema (w/m <sup>2</sup> ·k)	Demanda energètica (kW·h/m <sup>2</sup> ·any)		Càrregues tèrmiques Potència total (Kcal/h)	
			Calefacció	Refrigeració	Calefacció	Refrigeració
Façana doble fulla	120	0,22	22,95	4,08	4208,90	4448,70
Façana ventilada	60	0,44	24,45	4,22	4733,00	4489,10
Façana SATE	50	0,50	25,49	4,57	4759,90	4577,20

Amb els càlculs fets, s'observa que la façana tradicional de doble fulla té una transmitància menor que la façana ventilada i la SATE, però la demanda energètica és pràcticament la mateixa. Això és degut a que els sistemes amb aïllament per l'exterior eviten més les pèrdues de calor i també influeixen molt al tractar els ponts tèrmics de manera diferent, al poder passar l'aïllament tèrmic per davant de forjats, dintells, caixes de persiana, etc. Això permet reduir considerablement el gruix de l'aïllament.

Coneguts les composicions d'aquests sistemes, es pot analitzar el cost d'execució d'aquests per saber si continuen sent viables.

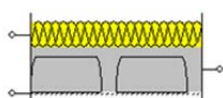
A l'Annex 4 es mostren els amidaments i preus, realitzats amb el Generador de preus de CYPE, de cada sistema constructiu compostats segons els càlculs anteriors. S'han tingut només en compte els elements diferencials de cada sistema per una execució completa, els revestiments interiors, caixes de persianes i els elements que són iguals en tots els sistemes no s'han comptabilitzat. Es mostra una taula resum comparativa del costos d'execució (PEM):

Costos execució sistemes	
Façana tradicional	26.244,13 €
Façana ventilada	28.273,88 €
Façana SATE	22.168,18 €

S'observa que el sistema més econòmic d'executar segons les composicions i gruixos d'aïllaments calculats, la façana amb el sistema SATE és la més econòmica. La façana ventilada, tot i tenir un gruix d'aïllament similar, té un preu d'execució més elevat que la SATE. Per altre banda, la façana tradicional també té un preu més elevat que la SATE, però no tant com la ventilada. Aquesta diferència de preu entra la façana tradicional i la SATE és a causa de la diferència de gruix d'aïllament tèrmic, ja que és el doble. Si els gruixos dels aïllaments d'aquests dos sistemes fossin iguals, el preu d'execució seria similar.

Feta la comparativa dels diferents sistemes constructius de façana, es continua amb el comparatiu entre sistemes de coberta. Com amb les façanes, es parteix de l'edifici de referència, compost per façana de doble fulla, coberta inclinada sobre envanets, fusteria PVC i vidres amb càmeres de "gas argón".

**Arrebossat i guarnit de guix mestrejat - Forjat reticular + XPS - XPS** Superfície total 82.66 m<sup>2</sup>



Llistat de capes:

1 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.034 W/[mK]]	14 cm
2 - Forjat reticular 20+5 cm (Cassetó ceràmic)	25 cm
3 - Arrebossat i guarnit de guix	1.5 cm
4 - Pintura plàstica sobre paraments interiors de guix o escaiola	---
<b>Gruix total:</b>	<b>40.5 cm</b>

Limitació de la demanda energètica

U<sub>c</sub> refrigeració: 0.19 kcal/(h·m<sup>2</sup>·°C)

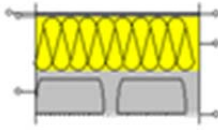
U<sub>c</sub> calefacció: 0.19 kcal/(h·m<sup>2</sup>·°C)

En l'edifici de referència, es complia amb la demanda energètica amb una coberta inclinada sobre envanets amb 14 cm d'aïllament XPS. Així, en les pròximes cobertes es buscarà quin és el gruix d'aïllament necessari per arribar a complir amb la demanda del HE-1. Es comença amb 14 cm, el gruix d'aïllament que necessitava la coberta inclinada sobre envanets.

La següent coberta és també inclinada, però amb el forjat inclinat:

<b>Coberta inclinada</b>							
<b>Espessor XPS (cm)</b>	14	16	18	22	26	30	31
<b>kW·h/m<sup>2</sup>·any (calef.)</b>	31,50	30,60	29,80	28,50	27,50	26,60	26,50

S'observa que s'ha hagut de doblar el gruix d'aïllament, fet que sorprèn mirant la transmitància resultant. La transmitància d'aquesta coberta és de 0'09 kcal/(h·m<sup>2</sup>·°C) = 0'11 w/m<sup>2</sup>·K i la de la coberta sobre envanets és de 0'22 w/m<sup>2</sup>·K. Això és degut a que l'espai sota coberta que es crea amb la coberta inclinada sobre envanets ajuda a evitar les pèrdues d'energia, ja que l'aïllament no separa directament de l'espai exterior, sinó d'un espai amb un ambient més suau.

**Arrebossat i guarnit de guix mestrejat - Solera ceràmica i teula àrab (Forjat inclinat reticular)**Superfície total 86.28 m<sup>2</sup>

## Llistat de capes:

1 - Teja de arcilla cocida	1 cm
2 - Betún fieltro o lámina	0.1 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1800 < d < 2000	2 cm
4 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.034 W/[mK]]	31 cm
5 - Forjat reticular 20+5 cm (Cassetó ceràmic)	25 cm
6 - Arrebossat i guarnit de guix	1.5 cm
7 - Pintura plàstica sobre paraments interiors de guix o escaiola	---
<b>Guix total:</b>	<b>60.6 cm</b>

Limitació de la demanda energètica

U<sub>c</sub> refrigeració: 0.09 kcal/(h·m<sup>2</sup>·°C)  
 U<sub>c</sub> calefacció: 0.09 kcal/(h·m<sup>2</sup>·°C)

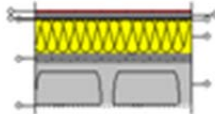
Les pròximes cobertes són les planes, per poder fer-les més comparables s'ha intentat que moltes de les capes que formen els diferents sistemes siguin iguals. Això permetrà veure millor quina és la influència que tenen les poques capes que els distingeixen:

**Arrebossat i guarnit de guix mestrejat - Coberta plana transitable, no ventilada, amb enrajolat fix, impermeabilització mitjançant làmines asfàltiques. (Forjat reticular)**Superfície total 83.72 m<sup>2</sup>

Coberta plana transitable, no ventilada, amb enrajolat fix, tipus convencional, composta de: formació de pendents: formigó cel·lular de ciment escumat; aïllament tèrmic: plafó rígid de poliestirè extrudit, de 100 mm d'espessor; capa separadora sota impermeabilització: geotèxtil no teixit compost per fibres de polèster unides per tires; impermeabilització monocapa no adherida: làmina de betum modificat amb elastòmer SBS, LBM(SBS)-40/FP (140); capa separadora sota protecció: geotèxtil no teixit compost per fibres de polèster unides per tires; capa de protecció: rajoles de gres rústic 4/3/-/E, 30x30 cm col·locades en capa fina amb adhesiu de ciment normal, C1 gris, sobre la capa de regularització de morter M-5, rejuntat amb morter de juntes de ciment, CG2.

## REVESTIMENT DEL SOSTRE

Sostre amb revestiment continu, compost de: REVESTIMENT BASE: guarnit de guix de construcció B1 mestrejat, i acabat d'arrebossat de guix d'aplicació en capa fina C6; Capa d'acabat: pintura plàstica amb textura llisa, color a escollir, acabat mat, mà de fons i dues mans d'acabat.



## Llistat de capes:

1 - Paviment de gres rústic	1 cm
2 - Morter de ciment	4 cm
3 - Geotèxtil de polèster	0.08 cm
4 - Impermeabilització asfàltica monocapa no adherida	0.36 cm
5 - Geotèxtil de polèster	0.06 cm
6 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.034 W/[mK]]	21 cm
7 - Formació de pendents amb formigó cel·lular	6 cm
8 - Forjat reticular 20+5 cm (Cassetó ceràmic)	25 cm
9 - Arrebossat i guarnit de guix	1.5 cm
10 - Pintura plàstica sobre paraments interiors de guix o escaiola	---
<b>Guix total:</b>	<b>59 cm</b>

Limitació de la demanda energètica

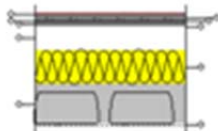
U<sub>c</sub> refrigeració: 0.12 kcal/(h·m<sup>2</sup>·°C)  
 U<sub>c</sub> calefacció: 0.12 kcal/(h·m<sup>2</sup>·°C)

**Arrebossat i guarnit de guix mestrejat - Coberta plana transitable, ventilada, amb enrajolat fix, impermeabilització mitjançant làmines asfàltiques. (Forjat reticular)**Superfície total 83.72 m<sup>2</sup>

Coberta plana transitable, ventilada, amb enrajolat fix, tipus convencional, composta de: formació de pendents: taulell ceràmic buit encadellat recolzat sobre envans alleugerats; aïllament tèrmic: plafó rígid de poliestirè extrudit, de 100 mm d'espessor; capa separadora sota impermeabilització: geotèxtil no teixit compost per fibres de polèster unides per tires; impermeabilització monocapa no adherida: làmina de betum modificat amb elastòmer SBS, LBM(SBS)-40/FP (140); capa separadora sota protecció: geotèxtil no teixit compost per fibres de polèster unides per tires; capa de protecció: rajoles de gres rústic 4/3/-/E, 30x30 cm col·locades en capa fina amb adhesiu de ciment normal, C1 gris, sobre la capa de regularització de morter M-5, rejuntat amb morter de juntes de ciment, CG2.

## REVESTIMENT DEL SOSTRE

Sostre amb revestiment continu, compost de: REVESTIMENT BASE: guarnit de guix de construcció B1 mestrejat, i acabat d'arrebossat de guix d'aplicació en capa fina C6; Capa d'acabat: pintura plàstica amb textura llisa, color a escollir, acabat mat, mà de fons i dues mans d'acabat.



## Llistat de capes:

1 - Paviment de gres rústic	1 cm
2 - Morter de ciment	4 cm
3 - Geotèxtil de polèster	0.08 cm
4 - Impermeabilització asfàltica monocapa no adherida	0.36 cm
5 - Capa de morter de ciment M-5	3 cm
6 - Geotèxtil de polèster	0.1 cm
7 - Cambra d'aire	15 cm
8 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.034 W/[mK]]	22 cm
9 - Forjat reticular 20+5 cm (Cassetó ceràmic)	25 cm
10 - Arrebossat i guarnit de guix	1.5 cm
11 - Pintura plàstica sobre paraments interiors de guix o escaiola	---
<b>Guix total:</b>	<b>72.04 cm</b>

Limitació de la demanda energètica

U<sub>c</sub> refrigeració: 0.12 kcal/(h·m<sup>2</sup>·°C)  
 U<sub>c</sub> calefacció: 0.13 kcal/(h·m<sup>2</sup>·°C)

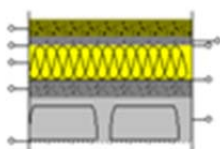
Entre les dos cobertes planes transitables, com es pot observar, no hi ha gaire diferència entre elles. Tenen una transmitància pràcticament idèntica, igual que el gruix d'aïllament que necessiten. D'aquest cas sorprèn que, tenint una càmera d'aire no es redueixi el gruix de l'aïllament, com passa amb la façana ventilada.

**Arrebossat i guarnit de guix mestrejat - Coberta plana no transitable, no ventilada, enjardinada, impermeabilització mitjançant làmines asfàltiques. (Forjat reticular)** Superfície total 83.72 m<sup>2</sup>

Coberta plana no transitable, no ventilada, enjardinada extensiva (ecològica), tipus invertida, composta de: formació de pendents: formigó cel·lular de ciment escumat; impermeabilització monocapa adherida: làmina de betum modificat amb elastòmer SBS LBM(SBS)-50/G-FP (150) col·locada amb emprimació asfàltica, tipus EA; capa separadora sota aïllament: geotèxtil no teixit compost per fibres de polèster unides per tires; aïllament tèrmic: plafó rigid de poliestirè extrudit, de 100 mm d'espessor; capa separadora sota protecció: geotèxtil no teixit compost per fibres de polèster unides per tires; capa drenant i retenidora d'aigua: làmina drenant i retenedora d'aigua; capa filtrant: geotèxtil de polipropilè-poietilè; capa de protecció: base de substrat orgànic, acabada amb roca volcànica.

**REVESTIMENT DEL SOSTRE**

Sostre amb revestiment continu, compost de: REVESTIMENT BASE: guarnit de guix de construcció B1 mestrejat, i acabat d'arrebossat de guix d'aplicació en capa fina C6; Capa d'acabat: pintura plàstica amb textura llisa, color a escollir, acabat mat, mà de fons i dues mans d'acabat.



**Listat de capes:**

1 - Substrat orgànic i roca volcànica	10 cm
2 - Substrat orgànic i roca volcànica	5 cm
3 - Làmina drenant i filtrant	0.06 cm
4 - Geotèxtil de polèster	0.06 cm
5 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.034 W/[mK]]	20 cm
6 - Impermeabilització asfàltica monocapa adherida	0.45 cm
7 - Formació de pendents amb formigó cel·lular	10 cm
8 - Forjat reticular 20+5 cm (Cassetó ceràmic)	25 cm
9 - Arrebossat i guarnit de guix	1.5 cm
10 - Pintura plàstica sobre paraments interiors de guix o escaiola	---
<b>Gruix total:</b>	<b>72.07 cm</b>

Limitació de la demanda energètica

U<sub>c</sub> refrigeració: 0.12 kcal/(h·m<sup>2</sup>·°C)

U<sub>c</sub> calefacció: 0.12 kcal/(h·m<sup>2</sup>·°C)

(Façana tradicional de doble fulla, PVC i vidres amb gas)	Espessor aïllament XPS (mm)	Transmitància sistema (w/m <sup>2</sup> ·k)	Demanda energètica (kW·h/m <sup>2</sup> ·any)		Càrregues tèrmiques Potència total (Kcal/h)	
			Calefacció	Refrigeració	Calefacció	Refrigeració
Inclinada envanets	140	0,22	22,95	4,08	4208,90	4448,70
Inclinada	310	0,11	26,50	3,62	4237,90	4441,20
Plana no ventilada	210	0,14	26,40	4,44	4302,30	4596,90
Plana ventilada	220	0,15	26,44	4,44	4305,80	4474,90
Plana ajardinada	200	0,14	26,32	4,43	4294,20	4613,70

Fets els càlculs i extrets els resultats, en aquest quadre resum es pot veure que en tots els sistemes hi ha una demanda igual, la mínima per complir HE-1, que per aquest edifici és de 26'50 kW·h/m<sup>2</sup>·any.

D'aquesta comparativa es conclou que la coberta inclinada és la pitjor opció, ja que requereix un gruix d'aïllament massa elevat. Entre els diferents sistemes de coberta plana hi ha força igualtat i la coberta inclinada sobre envanets és desmarca com la millor opció per no necessitar un gruix d'aïllament tant elevat. La coberta inclinada sobre envanets, és el sistema on es precisa menys gruix d'aïllament i fa que sigui el sistema més eficaç.

Conegudes les característiques tèrmiques d'aquests sistemes, es pot analitzar el cost d'execució d'aquests per saber si acaben sent la opció òptima. En l'Annex 4 es mostren els amidament i costos d'execució (PEM):



<b>Costos execució sistemes</b>	
Coberta inclinada envanets	41.852,17 €
Coberta inclinada	58.766,56 €
Coberta plana no ventilada	46.007,67 €
Coberta plana ventilada	52.603,17 €
Coberta enjardinada	53.200,54 €

Segons els preus, la coberta inclinada sobre envanets és el sistema més econòmic, sumat a que és el sistema que requereix menys gruix d'aïllament tèrmic la converteix en la solució més òptima. La coberta inclinada es desmarca de la resta com la solució més cara. Entre les cobertes planes, la no ventilada es desmarca de les altres dos com la més econòmica. En els càlculs tèrmics realitzats anteriorment, els tres sistemes de cobertes planes necessitaven un gruix d'aïllament similar, així doncs, per cost d'execució la coberta plana no ventilada és la solució més òptima entre les cobertes planes.

Per últim, s'agafaran els sistemes constructius més eficients de façana i coberta i s'augmentaran els gruixos d'aïllaments per reduir tant com es pugui la demanda energètica. D'aquesta manera es podrà tenir una referència de com ha de ser un edifici de consum d'energia quasi nul, com requereix la Directiva Europea 2010/31/UE per edificis d'habitatges per l'any 2020. La definició d'uns valors a arribar perquè un edifici sigui considerat de consum d'energia quasi nul, ho haurà d'establir cada país membre de la Unió Europea. Aquest consum d'energia quasi nul, s'aconsegueix bàsicament amb un bon aïllament de l'envoltant de l'edifici i una instal·lació tèrmica i de producció d'ACS molt eficient.

Com que aquest treball tracta dels sistemes constructius de l'envoltant de l'edifici, no es buscarà aquest consum d'energia quasi nul estudiant i analitzant els diferents tipus d'instal·lacions. Es buscarà la mínima demanda energètica només modificant l'envoltant tèrmica. L'únic factor que es modificarà, a part de l'envoltant, serà el de la ventilació. Una ventilació controlada, com s'ha explicat anteriorment, comporta una important reducció de la demanda. Així, si fins ara s'ha considerat una eficiència del recuperador de calor del 50% per buscar una demanda d'energia tan baixa es necessitarà comptar amb el màxim d'eficiència del recuperador, el 95%. Aquesta eficiència pot ser possible si en el recuperador de calor s'hi incorpora una resistència elèctrica que escalfi l'aire impulsat a l'interior de l'habitatge a la temperatura desitjada.

A mesura que s'augmenten els gruixos, arriba a un punt que la demanda es redueix molt lentament, com s'ha vist també en l'apartat 4.3.

Com que no hi han dades de com ha de ser un habitatge de consum quasi nul, es decideix que es considerarà així quan s'assoleixi una qualificació energètica de l'edifici amb la lletra A.

Un cop calculat amb CYPE, aquests són els gruixos d'aïllaments dintre dels sistemes constructius per tal d'acostar l'edifici al consum quasi nul: Façana SATE i coberta inclinada sobre envanets amb 24 cm d'aïllament XPS, terra amb 18 cm XPS.

Es pot concloure aquest apartat fent un quadre resum de la demanda energètica (CTE HE-1) i del consum d'energia (CTE HE-0) dels edifici amb compliment CTE 2006 i 2013 i de l'edifici de consum d'energia quasi nul. Els resultats i justificacions es troben en l'apartat 4.5 i en l'Annex 3.

<b>Taula resum CTE 2013 (kw·h/m<sup>2</sup>·any)</b>			
Valors demanda: CYPE Valors consum: CALENER	Demanda (HE-1)		Consum (HE-0)
	Calefacció	Refrigeració	
Edifici 2006	49,66	4,46	94,60
Edifici 2013	22,95	4,08	59,70
Edifici consum quasi nul	3,95	4,02	31,00
Límit CTE 2013	26,50	15,00	59,75

#### **4.4 COMPROVACIÓ A CALENER I CERTIFICAT ENERGÈTIC**

Per poder verificar el compliment de l'HE-0 i HE-1, i de pas saber la qualificació energètica de l'habitatge, és necessari exportar l'edifici introduït de CYPE a CALENER VyP. Val a dir que el programa CALENER és un programa d'un nivell inferior a CYPE, per això, la exportació no és completa i s'han de fer modificacions per aconseguir tenir a CALENER un edifici el màxim semblant que l'introduït a CYPE i a la realitat.

A part d'aquestes modificacions, s'han de fer-ne unes altres a nivell del nou CTE 2013, ja que com s'ha explicat en l'apartat 3.3.2, els programes LIDER i CALENER estan preparats per verificar el compliment del CTE 2006, i el nou programa unificat per validar el CTE 2013 encara està en versió de proves i té certes limitacions.

Al obrir CALENER VyP, el primer a modificar són les dades de la descripció de l'edifici. Aquestes dades a canviar són les de la zona climàtica (C2), altitud localitat (70 m) i el número de renovacions hora de ventilació. Aquestes renovacions hora, tal i com s'ha explicat a l'apartat 3.3.2 segons nota informativa del Ministeri, han de ser de 0'63 i no de 1. Aquest canvi bé originat perquè el valor de 1 renovació/hora era massa càstig i no s'ajustava a la realitat. En el nostre edifici, al tenir un recuperador de calor, es pot reduir aquest 0'63. Tot i que el fabricants asseguruen una efectivitat de 95% d'eficiència, en els càlculs només es considera un 50%. Per tant, el 50% de 0'63 és 0'315, que serà el valor introduït en el número de renovacions per hora:

Calener VYP - TFG\_-\_Habitatge\_unifamiliar\_aïllat - [Descripción]

Nuevo Abrir Guardar Descripción BD Opciones 3D Sistema C.Calif Resultados PDF Exportar Ayuda Acerca

**Zonificación climática**

Zona:

Localidad:


Latitud:

Altitud:

Peninsular  Extrapeninsular

**Orientación del edificio**

Ángulo:  °



**Tipo edificio**

Vivienda unifamiliar

Vivienda en bloque

Edificio sector terciario, pequeño o mediano

**Datos del Proyecto**

Nombre del proyecto:

Comunidad:

Localidad:

Dirección:

**Datos del Autor**

Nombre:

Empresa o Institución:

E-mail:

Teléfono:

**Edificio**

Referencia catastral:

**Clase por defecto de los espacios habitables**

Tipo de Uso:

Condiciones higrométrica

Clase 3 o inferior

Clase 4

Clase 5

Número de renovaciones hora requerido:

L'altre modificació a fer perquè s'ha desajustat al fer l'exportació, són els ponts tèrmics:

Calener VYP - TFG\_-\_Habitatge\_unifamiliar\_aïllat - [Opciones y Valores por Defecto]

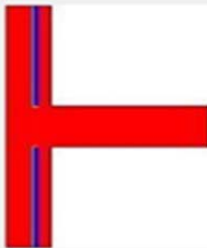
Nuevo Abrir Guardar Descripción BD Opciones 3D Sistema C.Calif Resultados PDF Exportar Ayuda Acerca

Espacio de Trabajo Construcción

Ceramientos y particiones interiores Puertas térmicas

Forjados Cerramiento vertical Contacto terreno

**Encuentro forjado-fachada**

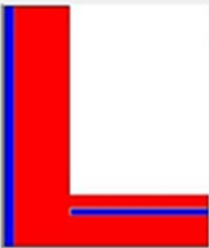


Nombre:

$\psi$ :  W/(mK)

$f$ :

**Encuentro suelo exterior-fachada**

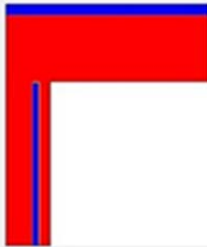


Nombre:

$\psi$ :  W/(mK)

$f$ :

**Encuentro cubierta-fachada**

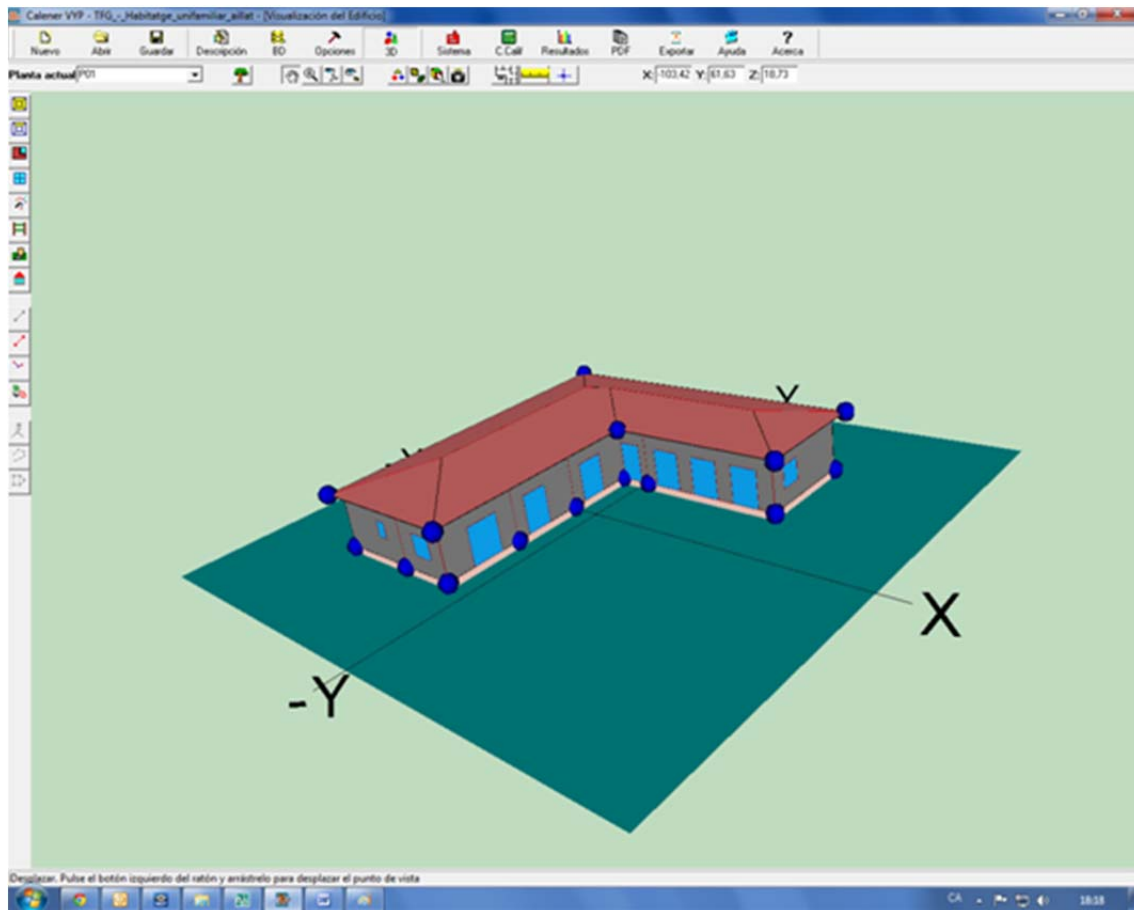


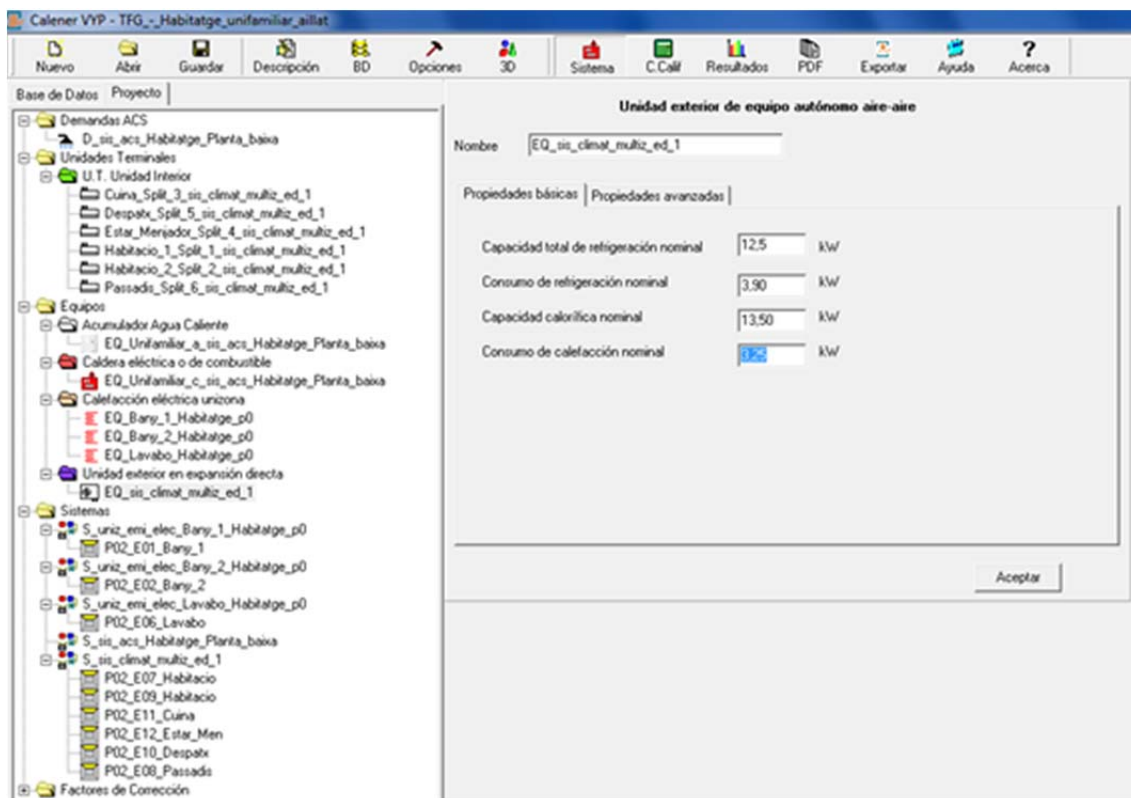
Nombre:

$\psi$ :  W/(mK)

$f$ :

Per últim, s'ha de comprovar que no hi han errors en la geometria de l'edifici, ja que LIDER i CALENER no estan preparats per geometries gaire complexes. També s'ha de comprovar que les instal·lacions s'han exportat correctament. En aquest cas es detecta que hi ha un error ens els consums elèctrics de la unitat exterior de climatització (veure fitxa tècnica a Annex 1).





Una vegada comprovat tot, es procedeix a calcular l'edifici. El programa CALENER VyP, ens mostra els valors de les demandes de calefacció i refrigeració i els diferents consums. Observem que els valors de demanda entre CYPE i CALENER són pràcticament iguals:

Resultats CYPE - CALENER		
kw·h/m <sup>2</sup> ·any	Calefacció	Refrigeració
CYPE	22,95	4,08
CALENER	23,30	2,80

Així doncs, es pot afirmar que CYPE treu uns resultats que es poden donar per fiables respecte a la justificació del HE-1, ja que com s'ha comprovat, acaben sortint els mateixos valors que amb el CALENER.

Les fitxes justificatives que expedeixen els programes es troben en l'Annex 3.

En els resultats extrets per CALENER també hi consta el consum d'energia primària total, aquest valor és el que serveix per justificar el compliment del HE-0.

## 2.2 Cuantificación de la exigencia

### 2.2.1 Edificios nuevos o ampliaciones de edificios existentes de uso residencial privado

- 1 El *consumo energético de energía primaria no renovable* del edificio o la parte ampliada, en su caso, no debe superar el valor límite  $C_{ep,lim}$  obtenido mediante la siguiente expresión:

$$C_{ep,lim} = C_{ep,base} + F_{ep,sup} / S$$

donde,

$C_{ep,lim}$  es el valor límite del *consumo energético de energía primaria no renovable* para los servicios de calefacción, refrigeración y ACS, expresada en  $kW \cdot h/m^2 \cdot año$ , considerada la superficie útil de los *espacios habitables*;

$C_{ep,base}$  es el valor base del *consumo energético de energía primaria no renovable*, dependiente de la *zona climática* de invierno correspondiente a la ubicación del edificio, que toma los valores de la tabla 2.1;

$F_{ep,sup}$  es el factor corrector por superficie del *consumo energético de energía primaria no renovable*, que toma los valores de la tabla 2.1;

S es la superficie útil de los *espacios habitables* del edificio, o la parte ampliada, en  $m^2$ .

Tabla 2.1 Valor base y factor corrector por superficie del consumo energético

	Zona climática de invierno					
	$\alpha$	A*	B*	C*	D	E
$C_{ep,base} [kW \cdot h/m^2 \cdot año]$	40	40	45	50	60	70
$F_{ep,sup}$	1000	1000	1000	1500	3000	4000

\* Los valores de  $C_{ep,base}$  para las zonas climáticas de invierno A, B y C de Canarias, Baleares, Ceuta y Melilla se obtendrán multiplicando los valores de  $C_{ep,base}$  de esta tabla por 1,2.

Per al nostre edifici situat en zona climàtica C2, els valors límit seran els següents:

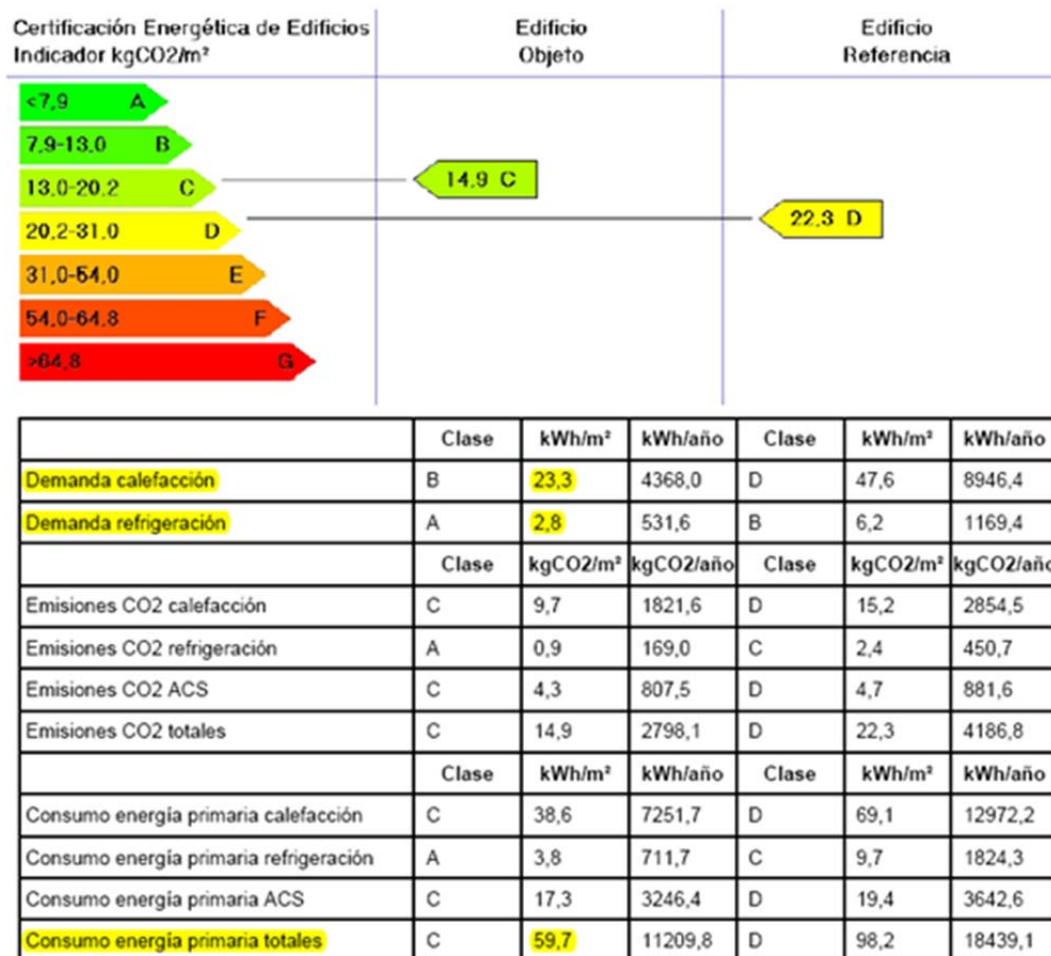
$$C_{cep,lim} = 50 + 1500 / 153'85 = 59'75 \text{ kW} \cdot \text{h/m}^2 \cdot \text{any}$$

$$59'75 \text{ kW} \cdot \text{h/m}^2 \cdot \text{any} > \mathbf{59'70 \text{ kW} \cdot \text{h/m}^2 \cdot \text{any}}$$

D'aquesta manera queda justificat el compliment del CTE HE-0 i HE-1.

CALENER, que a part de calcular les demandes i els consums, també calcula les emissions de CO<sub>2</sub>, ja que aquest programa es va crear destinat per fer el certificat energètic dels edificis. Saber la qualificació energètica de l'edifici també anirà bé per aquest treball per tenir una idea de la lletra que s'aconsegueix en cada cas. En aquest primer edifici, el qual compleix els mínims necessaris, té una qualificació C, quasi arribant a la lletra B.

## 7. Resultados



Feta la comprovació CYPE-CALENER, no farà falta exportar tots els sistemes constructius entrats a CYPE, ja que es donen per bons els resultats extrets anteriorment en les comparatives dels sistemes de façanes i cobertes. El que si que s'exportarà a CALENER serà l'edifici amb compliment del CTE HE-1 2006, així es podrà comparar també la evolució de la qualificació energètica entre les diferents normatives. Aquesta comparació també es farà amb l'edifici de consum quasi nul.

L'edifici amb compliment del CTE HE 2006, com s'ha explicat anteriorment, està format per façana de doble fulla amb aïllament d'XPS de 20 cm, coberta inclinada sobre envanets amb 60 cm d'aïllament, terra amb 20 cm, i obertures d'alumini amb trencament de pont tèrmic i vidres de baixa emissivitat 6+14+4 LOW.E. S'adunten les fitxes justificatives a l'Annex 3.

L'edifici de consum d'energia quasi nul, en el resultat de la certificació energètica del CALENER (veure Annex 3), es pot veure com s'assoleix la lletra A. La demanda energètica és una mica més inferior que la que dona CYPE.

Observant les qualificacions de tots els apartats, es comprova com la demanda de calefacció, les emissions de CO<sub>2</sub> que genera i el consum de calefacció reben la lletra A, mentre que la producció d'ACS rep la lletra C. Això significa que el control del consum d'energia per part de l'envoltant tèrmica és eficient, però que s'ha de buscar una instal·lació més eficient per la producció d'ACS.

#### 4.5 ESTALVI ENERGÈTIC I ECONÒMIC

Per realitzar aquests càlculs és necessari saber les càrregues tèrmiques i el tipus d'instal·lació de climatització instal·lat a l'habitatge. Aquests consums energètics que es calculen en aquest apartat són únicament els del consum de l'energia necessària per climatitzar l'habitatge, el consum energètic que limita el CTE HE-0 és el consum d'energia primària no renovable per els serveis de calefacció, refrigeració i A.C.S. Aquest compliment del HE-0 es comprovarà en l'apartat 4.5, on s'extreuen els resultats del programa CALENER.

En els mateixos resultats de CALENER surten desglossats els consums d'energia de calefacció i refrigeració en kw·h/any. La suma d'aquests dos valors serà el consum que es considerarà per calcular el cost energètic.

Per veure quins estalvis energètics s'obtenen i les amortitzacions, es compararà l'edifici amb compliment del CTE 2006 amb el del CTE 2013. Després l'edifici amb compliment del CTE 2013 es compararà amb l'edifici de consum quasi nul. D'aquesta manera es podrà saber a on estàvem, on estem i a on estarem en consums energètics. I si la inversió d'aquest augment d'aïllaments acaba sent rentable econòmicament.

Es comença buscant la diferència de cost d'execució entre l'edifici en compliment del CTE 2006 i el del 2013. Per fer-ho, només es tindrà en compte els costos d'execució dels aïllaments, ja que la resta de capes dels sistemes constructius són iguals.

Per conèixer els preus d'execució s'utilitza el Generador de preus de CYPE:

- Aïllament per l'interior en façana de doble fulla, 20mm = 13'42 €/m<sup>2</sup>
- Aïllament per l'interior en façana de doble fulla, 60mm x 2 = 120 mm = 39'86 €/m<sup>2</sup>
- Aïllament per l'interior sobre forjat, 60mm = 19'23 €/m<sup>2</sup>
- Aïllament per l'interior sobre forjat, 60mm+80mm = 140 mm = 43'80 €/m<sup>2</sup>
- Aïllament en sòls flotants, 20mm = 11'61 €/m<sup>2</sup>
- Aïllament en sòls flotants, 40mm x 2 = 80 mm = 27'54 €/m<sup>2</sup>



	Façana		Coberta		Terra		Total (€)
	Preu (€/m2)	Sup. (m2)	Preu (€/m2)	Sup. (m2)	Preu (€/m2)	Sup. (m2)	
<b>Edifici 2006</b>	13,42	177,69	19,23	187,80	11,61	161,23	7867,87
<b>Edifici 2013</b>	39,86		43,80		27,54		19748,64

Diferència de preu = 19.748'64 - 7.867'87 = **11.880'77 €**

El següent és trobar la diferència d'inversió entre l'edifici amb compliment 2013 i l'edifici de consum energètic quasi nul. Per poder-ho fer, es sumen els costos d'execució dels sistemes constructius emprats per l'edifici 2013 (Annex 4) més el cost d'execució de l'aïllament del terra, per l'edifici del 2013. I els costos de la façana SATE, coberta inclinada i terra amb augment de l'aïllament d'acord amb els càlculs realitzats anteriorment per saber els gruixos per un edifici de consum d'energia quasi nul (Annex 4):

Edifici 2013 = 72.536'57 €

Edifici consum quasi nul = 87.732'40 €

Diferència de preu = 87.732'40 - 72.536'57 = **15.195'83 €**

Una vegada trobats els preus d'execució i les diferències, es busca en els resultats del CALENER els consums d'energia de calefacció i refrigeració (Annex 3):

<b>Consums energia (kw·h/any)</b>			
	Calefacció	Refrigeració	Total
Edifici 2006	13613,9	804,7	14418,6
Edifici 2013	7251,7	711,7	7963,4
Edifici consum quasi nul	1638,3	958,1	2596,4

El tipus de sistema de climatització, com s'ha explicat anteriorment, és amb bomba de calor i tovalloles elèctrics. Per tant, l'energia consumida per climatitzar l'habitatge és únicament elèctrica. El preu del Kw·h d'electricitat, sense impostos, a l'any 2014 és de 0'124107 €/Kwh. No es considerarà la pujada de preu que pugui tenir el preu del kwh durant els anys de l'amortització. D'aquí se'n pot treure el cost aproximat per any de climatització:

- Edifici 2006 = 14.418'60 kw·h/any x 0'124107 €/kw·h = 1.789'45 €/any
- Edifici 2013 = 7963'40 kw·h/any x 0'124107 €/kw·h = 988'31 €/any
- Edifici consum quasi nul = 2596'40 kw·h/any x 0'124107 €/kw·h = 322'23 €/any

Diferència cost energètic edifici 2006 - 2013 = 801'14 €/any

Diferència cost execució edifici 2006 - 2013 = 11.880'77 €

Amortització = 11.880'77 / 801'14 = 14'83 ≈ **15 anys**

Diferència cost energètic edifici 2013 - consum quasi nul = 666'08 €/any

Diferència cost execució edifici 2013 - consum quasi nul = 15.195'83 €

Amortització = 15.195'83 / 666'08 = 22'81 ≈ **23 anys**

A continuació es mostra un quadre resum dels estalvis i amortitzacions d'un tipus d'edifici a l'altre. Es mostra la diferència d'inversió, l'estalvi econòmic en la factura de l'electricitat cada any i els anys en que queda amortitzada la inversió:

<b>Estalvi energètic</b>			
Diferències entre edificis	Inversió (€)	Estalvi (€/any)	Amortització (anys)
Edifici 2006 - 2013	11880,77	801,14	15
Edifici 2013 - Consum nul	15195,83	666,08	23

Aquest és un càlcul senzill, sense tenir en compte les pujades de llums, interessos, ni cap altre factor. Només és un càlcul de referència, però que ja s'acosta bastant a la realitat.

Es pot observar que l'estalvi econòmic que representa construir les cases segons els requeriments del nou CTE HE 2013 és bastant important. L'augment del cost d'execució al col·locar aquests espessors d'aïllament es mou entre un 4-5% del cost total de l'habitatge. No és un sobrecost desproporcionat, tenint en compte l'estalvi del consum d'energia que comporta i que s'amortitza en uns 15 any, més o menys.

La comparació entre l'edifici 2013 i el de consum d'energia quasi nul és una mica distorsionada, ja que com s'ha explicat abans, no se sap encara quins requeriments ha de tenir un habitatge de consum quasi nul, i que a part, en aquest treball s'ha treballat la reducció del consum energètic únicament reduint la demanda a través de l'envoltant tèrmica de l'edifici i no buscant el millor sistema de climatització i de producció d'ACS, que és un factor bastant important també per reduir el consum energètic d'un edifici.

De totes maneres, aquesta és la inversió que s'haurà de fer de cares l'any 2020, i l'estalvi energètic que hi haurà en comparació als edificis que tot just ara (any 2013) es comencen a construir. Aquesta fort canvi en el disseny dels edificis es podrà amortitzar en uns 23 anys, la meitat de la vida útil que es dona per un aïllament com l'XPS.

## **5. CONCLUSIONS**

En el primer apartat del treball s'estudiaven i comparaven els diferents tipus d'aïllaments tèrmics. Observant les seves propietats i característiques es detecta que cada producte té unes limitacions i no poden ser emprats per segons quines aplicacions. Com per exemple, la llana mineral no té suficient resistència a compressió com per aguantar el pes en una coberta plana. Per això, i considerant les propietats de cada aïllament tèrmic, durant el treball s'utilitza únicament en tots els sistemes constructius el poliestirè extruït, ja que és l'únic producte capaç de fer front a les diferents necessitats dels sistemes constructius estudiats i per poder fer-los més comparables.

Tot i utilitzar l'XPS en el treball per les raons mencionades, no és l'aïllament amb menys conductivitat tèrmica. L'aïllament amb millors propietats tèrmiques és en diferència el poliuretà projectat. Com s'ha vist en els càlculs realitzats en l'apartat corresponent, utilitzant poliuretà projectat es pot reduir el gruix de l'aïllament i continuar tenint la mateixa transmitància de tancament. Aquest fet equilibra el poliuretà projectat amb el poliestirè expandit, econòmicament parlant, quedant com les dos millors opcions a escollir. Per acabar de concloure quin és finalment el millor aïllament tèrmic, es pot decantar-se cap al poliuretà projectat, ja que el sistema d'aplicació d'aquest aïllament afavoreix a controlar millor els ponts tèrmics, oferint un revestiment continu.

També en l'apartat dels aïllaments tèrmics, es comparaven aquests amb aïllaments ecològics. Però fent l'estudi i comparació entre uns i altres es conclou que cap dels productes ecològics arriben a una conductivitat tant baixa com la del poliuretà projectat. Alguns d'aquests productes tenen unes conductivitats molt semblants a la resta d'aïllaments, comparant-los entre plaques o mantes, però el major preu d'aquests productes ecològics en comparació als altres fa que es descartin. L'únic producte ecològic que per preu podria plantejar-se la seva col·locació és la cel·lulosa projectada. Tot i que, comparat amb els seu producte equivalent no ecològic (PUR) té una conductivitat tèrmica molt més elevada. Fent els mateixos càlculs, es comprova que tot i haver de posar més gruix de cel·lulosa per arribar a la mateixa transmitància que el poliuretà, per preu la cel·lulosa projectada és la millor opció. L'únic aspecte que pot fer dubtar en la col·locació de cel·lulosa projectada és que no hi ha molta informació i hi ha molta discrepància entre experts de si aquest producte es degrada amb el temps o no, provocant la desaparició de l'aïllament tèrmic.

Així doncs, es conclou que aquests aïllaments ecològics només tenen com a avantatge el baix consum d'energia que es necessita per fabricar-los i la consegüent reducció de CO<sub>2</sub>, per tant, fins que aquesta reducció de CO<sub>2</sub> dels materials no sigui obligat per alguna normativa, aquests tipus de productes no són viables.

En el següent apartat del treball, s'estudien altres materials, materials per l'execució de la fulla principal d'una façana, considerant-los tots amb un espessor similar (1/2 peu). Al comparar

conductivitats, preus, rendiments, temps d'execució i transmitàncies de tot el tancament, es conclou que tenint en compte tots aquests factors, el material més òptim és el bloc de formigó. La fàbrica amb bloc de formigó té una transmitància una mica més alta que la resta, però augmentant 1 cm el gruix de l'aïllament acaba tenint menys transmitància que els altres i la seva execució continua sent la més econòmica i ràpida.

El mateix passa amb la fulla interior del tancament. Es comprova que utilitzar plaques de cartró-guix i augmentant l'aïllament, és millor opció que executar un envà ceràmic de 7cm.

Aquestes conclusions només consideren l'aspecte tèrmic i econòmic del tancaments, ja que per acabar de decantar-se per la millor opció en cada obra s'hauran de valorar altres factors.

L'altre objectiu del treball era l'estudi i comparació de diferents sistemes constructius de façana i coberta. Al introduir les dades d'aquests sistemes en l'edifici creat amb el programa informàtic, s'extreuen els càlculs per analitzar-ne els resultats. Partint de que tots els sistemes a comparar havien de tenir una demanda energètica similar i mínima per complir amb l'HE-1, el sistema constructiu de façana que necessita menys gruix d'aïllament per assolir aquests requeriments és la façana SATE. El sistema SATE, al tenir l'aïllament per l'exterior, permet tractar de manera més eficient els pont tèrmics, fent-los desaparèixer en algun cas. Aquest fet influeix molt en la reducció de la demanda energètica. La façana ventilada, que també té l'aïllament per l'exterior, requereix d'una mica més d'aïllament que la SATE, això pot ser degut a que la façana ventilada a cara nord no treballa gaire bé.

La façana SATE es consolida com el sistema més viable, ja que el seu cost d'execució és el més econòmic d'entre els sistemes estudiats.

En quan a sistemes de cobertes, la coberta inclinada sobre envanets conillers es posiciona com el sistema més eficient, necessitant bastant menys aïllament que els altres sistemes. Aquest millor comportament tèrmic és degut a l'espai sota-coberta lleugerament ventilat que es crea i la posició de l'aïllament sobre el forjat horitzontal. Aquest sistema permet que l'element que conté l'aïllament tèrmic no separi directament l'espai habitable de l'exterior, sinó que entre l'interior i l'exterior de l'edifici hi ha un espai amb unes condicions climatològiques menys adverses. La coberta sobre envanets conillers, és també el sistema més econòmic d'executar, convertint-se en el sistema més viable.

Si per qüestions de disseny, normativa, etc. la coberta hagués de ser plana, entre els tres sistemes de coberta plana estudiats, tots ells requereixen d'un espessor d'aïllament similar. Però la coberta plana no ventilada es desmarca de les altres en cost d'execució, sent la més econòmica.

Referent a l'evolució tèrmica dels edificis entre les diferents normatives, s'observa el canvi considerable en quant a gruixos d'aïllament necessaris. Entre el CTE 2006 i el del 2013, els gruixos d'aïllament es doblen, aconseguint reduir la demanda energètica de calefacció al voltant del 50%. La demanda energètica de refrigeració pràcticament no es redueix, degut a que a la zona climàtica on s'ubica l'edifici no és especialment calorosa. Com a conseqüència, el consum d'energia per climatitzar l'habitatge cau en un 45% aproximadament. Aquest requeriment d'augment de l'aïllament comporta un increment del cost d'execució de l'habitatge al voltant d'un 5%, tot i que amb la reducció del consum energètic que hi haurà, aquesta despesa es pot considerar com una inversió, ja que en 15 anys estarà amortitzada i durant els següents anys hi haurà un estalvi de consum energètic de 800 €/any.

Aquestes dades no poden ser agafades com a referència per a tots els edificis, ja que cada edifici té una superfície, zona climàtica i instal·lacions diferents.

També s'ha fet el supòsit en cas que s'hagués de fer un habitatge de consum energètic quasi nul. Igual que en el cas anterior, es compara l'edifici del 2013 amb aquest de consum quasi nul. En aquest cas, però, per crear l'edifici de consum quasi nul, s'utilitzen els sistemes constructius més òptims anteriorment citats, permetent que l'augment de l'aïllament no sigui tant excessiu ni el cost d'execució es dispari. De totes maneres, de la normativa actual del 2013 fins a un habitatge de consum quasi nul, l'aïllament es torna a doblar. Aquest càlcul no és del tot fiable, ja que el Govern espanyol encara no ha fixat quins valors s'han d'assolir per ser considerat un edifici de consum quasi nul. Per això, sota el meu propi criteri, decideixo que consideraré un edifici de consum quasi nul quan aquest obtingui una certificació energètica amb lletra A, només modificant l'envoltant tèrmica de l'edifici (sense tocar instal·lacions) per reduir el consum d'energia.

Així doncs, per aconseguir reduir la demanda energètica pràcticament a 0, és necessari doblar l'aïllament respecte un edifici del 2013 i executant-lo amb façana SATE i coberta inclinada sobre envanets. Així es redueix el consum energètic un 50%, sent la producció d'ACS la instal·lació que consumeix la major part d'energia del total.

La inversió que suposa aquest augment d'espessors d'aïllament en l'execució, s'amortitza en uns 23 anys aproximadament, i fent que el consum mensual d'electricitat per climatitzar l'habitatge sigui menys de 30 €.

Així doncs, es conclou, efectivament, que aquest augment de requeriments de la normativa afavoreix la reducció del consum energètic per climatitzar l'habitatge i la reducció d'emissions de CO<sub>2</sub> a l'atmosfera, objectiu principal d'aquest canvi de normativa i de la direcció que hem de seguir de cares l'any 2020. I tal i com s'ha demostrat, aquests canvis per reduir les emissions de

CO<sub>2</sub>, a part de ser beneficioses per el medi ambient, també ho són per el ciutadà, estalviant cada mes en les factures de llum, gas o gasoil per climatitzar l'habitatge.

En el transcurs del treball s'ha pogut veure la influència de les obertures en la demanda energètica. La transmitàncies d'aquestes part de l'envoltant, igual que els ponts tèrmics, necessiten ser tractades d'una manera eficient. S'ha pogut comprovar el canvi considerable en canviar les fusteries d'alumini amb trencament de pont tèrmic per fusteries de PVC o fusta. Aquest canvi de materials ha suposat una reducció de la demanda energètica de calefacció d'un 15%, i si a part de la fusteria es tria un bon vidre de doble càmera amb gas a l'interior, la reducció de la demanda en aquest edifici es redueix fins a un 20%. Per tant, l'elecció de la fusteria i del tipus de vidre és fonamental per afavorir aquesta reducció de la demanda.

Un altre factor molt important a tenir en compte per la reducció de la demanda energètica és la ventilació. Durant la realització del treball s'han anat fet incisos sobre la ventilació i com tractar-la. També, un bon control de la permeabilitat de l'aire en les fusteries és important, com exigeix el mateix CTE HE-1 2013 taula 2.3.

S'ha demostrat que la instal·lació d'un recuperador de calor ajuda a no llençar energia al complir amb les ventilacions i renovacions d'aire imposades en el CTE HS-3.

Per tant, encara que ni el HE-1 ni el HS-3 parlin dels avantatges d'instal·lar un recuperador de calor, queda provat que és un instrument essencial per ajudar a complir amb aquestes normatives i fins i tot millorar-les. Ja que com s'ha vist en el cas de dissenyar un edifici de consum quasi nul, no es podria arribar a una demanda d'energia tan baixa sense l'ajuda d'un recuperador de calor.

Per últim, i per donar compliment al CTE HE-0, per molt que es millori l'envoltant tèrmica de l'edifici i la ventilació, si no es disposa d'una instal·lació tèrmica adequada als nous requeriments de consum d'energia primària i d'emissions de CO<sub>2</sub>, és molt difícil reduir el consum i aconseguir una bona qualificació energètica de l'habitatge. Igual que la instal·lació per la producció d'ACS.

### Futurs desenvolupaments d'aquest treball

Aquest treball tenia com a objectiu principal la reducció de la demanda energètica a través de la millora de l'envoltant tèrmica de l'edifici. Però com s'ha anat comentant al llarg del treball, per aconseguir reduir aquesta demanda, és necessari tenir en compte factors com la ventilació.

Per això, el tema de la ventilació i microfiltracions pot ser un tema per continuar desenvolupant aquest treball, analitzant i quantificant la magnitud d'aquests.

També pot ser tema de desenvolupament l'anàlisi de la orientació de les façanes, si depenent de l'orientació es poden reduir els espessors dels aïllaments, i si sistemes de façana com la ventilada treballen de la mateixa manera. També dintre d'aquest tema, seria interessant analitzar la influència de les ombres, tant ombres externes a l'edifici (edificis veïns), com ombres pròpies creades a consciència per evitar els l'entrada directe dels raigs del sol, i el factor solar.

I per últim, per acabar de desenvolupar aquest treball i convertint l'edifici en un edifici de consum quasi nul, seria molt interessant estudiar les instal·lacions de l'edifici, de manera que l'energia consumida vingui de fonts renovables o que es redueixi molt el consum d'energies no renovables. Aquest tema és fonamental per complir amb el nou CTE HE-0, per aconseguir una bona qualificació energètica i per preparar l'edifici per els nous requeriments de cares l'any 2020.

### Agraïments

Agrair especialment als professors del Departament d'Arquitectura i Enginyeria de la Construcció de la Universitat de Girona, Jordi Soler Busquets, Joan Llorens Sulivera i Elena Vilagran Grau, per la seva ajuda, orientació i dedicació.

## **6. BIBLIOGRAFIA**

### Llibres:

- Castro Martín, Carlos. *Aislamiento térmico en edificación*. 1a ed. Madrid: Fundación Escuela de la Edificación, 2008.
- Cristalería Española. *Manual de aislamiento*. 1a ed. Madrid: Cristalería Española. División Aislamiento, 1993.
- Payá Peinado, Miguel. *Aislamiento térmico y acústico*. 1a ed. Monografías de la construcción 19. Barcelona: CEAC, DL 2004.
- Solé Bonet, Josep. *Aislamiento térmico en la edificación: el cálculo de la demanda energética como herramienta de diseño*. 1a ed. Manuales profesionales 4. Tarragona: Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Tarragona, DL 2003.

### Normativa:

- Norma Básica de la Edificación (NTE) sobre Condiciones Térmicas en edificios (CT-97). 1979
- Código Técnico de la Edificación (CTE) Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE). 2006
- Código Técnico de la Edificación (CTE) Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE). 2013
- Código Técnico de la Edificación (CTE) Catálogo de Elementos Constructivos. 2010
- Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo, relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición), (2010).
- EN 15265. (2007). *Energy performance of buildings - Calculation of energy needs for space heating and cooling using dynamic methods - General criteria and validation procedures*. Bruselas: European Committee for standardization.
- UNE-EN13162. (2013). *Productos manufacturados de lana mineral (MW)*. Madrid: AENOR.
- UNE-EN13163. (2013). *Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS)*. Madrid: AENOR.
- UNE-EN13164. (2013). *Productos manufacturados de poliestireno extruido (XPS)*. Madrid: AENOR.
- UNE-EN13165. (2013). *Productos manufacturados de espuma rígida de poliuretano (PUR)*. Madrid: AENOR.
- UNE-EN13167. (2013). *Productos manufacturados de vidrio celular (CG)*. Madrid: AENOR.
- UNE-EN ISO 13790. (2011). *Eficiencia energética de los edificios. Cálculo del consumo de energía para calefacción y refrigeración en espacios*. Madrid: AENOR.
- Nota informativa sobre la aplicación de herramientas informáticas para la verificación de las exigencias establecidas por la Orden FOM/1635, de 10 de septiembre de 2013 (BOE 12/09/2013), por la que se actualiza el Documento Básico de Ahorro de Energía DB-HE.
- Documento informativo: Procedimiento de Certificación a partir del 13 de marzo de 2014.



### Webs:

- Adobera del Norte <http://www.adoberadelnorte.com/>
- Asociación de Fabricantes Españoles de Lanasy Minerales aislantes <http://www.aislar.com/>
- Asociación Ibérica de Poliestireno Extruido <http://www.aipex.es/>
- Asociación Nacional del Poliestireno Expandido <http://www.anape.es/>
- Asociación Técnica del Poliuretano Aplicado <http://www.atepa.org/>
- Aurea Consulting <http://www.ecoeficiente.es/>
- Código Técnico de la Edificación <http://www.codigotecnico.org/>
- Construmática <http://www.construmatica.com/>
- CYPE Ingenieros, S.A. <http://www.cype.es/>
- dBlok <http://www.dbblok.es/>
- ECOMarc <http://www.ecomarc.es/>
- Ecospai <http://www.ecospai.com/>
- Energía y Construcción <http://energiayconstruccion.wordpress.com/>
- Favemanc <http://www.favemanc.com/>
- Grupo Puma <http://www.grupopuma.com/>
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) <http://www.idae.es/>
- Isocell <http://www.isocell.at/>
- Isover <http://www.isover.es/>
- Ladrillerías Mallorquinas <http://www.ladrillerias.com/>
- Ministerio de Industria, Energía y Turismo <http://www.minetur.gob.es/>
- Mitsubishi Electric Corporation <http://www.mitsubishielectric.es/>
- Poliespor <http://www.poliespor.com/>
- RMT - Recuperación de Materiales Textiles <http://rmt-nita.es/>
- Tecnopol, SL <http://www.tecnopol.es/>
- URSA Insulation, S.A <http://www.ursa.es/>
- Victermofitex, S.L. <http://www.termofitex.com/>

### Software:

- CYPE Ingenieros
- CALENER VyP
- eCondensa 2
- LIDER

## 7. ANNEXOS

### 7.1 FITXES TÈCNIQUES I COMERCIALS DELS PRODUCTES

www.poliespor.com

tel. 977 67 11 00

#### POLIESTIRENO EXPANDIDO - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

**POLIESPOR**

soluciones constructivas

DENOMINACIÓN COMERCIAL		POL 1	POL 2	POL 3	POL 4	POL 5	POL 6	POL 7	POL 9
DESIGNACIÓN SEGÚN UNE EN 13163:2008									
Conductividad térmica	W/m·K	0'045	0'043	0'039	0'036	0'035	0'034	0'033	0'033
Resistencia a la flexión mínima	kPa	50	50	75	150	150	170	250	250
Resistencia mínima a la compresión 10%	kPa	-	30	50	80	100	120	150	200
Resistencia mínima a la compresión 2%	kPa	-	9	15	24	30	36	45	60
Clase reacción al fuego	Euroclase	E	E	E	E	E	E	E	E
Estabilidad dimensional en c.n.	%	± 0'5	± 0'5	± 0'5	± 0'2	± 0'5	± 0'5	± 0'2	± 0'5
Est dim en condiciones especif de T³ y H	%	1	1	1	1	1	1	1	1
Resistencia a la difusión de vapor agua	1	20 - 40	20 - 40	20 - 40	20 - 40	30-70	30-70	30 - 70	40-100
Absorción agua a largo plazo inmersión	%	-	-	-	≤ 3	-	-	≤ 1	-
Resist. a la tracción perpend. a las caras	kPa	-	-	-	150	-	-	-	-
Resistencia a cortante	kPa	25	25	35	75	75	85	125	125

<sup>1</sup>espesor ≥ 40 mm, <sup>2</sup>espesor ≥ 30 mm

Meccanizado	Plancha	Bovedilla	Bovedilla/Casetón	Ingeniería Civil
CARACTERÍSTICA	EN 13163:2008	EN 15037-4:2010	UNE 53974:2011	EN 14933:2007
Longitud	± 6 mm	L1 (± 0'6% o ±3mm) L2 (± 2 mm)	± max [0'6 %; 5 mm] ≤ 12 mm	L1 ±1% o ±10mm
Anchura	± 6 mm	W1 (± 0'6% o ±3mm) W2 (± 2 mm)	± 5 mm	W1 ±0'5% o ±5 mm
Espesor	± 3 mm	T1 (± 2 mm) T2 (± 1 mm)	-	T1 ±0'5% o ±5 mm
Altura de la bovedilla	-	[- 3 mm; +7 mm]	± 3 mm	
Altura sobre el soporte de la vigueta	-	± 5 mm	± 3 mm	
Anchura / Espesor lengüeta	-	± 5 mm / [- 3 mm; + 7 mm]	± 5 mm / ± 3 mm	
Anch./alt. del chafflán	-	± 10 mm / ± 5 mm	± 10 mm / ± 5 mm	
Anchura / Altura del saliente del apoyo	-	± 3 mm / [- 2 mm; + 4 mm]		
Anch./ Alt. del rebaje	-	± 3 mm		
Rectangularidad (1) De la longitud de la bovedilla	S1 (± 5 / 1000 mm) S2 (± 2 / 1000 mm)	± 1/250 (1) en el plano vert ± min [1/250 (1); 5 mm] en el plano horizontal	± 1/250 (1) en el plano vert ± min [1/250 (1); 5 mm] en el plano horizontal	S1 ± 5 / 1000 mm
Planeidad	P3 ( 10 mm) P4 ( 5 mm)	± 1/250 de la long de la bovedilla	± 1/250 de la long de la bovedilla	P3 ( 10 mm)
Resistencia punzon. Cizalladura y flexión	-	≥ 1'5 kN	≥ 1'5 kN ≤ 20% deformación relativa	
Reacción al fuego	E	Euroclase E	E	E

EN 13163:2008. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS)

EN 15037-4:2010. Productos prefabricados de hormigón. Sistemas de forjado de vigueta y bovedilla. Parte 4: Bovedillas de EPS.

UNE 53974:2011. Elementos aligerantes de poliestireno expandido (EPS) para forjados con nervios hormigonados en obra.

EN 14933:2007. Productos aislantes térmicos y de relleno ligero para aplicaciones en la ingeniería civil. Productos manufacturados de (EPS)

Para propiedades / características concretas, podemos adaptar nuestro producto a las necesidades del cliente.



may 2013



# URSA XPS®



## NWE

Paneles de poliestireno extruido URSA XPS conforme a la norma UNE EN 13164, de superficie lisa y mecanizado lateral machihembrado (E).

Posibles aplicaciones: Aislante intermedio en paredes de doble hoja de fábrica



**Aislamiento térmico.** La estructura celular cerrada del poliestireno extruido URSA XPS le confieren el carácter aislante, consiguiendo ahorro de energía, ahorro económico y protección del medio ambiente.

**Resistencia frente al agua.** Debido a su prácticamente nula absorción al agua el material no se ve afectado por la misma.

**Resistente a la temperatura y a la deformación.** Aislante con el mejor rendimiento en los ciclos hielo-deshielo. Durabilidad bajo condiciones climáticas extremas.

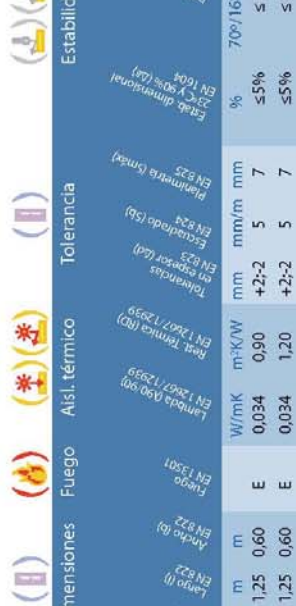
**Canto machihembrado.** Recomendado para fachadas.

**Facilidad de manipulación e instalación.**

Espesores recomendados (cm)					
Zona climática	A	B	C	D	E
URSA XPS NWE	>4	>5	>5	>6	>8
U límite (W/m2K)	0,94	0,82	0,73	0,66	0,57

Información Medioambiental		
Módulos A1-A3	Módulo A4	Módulo A5
Energía Primaria	CO <sub>2</sub> Cálculo Transporte	Residuos
kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>
30 87,25	0,93	0,019
40 116,34	1,24	0,025
50 145,42	1,55	0,031
60 174,51	1,86	0,037



Dimensiones	Fuego	Aisl. térmico	Tolerancia	Estabilidad	Comp. mecánico	Comp. ante el agua	Datos logísticos				
							Disponibilidad	Unidad/paquete	m <sup>2</sup> /paquete		
Esesor (d) EN 823											
Largo (l) EN 822											
Ancho (b) EN 822											
Fuego EN 13501	E										
Lambda (lambda 01) EN 12667/12699	0,034										
Res. Térmica (R2) EN 12667/12699	0,90										
Tolerancias EN 825	+2;-2										
Escuadrado (sb) EN 824	5										
Planimetría (smk) EN 825	7										
Estab. dimensional EN 1604	%	≤5%									
Deformación bajo carga temp. (d4) EN 1605	70°/168h/40kPa	≤5%									
Trazado paralelo a las caras (p4) EN 1607	kPa	>100									
Res. compresión (cm) EN 826	kPa	≥250									
Absorción agua por inmersión total (Wp) EN 12087	%	≤0,7									
Disponibilidad	Stock										
Unidad/paquete	13										
m <sup>2</sup> /paquete	9,75										
	10										
	8										
	7										
	13										
	10										
	8										
	7										
	10										
	8										
	7										

Código designación **CE** TI-CS(10W)250-DLT(2)15-DS(TH) WL(T)0,7

Certif. Acermi 07/020/464

Más información en [www.ursa.es](http://www.ursa.es)

INFORMACIÓN TÉCNICA		AUTOR	DEPART. TÉCNICO TECNOPOL	PÁGINA
		<b>TECNOFOAM G-2040</b>		
VERSIÓN	v.4			
FECHA REVISIÓN	03/05/2013			
OBSERVACIONES	La información de esta Ficha Técnica está basada en nuestros conocimientos actuales y en las leyes vigentes de la UE y nacionales. El producto no debe utilizarse para fines distintos a los que se especifican. Es siempre responsabilidad del usuario tomar las medidas necesarias con el fin de cumplir con las exigencias establecidas en las legislaciones vigentes. La información contenida en esta ficha no hay que considerarla como una garantía de sus propiedades.			

### DESCRIPCIÓN:

El producto **TECNOFOAM G-2040** es un sistema que consta de dos componentes ( POLIOL e ISOCIANATO), que produce una espuma de poliuretano con una densidad aplicada de 40 a 50 kg/m3.

La espuma manufacturada con el sistema **TECNOFOAM G-2040** es 100 % reciclable por medios mecánicos respetuosos con el medio ambiente. No se requiere la captación de gases para su reciclado y/o destrucción.

El agente de expansión es agua.

El coeficiente de transmisión térmica  $\lambda$  permanece invariable desde su colocación y a lo largo de la vida útil del producto a diferencia de las espumas producidas a partir de gases de bajo punto de ebullición.

No emite al ambiente ninguna sustancia una vez instalado.

No contiene fibras ó productos bio-peligrosos ó susceptible de serlo.

Dispone de certificación según norma europea UNE-EN 14315-1: de productos sistema de poliuretano para la fabricación de espuma rígida producida in situ.

### USOS ADMITIDOS:

Está específicamente diseñada para el aislamiento térmico en construcción, industria, instalaciones ganaderas o agrícolas.

En aplicaciones en cubiertas transitables, pavimentos interiores y en instalaciones de climatización con sistema de suelo radiante, con necesidad de alta compresión en la superficie.

### CONDICIONES DE APLICACIÓN:

El sistema **TECNOFOAM G-2040** no necesita la incorporación de aditivos para su uso. La máquina a usar para el procesado del sistema **TECNOFOAM G-2040**, será capaz de dosificar los componentes (POLIOL e

ISOCIANATO), en proporciones iguales, en volumen (+/- 2 %) y mezclar ambos a presiones entre 60 y 120 Kg/cm2. La temperatura de la máquina, de los pre-calentadores y de las mangueras, se debe regular entre 25 y 60 °C en función de las condiciones ambientales, para conseguir un mezclado óptimo.

Además de modificar ostensiblemente el rendimiento del producto, las condiciones climatológicas, ejercen influencia sobre la calidad de la espuma en los trabajos por proyección. Por ello es importante, que la temperatura ambiente y de la superficie del soporte, no sea inferior a 5 °C ni superior a 40 °C, ya que en caso contrario, se pueden producir zonas con una adherencia deficiente, ó variaciones dimensionales mayores a las esperadas. El soporte ha de estar limpio y seco y la humedad relativa del aire debe ser inferior al 80%, puesto que un grado de humedad superior puede causar alteraciones en la densidad del producto final, así como falta de adherencia al soporte. La velocidad del viento, durante la aplicación, no debe superar los 30 km/h para evitar los altos consumos de material, la irregularidad de la superficie proyectada y el arrastre de partículas que pueden ocasionar graves problemas de suciedad en los alrededores.

En condiciones ambientales favorables la adherencia de la espuma, a los soportes habitualmente empleados en construcción, es buena, siempre que éstos estén limpios, secos y libres de óxido. En cualquier caso y antes de proceder a la aplicación de la espuma es preciso realizar una pequeña prueba de adherencia, con el fin de garantizar una buena fijación. En aplicaciones con altos gradientes de temperatura se colocará una barrera de vapor en la cara caliente del aislamiento, para evitar condensaciones. Las superficies metálicas deberán protegerse con una imprimación anticorrosiva antes de ser recubiertas con espuma. Sobre superficies lisas sin poro, chapa galvanizada, polipropileno, etc..., debe aplicarse una imprimación que asegure el agarre.



INFORMACIÓN TÉCNICA		PÁGINA
<b>TECNOFOAM G-2040</b>	AUTOR DEPART. TÉCNICO TECNOPOL	2/4
	REFERENCIA G-2040 + G-2049.1	
	VERSIÓN v.4	
	FECHA REVISIÓN 03/05/2013	
OBSERVACIONES	La información de esta Ficha Técnica está basada en nuestros conocimientos actuales y en las leyes vigentes de la UE y nacionales. El producto no debe utilizarse para fines distintos a los que se especifican. Es siempre responsabilidad del usuario tomar las medidas necesarias con el fin de cumplir con las exigencias establecidas en las legislaciones vigentes. La información contenida en esta ficha no hay que considerarla como una garantía de sus propiedades.	

### PRESENTACIÓN:

Kits de bidones metálicos de 250 kg cada uno.

### CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO:

La temperatura de almacenamiento deberá estar entre 10 y 25 °C. Los envases (llenos ó vacíos) no deben exponerse a la acción directa de los rayos solares ó fuentes de calor como estufas, convectores, etc..., ya que se pueden producir sobrepresiones en el interior de los mismos causando el hinchamiento de los embalajes con el consiguiente peligro durante su manejo. Los componentes son sensibles a la humedad, por tanto han de conservarse siempre en envases herméticamente cerrados y se han de proteger contra la entrada de humedad en todo momento, para evitar alteraciones en el producto final o la inutilización para su procesado.

### CADUCIDAD:

Tanto el componente polioliol como el componente isocianato tienen un tiempo óptimo establecido para su uso, dentro del cual, conservan sus propiedades físicas y químicas favorables para su procesado y posterior obtención de una espuma que presenta todas sus propiedades. Pasado este tiempo se puede producir una desestabilización progresiva y una degradación de todas las características físicas y químicas y de producto final, que será más acusada cuanto mayor sea el tiempo transcurrido. En condiciones adecuadas de almacenamiento y en los envases originales, el plazo óptimo para su consumo es de 6 meses para el polioliol y de 12 meses para el isocianato, a partir del momento de su fabricación.

### MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE:

Protección respiratoria: Al manipular en forma de aerosol se debe utilizar una mascarilla purificadora de aire homologada.

Protección Cutánea: Usar guantes de goma. Retirar inmediatamente después de la contaminación. Usar ropa limpia que cubra todo el cuerpo. Lávese bien con agua y jabón después de la tarea y antes de comer, beber o fumar. Se deberá lavar y/o limpiar en seco la ropa contaminada.

Protección de ojos/cara: Usar gafas de seguridad, para evitar las salpicaduras y la exposición a la niebla producida por el aerosol.

Residuos: La generación de residuos deberá evitarse o reducirse al mínimo. Incinerar bajo condiciones controladas de acuerdo con las leyes y regulaciones locales y nacionales.

En cualquier caso, consultar las fichas de seguridad existentes del producto, y que están a disposición pública.

### PROCEDIMIENTO DE APLICACION :

Los productos deben usarse con una correcta regulación de temperaturas antes de ser utilizados., para asegurar una buena reactividad y adaptar sus viscosidades para que la mezcla sea correcta.

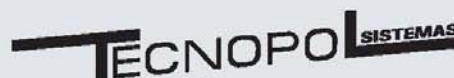
Equipo de proyección, tipo mezcla A :B :

- ratio de mezcla1 : 1 en volume.
- temperatura de utilización de la máquina : 45 ~ 55 ° C.
- tipo de equipo: **TECNOFOAM G-2040** puede ser aplicado con los equipos estándares de aplicación de espuma de poliuretano.

### COMPLEMENTOS:

En el uso del sistema **TECNOFOAM** se pueden utilizar los siguientes productos como complementos a su utilización. De esta forma, se protegen y mejoran sus características físico-mecánicas en función de su exposición.

PRIMER PU-1050- PRIMER EPw-1070-PRIMER PUc-1050: imprimaciones para su aplicación previa en los soportes



<b>INFORMACIÓN TÉCNICA</b>	AUTOR	DEPART. TÉCNICO TECNOPOL	PÁGINA  3/4
	REFERENCIA	G-2040 + G-2049.1	
	VERSIÓN	v.4	
	FECHA REVISIÓN	03/05/2013	
<b>TECNOFOAM G-2040</b>			
OBSERVACIONES	La información de esta Ficha Técnica está basada en nuestros conocimientos actuales y en las leyes vigentes de la UE y nacionales. El producto no debe utilizarse para fines distintos a los que se especifican. Es siempre responsabilidad del usuario tomar las medidas necesarias con el fin de cumplir con las exigencias establecidas en las legislaciones vigentes. La información contenida en esta ficha no hay que considerarla como una garantía de sus propiedades.		

para mejorar la adherencia y regularizar la planimetría del soporte. De igual forma, estas aplicaciones regularizan el grado de humedad existente en el soporte ( consultar los grados de permisibilidad en sus fichas técnicas ).

El rendimiento puede variar en función de la tipología del soporte, su naturaleza o textura superficial. Consultar las fichas técnicas de cada producto o a nuestro Departamento. Técnico.

TECNOCOAT P-2049: poliurea pura bi-componente. En situaciones de requerimientos añadidos de impermeabilización. Rendimiento aproximado de 1,5 kg/m2.

TECNOTOP 2C: barniz de poliuretano alifático bi-componente y coloreado para la protección a los rayos UV.

DESMOPOL: membrana de poliuretano mono-componente. Se puede utilizar como impermeabilizante o como protección a los rayos UV. Rendimiento aproximado de 1,5 kg/m2.

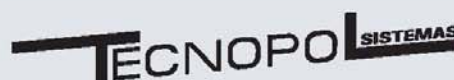
INFORMACIÓN TÉCNICA		AUTOR	DEPART. TÉCNICO TECNOPOL	PÁGINA
		<b>TECNOFOAM G-2040</b>		
VERSIÓN	v.4			
FECHA REVISIÓN	03/05/2013			
OBSERVACIONES	La información de esta Ficha Técnica está basada en nuestros conocimientos actuales y en las leyes vigentes de la UE y nacionales. El producto no debe utilizarse para fines distintos a los que se especifican. Es siempre responsabilidad del usuario tomar las medidas necesarias con el fin de cumplir con las exigencias establecidas en las legislaciones vigentes. La información contenida en esta ficha no hay que considerarla como una garantía de sus propiedades.			

#### PROPIEDADES DE LA ESPUMA APLICADA Y DE LOS COMPONENTES:

RELACIÓN DE MEZCLA DE LOS COMPONENTES	
POLIOL G-2040:	100 (en volumen)
ISOCIANATO G-2049.I:	100 (en volumen)
INFORMACIÓN RELATIVA A LA COMPOSICIÓN	
Poliol Índice OH:	210 ~ 245 (Método Interno)
Poliol contenido en agua:	3,9 ~ 4,5 (UNE-92.120-1)
Isocianato NCO:	30 ~ 33 (UNE-92.120-1)
REACTIVIDAD (EN CONDICIONES DE LABORATORIO)	
Tiempo de crema:	36 segundos (UNE-92.120-1)
Tiempo de hilo:	9 ~ 12 segundos (UNE-92.120-1)
Densidad libre en vaso:	30 ~ 37 g/l (UNE-92.120-1)

#### CARACTERÍSTICAS CERTIFICADAS ( SEGÚN NORMA UNE-EN 14315-1:2013 ):

CONCEPTO	VALOR
Cambio Dimensional a +70°C, 90% HR	-2,7 a/-3,1/4,7 % (UNE EN 1604:1997)
Cambio Dimensional a -20°C, 50% HR	-0,3/0,3/1,2 % (UNE EN 1604:1997)
Conductividad Térmica a 19 °	0.021 ±10% (W/m2.K) (UNE EN12667:2002)
Comportamiento a compresión (10% DE COMPRESIÓN)	> 233 KPa (UNE EN 826:1996)
Densidad aplicada	40 kg/m3 (Limite inferior), 50 kg/m3 ( Limite superior) (UNE EN 92120-1:1998 Anexo C)
Clasificación de Reacción al Fuego	Euroclass E (UNE EN 13501-1:2007 +A1:2010)



Poligono Industrial "Z" - c/ Premsa, 5 · 08150 Parets del Vallés (Barcelona) · Telf.: 93 568 21 11 · Fax: 93 568 02 11 · info@tecnopol.es · www.tecnopol.es



# ARENA

**arena**

Edificación Residencial. Fachadas. Particiones Interiores Verticales y Medianerías.

## DESCRIPCIÓN

Paneles y rollos semirrígidos de lana mineral Arena.

## APLICACIÓN

Aislamiento térmico y acústico para cerramientos verticales de fachadas y particiones interiores, con excelente rendimiento en soluciones de tabiquería con estructura metálica y placas de yeso laminado.



## PROPIEDADES TÉCNICAS

Propiedades	Unidades	Valores
Conductividad térmica ( $\lambda_{10}$ )	W/(m·K)	0,035
Calor específico aproximado ( Cp)	J/kg·K	800
Resistencia al vapor de agua (MU)	---	1
Reacción al fuego	Euroclase	A1
Absorción de agua (WS)	---	No hidrófilo
Resistencia al flujo de aire (AFr)	KPa·s/m <sup>2</sup>	> 5
Absorción acústica (AW)	esp. 30 mm	0,60
	esp. 40/50 mm	0,70
	esp. 60 mm	0,80

Espesor (mm)	Resistencia térmica ( $R_s$ ) (m <sup>2</sup> ·K/W)	Código de designación
30	0,85	MW-EN 13162-T3-WS-MU1-AW0,60-AFr 5
40	1,10	MW-EN 13162-T3-WS-MU1-AW0,70-AFr 5
50	1,40	MW-EN 13162-T3-WS-MU1-AW0,80-AFr 5
60	1,70	MW-EN 13162-T3-WS-MU1-AW0,80-AFr 5

## PRESENTACIÓN

Esp. (mm)	Largo (m)	Ancho (m)	m <sup>2</sup> /bulto	m <sup>2</sup> /palé	m <sup>2</sup> /camión
PANELES					
30	1,35	0,60	19,44	311,04	5.599
40	1,35	0,40	12,96	233,28	4.199
40	1,35	0,60	14,58	291,60	5.249
50	1,35	0,60	14,58	233,28	4.199
60	1,35	0,40	8,64	155,52	2.799
60	1,35	0,60	9,72	194,40	3.499
ROLLOS					
40	13,5	0,40	16,20	324,00	5.832
40	13,5	0,60	16,20	324,00	5.832
50	10,8	0,60	12,96	259,20	4.666
60	9,2	0,40	11,04	220,80	3.974
60	9,2	0,60	11,04	220,80	3.974

## VENTAJAS

- Tacto agradable.
- Rollos y paneles.
- Excelente aislamiento acústico gracias a la amplia gama de espesores.
- Buen aislamiento térmico.
- Producto ligero, máximo rendimiento.
- No desprende polvo.
- Mantiene sus propiedades en todo el proceso de instalación.
- Material totalmente estable.
- Fácil y rápido de instalar.
- Solución rápida y segura.
- Excelente comportamiento ante un incendio.
- Imputrescible e inodoro.
- No es medio adecuado para el desarrollo de microorganismos.
- No hidrófilo.
- No necesita mantenimiento.
- Promueve el ahorro y la eficiencia energética.



## CERTIFICADOS Y UTILIZACIÓN



Información referente a almacenamiento, transporte e instalación, consultar: [www.isover.es/utilizacion](http://www.isover.es/utilizacion)

[www.isover.es](http://www.isover.es)  
+34 901 33 22 11  
[isover.es@saint-gobain.com](mailto:isover.es@saint-gobain.com)



Saint-Gobain Cristalería, S.L. - BOVER, se reserva el derecho a la modificación sin previo aviso, y de manera total o parcial, de los datos contenidos en el presente documento. Asimismo, no puede garantizar la ausencia de errores involuntarios.



**PRODUCTE: Aïllament tèrmic per a edificació fabricat a partir de fibres de llana d'ovella.**  
**PRODUCTO: Aislamiento térmico para edificación fabricado a partir de fibras de lana de oveja.**

**NITA@WOOL-KON**

**Plaques  
Placas  
NITA@WOOL-KON**

**NITA@WOOL-KON - C**

**Flocs (a granel)  
Flocas (a granel)  
NITA@WOOL-FRP - C**

**Mantells  
Mantos  
NITA@WOOL-FRP**



## Característiques generals

### Características generales

Ús Uso	El producte s'utilitzarà com aïllant tèrmic o acústic El producto se utiliza como aislamiento térmico o acústico
Material Material	Respirable, higroscòpic. Reciclable i reciclada Respirable e higroscópico. Reciclable y reciclada
L'absorció d'humitat Absorción de humedad	Evitar la condensació en cambres d'aïllament Evitar la condensación en cámaras de aislamiento
Regula amb l'ambient Regula el ambiente	Càlida a l'hivern i fresca a l'estiu Cálido en invierno y fresco en verano
Composició Composición	Llana de ovella 100% natural Lana de oveja 100% natural
Tractament Tratamiento	Antiarnes amb permetrina (piretroide sintètic) o sals de bòrax amb propietats fungicides i anti-insectes, retardar l'acció del foc Anti polillas con permetrina (piretroide sintético) o sales de boro con propiedades fungicidas y contra los insectos, retrasar la acción del fuego
Químicos Químicos	Producte lliure de tòxics i al·lèrgics Producto libre de tóxicos y sustancias que causen alergias.

	MANTELLS MANTOS		PLAQUES PLACAS		FLOCS (a granel) FLOCAS (a granel)								
	Graix Espesor	NITA- WOOL- KON	NITA- WOOL- FRP	Graix Espesor	NITA- WOOL- KON	NITA-WOOL-KON-C			NITA-WOOL-FRP-C				
		Reblert Releño	Graix Espesor		Injectat Inyectado	Graix Espesor	Reblert Releño	Graix Espesor	Injectat Inyectado				
densitat Densidad		15 kg/m <sup>3</sup>	15 kg/m <sup>3</sup>		30 kg/m <sup>3</sup>		12 kg/m <sup>3</sup>		20 kg/m <sup>3</sup>		12 kg/m <sup>3</sup>		20 kg/m <sup>3</sup>
Conductivitat tèrmica Conductividad tèrmica		0,043 W/ mK	0,043 W/mK		0,035 W/mK		0,057 W/mK		0,042 W/mK		0,057 W/mK		0,042 W/mK
Resistència tèrmica Resistencia térmica	40 mm	0,93 K.m/W	0,93 K.m/W	50 mm	1,43 K.m/W	150 mm	2,63 K.m/W	40 mm	0,95 K.m/W	150 mm	2,63 K.m/W	40 mm	0,95 K.m/W
	60 mm	1,39 K.m/W	1,39 K.m/W			200 mm	3,50 K.m/W	60 mm	1,42 K.m/W	200 mm	3,50 K.m/W	60 mm	1,42 K.m/W
	80 mm	1,86 K.m/W	1,86 K.m/W			250 mm	4,38 K.m/W	80 mm	1,90 K.m/W	250 mm	4,38 K.m/W	80 mm	1,90 K.m/W
	100 mm	2,32 K.m/W	2,32 K.m/W			300 mm	5,26 K.m/W	100 mm	2,38 K.m/W	300 mm	5,26 K.m/W	100 mm	2,38 K.m/W
Allament acústic Aislamiento acústico		-	-		-		-		-		-		-
Reacció al foc <sup>1</sup> Reacción al fuego <sup>1</sup>		F	-		F		F		F		DS3		DS3
Resistència als insectes/arnes <sup>2</sup> Resistencia a los insectos/polillas <sup>2</sup>		KON	FRP		KON		KON		KON		FRP		FRP
Resistència a l'atac de fongs <sup>3</sup> Resistencia al ataque de hongos <sup>3</sup>		2	0		2		2		2		0		0

<sup>1</sup>UNE-EN-ISO 11925-2 / UNE 13823 SB1

<sup>2</sup>ONORM - B6010

<sup>3</sup>ISO 3998 1977

RMT-NITA® 2009

**PRODUCTE: Aïllament tèrmic per a edificació fabricat a partir de fibres de cotó reciclat.**  
**PRODUCTO: Aislamiento térmico para edificación fabricado a partir de fibras de algodón reciclado.**

**Mantells**  
**Mantos**  
**NITA@COTTON**

**Plaques**  
**Placas**  
**NITA@COTTON**

**Flocs (a granel)**  
**Flocas (a granel)**  
**NITA@COTTON**



## Característiques generals

### Características generales

<b>Ús</b> Uso	<b>El producte s'utilitzarà com aïllant tèrmic o acústic</b> El producto se utiliza como aislamiento térmico o acústico
<b>Material</b> Material	<b>Respirable, higroscòpic. Reciclable i reciclada</b> Respirable e higroscópico. Reciclable y reciclada
<b>L'absorció d'humitat</b> Absorción de humedad	<b>Evitar la condensació en cambres d'aïllament</b> Evitar la condensación en cámaras de aislamiento
<b>Regula amb l'ambient</b> Regula el ambiente	<b>Càlida a l'hivern i fresca a l'estiu</b> Cálido en invierno y fresco en verano
<b>Composició</b> Composición	<b>Cotó 75% i un 25% d'altres fibres</b> Algodón 75% y 25% de otras fibras
<b>Tractament</b> Tratamiento	<b>S'afegeixen additius, per aconseguir les propietats fungicides i retardants al foc, que no provoquen corrosió als metalls. En ell no intervé cap tipus de lligant.</b> Se añaden aditivos para conseguir propiedades fungicidas y retardantes al fuego que no provocan corrosión en los metales. En éste proceso no interviene ningún tipo de ligante.
<b>Químicos</b> Químicos	<b>Producte lliure de tòxics i al·lèrgics</b> Producto libre de tóxicos y sustancias que causen alergias.

	MANTELLS MANTOS		PLAQUES PLACAS		FLOCS (a granel) FLOCAS (a granel)			
	Gruix Espesor	NITA-COTTON	Gruix Espesor	NITA-COTTON	NITA-COTTON			
					Gruix Espesor	Reblent Releño	Gruix Espesor	Injectat Inyectado
<b>Densitat</b> Densidad		30 kg/m <sup>3</sup>		30 kg/m <sup>3</sup>		20 kg/m <sup>3</sup>		30 kg/m <sup>3</sup>
<b>Conductivitat tèrmica</b> Conductividad térmica		0,036 W/mK		0,034 W/mK		0,05 W/mK		0,042 W/mK
<b>Resistència tèrmica</b> Resistencia térmica	100 mm	2,77 K.m/W	50 mm	1,470 K.m/W	150 mm	3,0 K.m/W	40 mm	0,95 K.m/W
					200 mm	4,0 K.m/W	60 mm	1,42 K.m/W
					250 mm	5,0 K.m/W	80 mm	1,90 K.m/W
					300 mm	6,0 K.m/W	100 mm	2,38 K.m/W
<b>Aïllament acústic</b> Aislamiento acústico		-		-		-		-
<b>Reacció al foc<sup>1</sup></b> Reacción al fuego <sup>1</sup>		F		F		B <sub>1</sub> S <sub>2</sub>		B <sub>1</sub> S <sub>2</sub>
<b>Resistència als insectes/arnes<sup>2</sup></b> Resistencia a los insectos/polillas <sup>2</sup>		-		-		-		-
<b>Resistència a l'atac de fongs<sup>3</sup></b> Resistencia al ataque de hongos <sup>3</sup>		0		0		0		0

<sup>1</sup>UNE-EN-ISO 11925-2 / UNE 13823 SB1 <sup>2</sup>ONORM - B6010 <sup>3</sup>ISO 3998 1977

RMT-NITA® 2009

**FITXA TÈCNICA | FICHA TÉCNICA**

**AÏLLANT DE CÀNEM  
AÏLLANT DE CÀNEM FR**



**CARACTERÍSTIQUES GENERALS / CARACTERÍSTICAS GENERALES**

COMPOSICIÓ / COMPOSICIÓN	85% fibra de cànam, 15% fibra termofusió . / 85% fibra de cáñamo, 15% fibra termofusión.
GRUIX / GROSOR	5 i 10 cms.
AMPLADA / ANCHO	0,60 mm
LLARGADA / LARGO	10 mts. / 8 mts.
DENSITAT / DENSIDAD	30 kg/m <sup>3</sup>
CONDUCTIVITAT TÈRMICA / CONDUCTIVIDAD TÈRMICA	λ 0,041 W/m°C
PERMEABILITAT AL VAPOR D'AGUA / PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA	μ 1 a 2
CAPACITAT HIGROSCÒPICA / CAPACIDAD HIGROSCÓPICA	Fins el 15% del seu pes. / Hasta el 15% de su peso.
REACCIÓ AL FOC / REACCIÓN AL FUEGO	F / FRP B S <sub>2</sub> S <sub>3</sub>

**PROPIETATS / PROPIEDADES**

- Aïllant tèrmic i acústic. / Aislante térmico y acústico.
- Molt bona capacitat de regulació higromètrica sense pèrdua qualitativa. / Muy buena capacidad de regulación higrométrica sin pérdida de capacidades.
- S'adapta a les irregularitats de la carcassa per garantir un aïllament de qualitat. / Se adapta a las irregularidades de la carcasa para garantizar un aislamiento de calidad.
- No irritable, reciclable. / No irritable, reciclable.
- Resistència natural als insectes i rosegadors. / Resistencia natural a los insectos y roedores.

**COL·LOCACIÓ EN OBRA / COLOCACIÓN EN OBRA**

- Tall amb ganivet de dents fines / Corta con cuchillo de dientes finos.
  - Fàcil subjecció amb grapes o tacs de raqueta. / Fácil sujeción con grapas o tacos de raqueta.
  - Es recomana la col·locació d'una impermeabilitat a l'aire (no al vapor) per millorar les qualitats tèrmiques de l'aïllant. Recomanem el nostre regulador de vapor i els seus accessoris. / Se recomienda la colocación de una impermeabilidad al aire (no al vapor) para mejorar las cualidades térmicas del aislante. Recomendamos nuestro regulador de vapor i sus accesorios.
  - Aplicació en teulades, parets, envans, forjats i terres. / Aplicación en tejados, paredes, tabiques, forjados y tierras.
- L'aplicador ha d'assegurar-se que les canalitzacions elèctriques posades han d'estar baix conductes no propagadors de flama. Es referir a la norma NF C 15 100 (instal·lació de baixa tensió i equipaments).  
El producte no ha d'estar en cap cas exposat a un corrent de calor intensa (soldadura, flama, espuma).  
El producte no ha d'estar posat mai en contacte directe amb focs encastrats, ni a menys de 20 cm de conductes de xemeneies. És necessari respectar la distància de seguretat segons la DTU 24-1 P1.**
- El aplicador debe asegurarse que las canalizaciones eléctricas puestas deben estar bajo conductos no propagadores de flama. Se refiere a la norma NF C 15 100 (instalación de baja tensión y equipamientos).  
El producto no debe estar en ningún caso expuesto a una corriente de calor intensa (soldadura, flama, chispa).  
El producto no debe estar jamás puesto en contacto directo con focos empotrados, ni a menos de 20 cm de conductos de chimeneas. Es necesario respetar la distancia de seguridad según la DTU 24.1 P1.**

FITXA TÈCNICA | FICHA TÉCNICA

**FIBRA DE FUSTA THERMO**



CARACTERÍSTIQUES GENERALS / CARACTERÍSTICAS GENERALES

COMPOSICIÓ / COMPOSICIÓN	92% fibra de fusta, 4% emulsió, 4% aigua. / 92% fibra de madera, 4% emulsión, 4% agua.
ENCOLAT / ENCOLADO	Entre plaques de 20mm. Vidre soluble aplicat per punts. Entre placas de 20 mm. Vidrio soluble aplicado por puntos
GRUIX / GROSOR	20, 40, 60, 80 i 100 mm.
AMPLADA X LLARGADA / ANCHO X LARGO	1200x500 mm. (0,72m² útil)
DENSITAT / DENSIDAD	> 170kg/m³
CONDUCTIVITAT TÈRMICA / CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	λ 0,040 W/m°C en 40 mm. de gruix / λ 0,040 W/m°C en 40 mm. de grosor
HUMITAT / HUMEDAD	Fins al 10% / Hasta el 10%
COMPORAMENT AL FOC / COMPORTAMIENTO AL FUEGO	Euroclasse E. / Euroclase E.

PROPIETATS / PROPIEDADES

- Bones qualitats tèrmiques i acústiques. Marcatge CE. / Buenas calidades térmicas y acústicas. Marcatejo CE.
- Fabricat mitjançant un procés humit, a partir de fibres de fusta procedents en 90% de restes de tala de boscos i el 10% de restes de la indústria. Fabricado mediante un proceso húmedo, a partir de fibras de madera procedentes en 90% de restos de tala de bosques y el 10% de restos de la industria.
- A caixa i espiga per millor resistència mecànica. / A caja y espiga para mejor resistencia mecánica.
- No irritable, no tòxic, reciclable. / No irritable, no tóxico, reciclable.
- Certificat FSC 100% / Certificado FSC 100%.
- Marcatge CE certificat per MPA (Munich) i el MPPA (Leipzig). / Marcatejo CE certificado por MPA (Munich) y el MPPA (Leipzig).

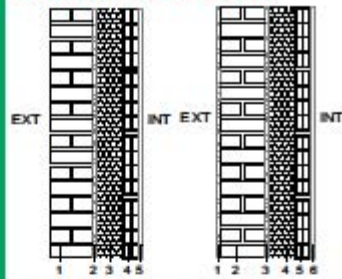
COL·LOCACIÓ EN OBRA / COLOCACIÓN EN OBRA

- Manipulació i tall fàcil. Tallar en llocs ventilats per la pols de la fusta. / Manipulación y corte fácil. Cortar en lugares ventilados de polvo de madera.
- Fàcil subjecció amb grapes o tacs de raqueta. / Fácil sujeción con grapas o tacos de raqueta.
- Pel bon funcionament d'aquest aïllant es precisa respectar les normes de posada en obra de les parets que tenen qualitats de permeabilitat. La col·locació d'una impermeabilitat a l'aire (no al vapor) millora les qualitats tèrmiques de l'aïllament. Per això, recomanem el nostre regulador de vapor i els seus accessoris. Para el buen funcionamiento de este aislante es preciso respetar las normas de puesta en obra de las paredes que tienen calidades de permeabilidad. La colocación de una impermeabilidad al aire (no al vapor) mejora las cualidades térmicas del aislamiento. Por eso, recomendamos nuestro regulador de vapor y sus accesorios.
- Col·locar entre la carcassa de les parets, envans, sostres i forjats. / Colocar entre el armazón de las paredes, tabiques, techos y forjados.



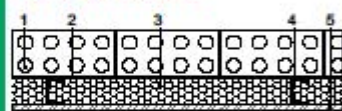
## SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

### AISLAMIENTO EN FACHADA



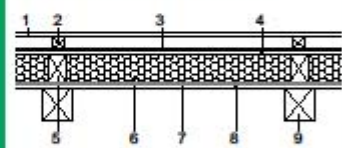
- 1. Ladrillo Hidrágico Ext.
- 2. Capa de Mortero.
- 3. Ladrillo/Bloque Hsv.
- 4. Capa de Mortero
- 5. Ladrillo Int.
- 6. Yeso o Mortero

### AISLAMIENTO ENTRE MONTANTES



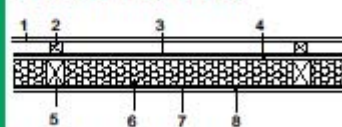
- 1. Ladrillo Hidrágico Ext.
- 2. Capa de Mortero.
- 3. Asiento de Celulosa ISOCELL.
- 4. Montantes.
- 5. Placa de Cartón Yeso.

### AISLAMIENTO EN CUBIERTAS DE MADERA



- 1. Rostrel
- 2. Contra Rostrel
- 3. Laminas Imper/Transp OMEGA
- 4. Encofrado de Madera
- 5. Rostrel de Madera.
- 6. Asiento de Celulosa ISOCELL.
- 7. Laminas Barrera de Vapor NATUR.
- 8. Fritso
- 9. Viga

### CUBIERTA VIGA OCULTA



- 1. Rostrel
- 2. Contra Rostrel.
- 3. Laminas Imper/Transp OMEGA.
- 4. Encofrado de Mader
- 5. Viga.
- 6. Asiento de Celulosa ISOCELL.
- 7. Laminas Barrera de Vapor NATUR
- 8. Fritso de Madera.


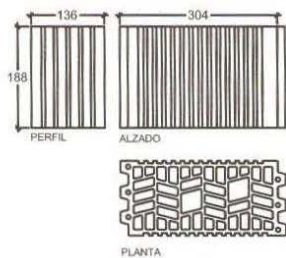
## DATOS TÉCNICOS EOTA CE

### FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO – FIBRA DE CELULOSA

Denominación		MATERIAL AISLANTE DE FIBRA DE CELULOSA	
Protección contra incendios y hongo		Ácido bórico y boro perhidratado o fosfato de amonio	
Homologaciones		Austria	Alemania
Comprobación externa de calidad		ETZ ETA – 06/0076	Z-23.11-1236
Densidades de montaje según homologación		MFA NRW	
Libramiento en la superficie		28 – 40 kg por m <sup>2</sup>	
Reforzando la estancia		38 – 65 kg por m <sup>2</sup>	
Coeficiente de conductividad térmica λ <sub>D</sub> (valor de cálculo)		0,039 W/mK	0,040 W/mK
Compartimiento en fuego		100 mm / R – s2,00	R2 s/ DIN 4102-1
Resistencia difusión vapor de agua		μ = 1	μ = 1 – 2
Resistencia al flujo		A 30 kg/m <sup>2</sup> r = 5,3 kPa.s/m <sup>2</sup>	
		A 50 kg/m <sup>2</sup> r = 25,1 kPa.s/m <sup>2</sup>	
Humedad del material en la entrega		Máx. 12 %	
Absorción de agua a 30 kg/m <sup>2</sup>		Wp = 15,20 kg/m <sup>2</sup>	
A 65 kg/m <sup>2</sup>		Wp = 38,95 kg/m <sup>2</sup>	
Grosor nominal superficie hasta 25 cm		10 % de sobrealveación	
En superficie por encima de 25 cm		15 % de sobrealveación	
Asiento en superficie 28 kg/m <sup>2</sup>		S – máx. 8 %	
Reforzando la estancia 38 kg/m <sup>2</sup>		S – 0 %	
Clase de residuo		ASN 18407	
		Se permite la evacuación con ASN 91101	
<b>Controles de calidad propios</b>			
Densidad aparente		1 vez a la semana	
Asentamiento		1 vez a la semana	
Absorción de humedad		1 vez a la semana	
Compartimiento en fuego		1 vez a la semana	
Capacidad térmica esp.		1,9 kJ/kg K	
Energía primaria de recursos no renovables PEI en MJ/kg		4,24 MJ	
Energía primaria de recursos renovables PEI en MJ/kg		0,38 MJ	
Potencial de efecto invernadero GWP		0,23 kg CO <sub>2</sub> eq.	
Potencial de hiperacidificación AP		2,44 g SO <sub>2</sub> eq.	
Toxicología		Según dictamen del Departamento clínico de medicina laboral, dado el bajo grado de exposición, no se puede constatar ningún riesgo para la salud. Hay que evitar la carga de polvo durante el montaje con los correspondientes mascaros antipolvo.	
Evacuación		Siempre que el material no esté contaminado con otras sustancias, puede emplearse el fabricante.	
Grado de absorción celulosa inyectado		α Ω = 0,70 (RLA)	

58/03.2008

## DATOS TÉCNICOS

MARCA AENOR PARA PIEZAS DE ARCILLA COCIDA PARA FABRICAS A REVESTIR N° DE FICHA TÉCNICA: 0851401							
FABRICANTE: <b>LADRILLERIAS MALLORQUINAS S.A.</b>						 AENOR Producto Certificado	
LOCALIDAD: <b>FELANITX</b>							
MODELO: <b>PIEZA DE ARCILLA COCIDA ALIGERADA LD CAT I R-12,5 de 304 x 136 x 188</b>							
NOMBRE COMERCIAL: <b>TERMOARCILLA 14</b>							
USO PREVISTO: <b>ELEMENTOS EXTERIORES/INTERIORES CON EXIGENCIAS ACÚSTICAS, TÉRMICAS Y DE FUEGO; FÁBRICAS ESTRUCTURALES SUSTENTANTES; JUNTA CORRIENTE DE MORTERO</b>							
ESQUEMA DEL MODELO							
							
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA PIEZA							
Característica		Método de comprobación	Valor garantizado por el fabricante		Valor exigido por AENOR		
Aspecto y estructura	exfoliaciones / laminaciones	Visual sobre 6 piezas	Ninguna pieza exfoliada / laminada				
	piezas fisuradas		≤ 2 piezas fisuradas		≤ 2 piezas fisuradas		
	piezas desconchadas		≤ 1 pieza desconchada		≤ 1 pieza desconchada		
		UNE 67039 EX	Dimensión media de los desconchados en caras no perforadas < 15 mm				
Tolerancias dimensionales (mm)	Valor medio	UNE-EN 772-16	T1	± 7	T1	± 7	
				± 5		± 5	
	Recorrido		± 10	R1	± 10		
			± 7		± 7		
Espesor de pared (mm)	pared exterior no vista	≥ 7,0	≥ 5,0				
	pared interior	≥ 4,0	≥ 3,0				
Paralelismo de caras (Ortogonalidad) (mm)		Parámetro no exigible					
Planeidad de las caras (mm)	Diagonales	UNE-EN 772-20	l > 300 mm	≤ 4,0	≤ 4,0		
			300 ≥ l ≥ 250 mm	≤ 4,0			
			l ≤ 250 mm	≤ 4,0			
Porcentaje de huecos (%)		UNE-EN 772-3	60 ± 10%		≤ 60		
Volumen del mayor hueco (% del bruto)		UNE-EN 772-3/9/16	≤ 8,0		≤ 12,5		
Espesor combinado de tabiquillos (%)		UNE-EN 772-16	≥ 22,0		≥ 20		
Absorción en piezas barrera anticapilaridad (%)		-----	Parámetro no exigible				
Succión (Kg/m² x min)		UNE-EN 772-11	≤ 3,0		≤ 4,5		
Resistencia normalizada característica (N/mm²)		UNE-EN 772-1	Cara de apoyo según RL-88: Tabla		≥ 10,0		
Densidad	Absoluta (Kg/m³)	UNE-EN 772-13	1.700				
	Aparente (Kg/m³)		750				
	Tolerancia (%)		D1 (± 10%)				
Masa (g)		Anexo D RP 34.14	Valor mínimo garantizado por grueso:		6.000		
Durabilidad (Resistencia a la helada)		UNE 67028 EX	F0 sin necesidad de ensayo				
Propiedades térmicas (Método)		Valor tabulado del Catálogo de Elementos Constructivos					
		Catálogo CTE	0,280				
			0,320				
Permeabilidad al vapor de agua - μ		Catálogo CTE	10				
Contenido en sales solubles activas		UNE-EN 772-5	S0 sin necesidad de ensayo				
Expansión por humedad (mm/m)		UNE 67036	≤ 0,3				
Reacción al fuego		UNE-EN 13501-1	A1 sin necesidad de ensayo				
Adherencia (N/mm²)		Anexo C UNE-EN 998-2	0,15				
Piezas especiales		SI					
Observaciones:							
El espesor combinado declarado es el correspondiente al sentido del flujo de calor en la fábrica							
Pieza machihembrada							

Datos de la obra a la que se ha suministrado el material cuya ficha técnica aparece aquí fotocopiada:

(Para la calificación final de la obra deberá estar sellada y firmada por el fabricante)

Sello y firma



Obras con Calma - Adobera del Norte

# Obras con Calma - Adobera del Norte

Realizamos todo tipo de trabajos de construcción, pero somos expertos en

## Construcción con Tierra Cruda

SERVICIOS

EMPRESA

LOCALIZACIÓN

CONTACTO

OBRAS

### CONSTRUCCIÓN

### FORMACIÓN

### ASESORAMIENTO

### PRODUCTOS

- ADOBES

- HORNOS DE ADOBE

- BLOQUES DE TIERRA COMPACTADA (B.T.C.)

- B.T.C. ESTABILIZADO

- TAPIAL

El adobe es un bloque de construcción realizado con barro y paja que según el molde o manual que se utiliza, se le da la forma y tamaño que desean. Se seca al sol para su curado final y puesta en obra.

El adobe como material de construcción para uso habitacional ha sido utilizado desde hace miles de años por diferentes pueblos.

Lo ideal es pegarlo posteriormente con el mismo material con el que se ha hecho el adobe, pero se puede pegar con cualquier mortero que transpire.

Actualmente el adobe se utiliza en rehabilitación de edificios de tierra y alguna obra nueva.

## Adobes

DATOS TÉCNICOS DEL ADOBE ESTÁNDAR

DIMENSIONES (mm)	ALTO	LARGO	ESFESOR
PC50	110	210	50
Peso	8,000		
DENSIDAD	1825,30		
RESISTENCIA TÉCNICA	0,41 + 0,02		
TRANSMITANCIA	1,72 + 0,09		
CONDUCTIVIDAD	0,71 + 0,02		
SCHEMUEMSTER DE PAREJAS DE PLANO DE ADOBE DE 70 x 110 mm x 50 mm (E-10-100) NORMASTM 1014 (D) STANDARD TEST METHOD FOR STEADY STATE THERMAL TRANSMISSION PROPERTIES OF BUILDING ELEMENTS (HEAT APPARATUS)			

Los datos técnicos son del adobe estándar que fabricamos, pero trabajamos también bajo pedido cualquier otro tamaño.

Nuestros precios son en fábrica, la carga y el transporte lo gestionamos a parte o lo realiza el cliente.

### Precios orientativos

Unidad de adobe estándar	0,65 Eur
UD pallet de 100x100 mm con 81 piezas/pallet y de 650 Kg de peso cada uno plastificado para el porta.	51,84 Eur

[Ver presupuesto](#)



**GEROblok**  
Ladrillos Acústicos de Hormigón



Ficha técnica de producto

Norma de referencia: UNE 771-3 CTE

## Geroblok perforado 50 dBA

### Características geométricas

Dimensiones nominales:

Formato castellano

A: 250 mm  
B: 115 mm  
C: 90 mm

Formato catalán

A: 270 mm  
B: 130 mm  
C: 90 mm



### Características físicas y mecánicas

Absorción agua:

Media: 6,8 g/m<sup>2</sup>xg.

Carga de rotura:

Carga mínima CTE: 5 N/mm<sup>2</sup>  
Resultado ensayos: > 8 N/mm<sup>2</sup>

### Otros datos

**Resistencia al fuego :** 240 minutos Enlucido yeso 2 caras (Ensayo CTF)

**Resistencia térmica:** 0,543 m<sup>2</sup> K / W (ensayo Applus 14/8062-173)

**Aislamiento acústico:** 50 dBA (Ensayo Labein)





sistemas de fachada ventilada  
ventilated façade systems  
gres extruido klinker extruded clinker clay

**Favemanc**  
Sistemas de fachada ventilada

Home > Productos > Placas y Formatos > XB


buscar ...



> XB

- > Inicio
- > Empresa
- > Productos
  - Fachada Ventilada
  - Placas y Formatos
    - XA
    - XB
    - XC
    - XD
  - Colores y Acabados
  - Piezas especiales
  - Eco Ceravolt
- > Detalles Constructivos
- > Proyectos
- > EcoFavemanc Rehabilitación
- > Noticias y Ferias
- > Contacto

### Sistema XB



H	H'
Medidas de placa Panel dimensions	Tramas de colocación Pattern placement
798 X 394 X 15	800 x 400
598 X 394 X 15	600 x 400
498 X 394 X 15	500 x 400
796 X 294 X 15	800 x 300
596 X 294 X 15	600 x 300
496 X 294 X 15	500 x 300

Espesor / Thickness: 15 mm  
Peso m2 / Weight m2: 24 kgs

Placa XB Panel



Detalle Perfil  
Detail of Metal Profile



Detalle de Anclaje  
Attachment Detail

novedad




**Fachadas Ventiladas de La Mancha SL**

Los Yébenes, Toledo, España  
Tel. +34 925 322 522  
info@favemanc.com



Placa Panel



Perfil T  
T Profile



Grapa  
Fastening Clip

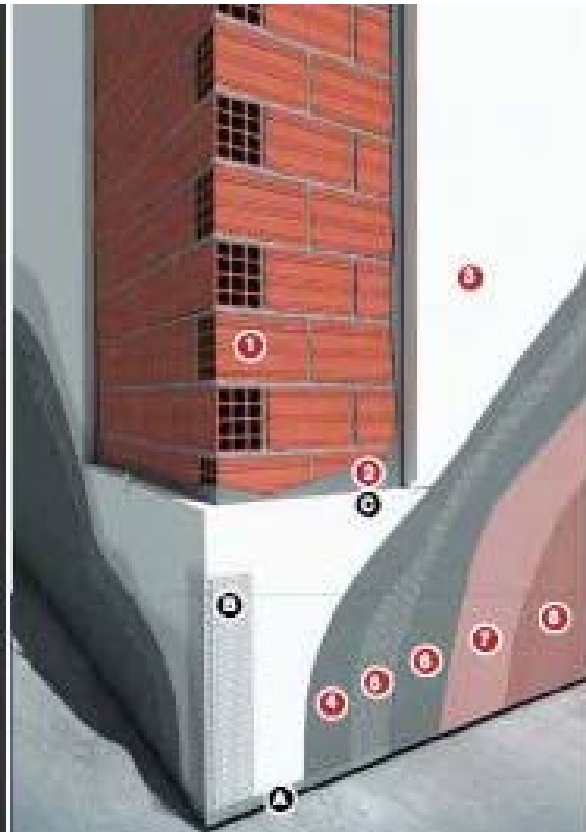
[Volver al menú / Back to menu](#)



Copyright © 2011 www.favemanc.com.  
Todos los derechos reservados.



Sistema DAP®  
Declaración Ambiental de  
Productos de Construcción



# TRADITERM®

Sistema de aislamiento térmico para edificación que renueva la fachada en una sola aplicación.

## Descripción del sistema

Sistema a base de paneles de EPS y acabado con Mortero Acrílico **MORCEMORIL®** que aporta aislamiento térmico y renueva la estética del edificio.

- |                              |                       |
|------------------------------|-----------------------|
| 1 Perfil de anclaje          | 8 Soporte base        |
| 2 Perfil de espina con malla | 9 Mortero TRADITERM®  |
| 3 Base de anclaje            | 10 Paneles EPS        |
|                              | 11 Mortero TRADITERM® |
|                              | 12 Malla TRADITERM®   |
|                              | 13 Mortero TRADITERM® |
|                              | 14 Fondo MORCEMORIL®  |
|                              | 15 MORCEMORIL®        |



**Mortero TRADITERM®**  
Mortero hidráulico empleado como adhesivo y revestimiento de paneles aislantes EPS.



**Fondo MORCEMORIL®**  
Base acrílica de alta calidad, indicada como fondo de coloración para MORCEMORIL.



**MORCEMORIL®**  
Revestimiento sintético-mineral coloreado para la impermeabilización y decoración de todo tipo de fachadas e interiores.



Panes de poliestireno expandido (EPS)



Malla TRADITERM®



Tubo



Perfil

## Composición del sistema

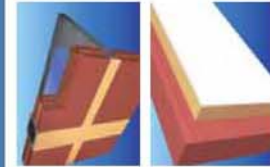
# URSA XPS®



N III RG

Paneles de poliestireno extruido URSA XPS conforme a la norma UNE EN 13164, de superficie rugosa acanalada y mecanizado lateral machihembrado y recto.

Posibles aplicaciones: Puentes térmicos. Sistemas ETICS / SATe



**Aislamiento térmico.** La estructura celular cerrada del poliestireno extruido URSA XPS le confieren el carácter aislante, consiguiendo ahorro de energía, ahorro económico y protección del medio ambiente.

**Resistencia frente al agua.** Debido a su prácticamente nula absorción al agua el material no se ve afectado por la misma.

**Resistente a la temperatura y a la deformación.** Aislante con el mejor rendimiento en los ciclos hielo-deshielo. Durabilidad bajo condiciones climáticas extremas.

**Superficie rugosa acanalada.** Recomendada para sistemas ETICS/SATE por su mayor adherencia a los morteros usados en estas aplicaciones.

**Facilidad de manipulación e instalación.**



Zona climática	Espesores recomendados (cm)				
	A	B	C	D	E
URSA XPS RG	>3	>4	>5	>5	>6
U límite (W/m²K)	0,94	0,82	0,73	0,66	0,57

Espesor	Módulos A1-A3			Módulo A4		Módulo A5	
	Energía Primaria	CO <sub>2</sub>	Cálculo Transporte	Energía	Residuos	Residuos	Residuos
mm	MJ/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>
30	92,88	4,06	0,99	0,020	0,020	0,020	0,020
40	123,84	5,41	1,32	0,026	0,026	0,026	0,026



Dimensiones	Fuego	Aisl. térmico	Tolerancia	Estabilidad	Comp. mecánico	Comp. ante el agua	Comp. ante el hielo	Datos logísticos
Esesor (d)	EN 823	Lámina (M90 60) EN 12667/12939	Tolerancias EN 825	Etab. dimensional EN 1045	Tensión paralela EN 1507	Resist. compresión (enpl) EN 826	Resistencia EN 12088	Resistencia EN 12088
Largo (l)	EN 822	Rest. Térmica (R0) EN 12667/12939	Ecuadrado (S6) EN 828	Estab. dimensional 23°C/50% (R4) EN 1045	Tensión a las caídas (enpl) EN 1507	Resistencia agua por difusión (WU) EN 12087	Resistencia EN 12088	Resistencia EN 12088
Ancho (b)	EN 822	Rest. Térmica (R0) EN 12667/12939	Ecuadrado (S6) EN 828	Estab. dimensional 23°C/50% (R4) EN 1045	Tensión paralela EN 1507	Resistencia agua por difusión (WU) EN 12087	Resistencia EN 12088	Resistencia EN 12088
mm	EN 13501-1	Lámina (M90 60) EN 12667/12939	Planimetría (enpl) EN 825	Etab. dimensional 23°C/50% (R4) EN 1045	Tensión paralela EN 1507	Resistencia agua por difusión (WU) EN 12087	Resistencia EN 12088	Resistencia EN 12088
mm	E	W/mK	mm/mm	%	kPa	%	%	%
30	E	0,034	+2/-2	70°/168h/40kPa	≥300	≤0,7	≤10	≤1
40	E	0,034	+2/-2	≤5%	≥300	≤0,7	≤10	≤1
				≤5%			Consultar	Consultar
							14	10,50
							10	7,50
							90,00	90,00

Código designación **CE** TI-S (I01/Y)500-DLT(2)S-DS(DH) W(L)T(0)7-WD(V)3-F(T2)

Más información en [www.ursa.es](http://www.ursa.es)



# Gama RAC Inverter



SCM100, 125 ZJ

## Series SCM/ Uds. Exteriores Multi-Split 5x1, 6x1 Inverter Bomba de calor

Ud. Exterior				SCM100ZJ-S1	SCM125ZJ-S1
Nº de unidades a conectar (1)				3,3*	3,3*
Alimentación eléctrica de la ud. Exterior				1 - 220 V, 50 Hz.	
Capacidad	Frío	nt. - nom. - máx.	kW	1,8 - 10 - 12	1,8 - 12,5 - 14,0
		Kcal/h		1550 - 8600 - 10300	1550 - 10750 - 12040
	Calor	nt. - nom. - máx.	kW	1,5 - 12 - 13,5	1,5 - 13,5 - 14,0
		Kcal/h		1290 - 10300 - 11610	1290 - 11610 - 12040
Consumo eléctrico total	Frío	nt. - nom. - máx.	kW	0,85 - 2,80 - 4,00	0,85 - 3,80 - 4,80
	Calor	nt. - nom. - máx.	kW	0,70 - 2,30 - 3,40	0,70 - 3,25 - 3,42
Intensidad nominal	Frío			12,4	17
	Calor			12,8	14,1
Intensidad máxima de arranque *			A	29	29
EER (Calificación Energética)	Frío			3,5	3,21
CEP (Coeficiente Energético)	Calor			4,1	4,75
Etiquetas de identificación energética	Frío			A	A
	Calor			A	A
Nivel sonoro (velocidad baja)	Frío			56	57
	Calor	dB (A)		59	60
Dimensiones (alto x ancho x fondo)			mm	945 x 870 x 370	
Peso			Kg	92	
Caudal de Aire			m <sup>3</sup> /h	4500	
Tuberías de refrigerante	Línea de líquido			1/4" x 5	1/4" x 6
	Línea de Gas (2)			3/8" x 5	3/8" x 6
Nº de hilos de interconexión (sección en mm) (3)				[2 x 1,5] + 1	
Refrigerante				R410A	
Precarga de refrigerante			Kg	6	
	Longitud de las tuberías a cargo		mts.	50	
Carga adicional de refrigerante			g/ton de líneas frigoríficas	20	
Unidades interiores compatibles			SRK	20, 25, 35, 50, 60, 71	
			FDTC	25, 35, 50, 60	
			SRH	25, 35, 50, 60	
			SRP	25, 35, 50	
			FDLM	50	
			FDLN	50	
Alimentación eléctrica a las unidades interiores			m <sup>2</sup>	[2 x 15] + 1	

Notas:  
 (1) Cantidad de unidades interiores mínima a conectar, consultar tabla (ver pág. 44)  
 (2) Con adaptadores para transformador de 3/8" a 1/2"  
 (3) 7 cable de tierra. Sección de cables de interconexión: 1,5 mm<sup>2</sup>  
 \* Se puede conectar 2 unidades interiores si se trata de la combinación (SRK12K + SRK12K)  
 Se pueden conectar 3 unidades interiores si son FDN50V o SRK12K (todas las unidades interiores)  
 \* Intensidad máxima con el nº máximo de unidades interiores conectadas.





**三菱電機 Gama RAC Inverter**



**Unidades interiores Multi-split Inverter Bomba de calor**

**Series SRK-ZJ, ZJX, ZK / Multi Split pared**



Int. Interior			SRK-ZJ	SRK-ZJX	SRK-ZK	SRK-ZJ	SRK-ZJX	SRK-ZK
Capacidad	Frio	Normal	2	2,5	3,5	5	6	7,1
	Calor	Normal	2,5	3,5	4,5	6,5	7,5	8,5
Potencia máxima (refrigeración)			20	25	35	50	60	70
Dimensiones (alto x ancho x fondo)			300 x 700 x 220			300 x 800 x 220		
Peso			5,5			7,5		
Caudal de Aire			170	215	300	420	510	590
Tamaño de refrigerante			R410A			R410A		
Filtro			3x3"			3x3"		

Opcional: Posibilidad de mando por cable RC-ES con el adaptador SC-69N-E

**Funciones de confortabilidad:**
**Funciones de distribución de flujo de aire:**
**Funciones Económicas y de confortabilidad:**
**Funciones Económicas y de confortabilidad:**

Otros:



**Series FDTC-VF / Multi Split cassette 600 x 600 mm.**



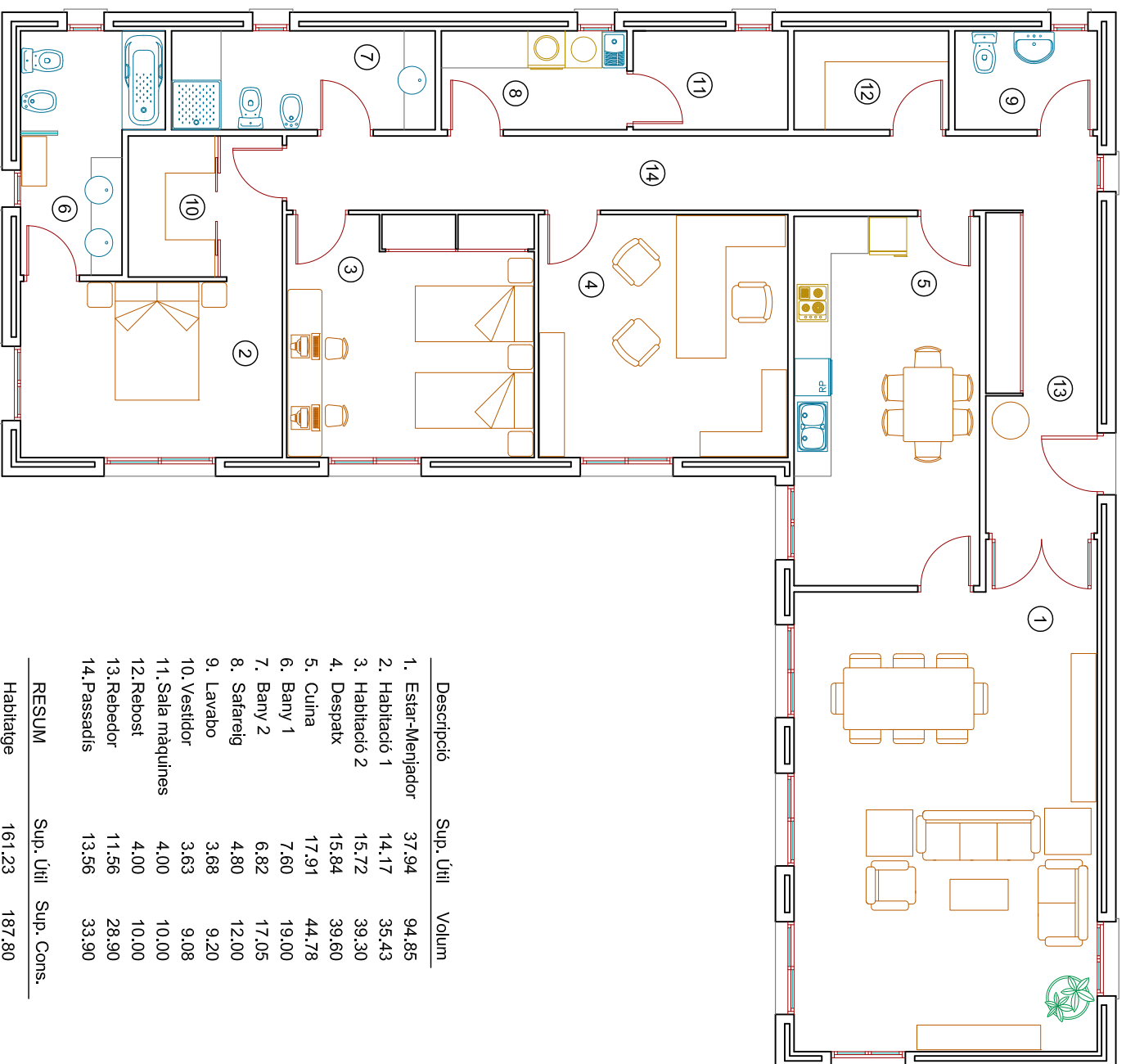
Int. Interior			FDTC-VF	FDTC-VF	FDTC-VF	FDTC-VF		
Capacidad	Frio	Normal	2,5	3,5	5,0	6		
	Calor	Normal	3,5	5,0	6,5	7,5		
Potencia máxima (refrigeración)			30	40	50	60		
Dimensiones (alto x ancho x fondo)			600 x 600 x 180			600 x 600 x 180		
Peso			10			10		
Caudal de Aire			170	210	280	350		
Tamaño de refrigerante			R410A			R410A		
Filtro			3x3"			3x3"		

**Funciones de confortabilidad:**
**Funciones de distribución de flujo de aire:**
**Funciones Económicas y de confortabilidad:**
**Funciones Económicas y de confortabilidad:**

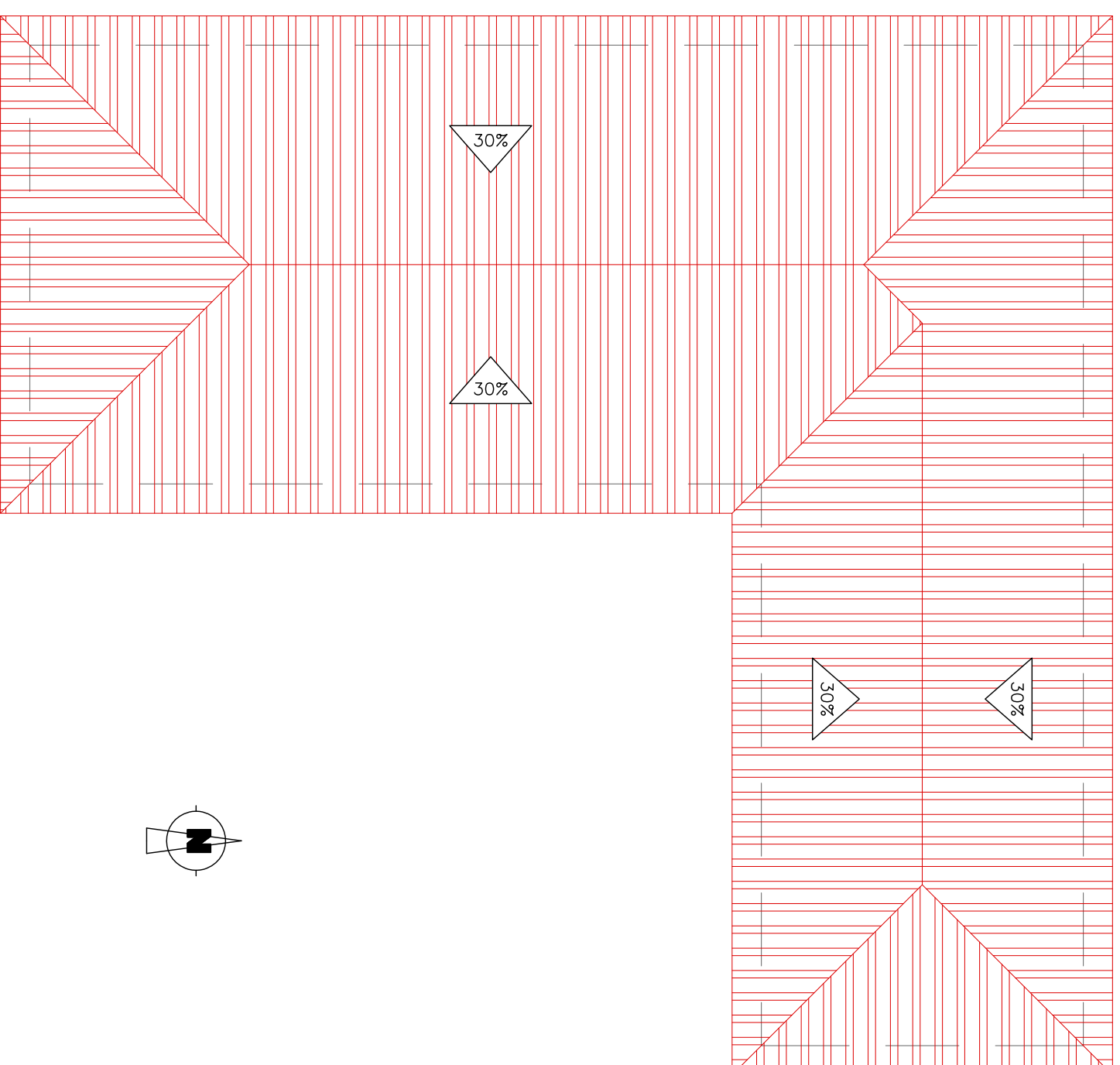
Otros:



## 7.2 PLÀNOLS



Descripció	Sup. Útil	Volum
1. Estar-Menjador	37,94	94,85
2. Habitació 1	14,17	35,43
3. Habitació 2	15,72	39,30
4. Despax	15,84	39,60
5. Cuina	17,91	44,78
6. Bany 1	7,60	19,00
7. Bany 2	6,82	17,05
8. Safareig	4,80	12,00
9. Lavabo	3,68	9,20
10. Vestidor	3,63	9,08
11. Sala màquines	4,00	10,00
12. Rebost	4,00	10,00
13. Rebedor	11,56	28,90
14. Passadis	13,56	33,90
<b>RESUM</b>	<b>Sup. Útil</b>	<b>Sup. Cons.</b>
Habitatge	161,23	187,80



TREBALL FINAL DE GRAU  
Arquitectura Tècnica



Títol del TFG: ESTUDI COMPARATIU DE DIFERENTS SISTEMES CONSTRUCTIUS,  
PER REDUIR LA DEMANDA ENERGÈTICA D'UN HABITATGE UNIFAMILIAR AÏLLAT

Nom:

IGNASI POMAR SAIS

Títol del plànol:

PLÀNOL PLANTA DISTRIBUCIÓ I COBERTA

Escala:

1/100

Nº de plànol

1

Data:

19 de març de 2014

### 7.3 FITXES JUSTIFICATIVES CÀLCULS

A continuació s'adjunten les fitxes justificatives dels càlculs realitzats amb els diferents programes informàtics. Es justifiquen els càlculs de les diferents solucions constructives emprades en el treball i dels models d'edifici amb compliment CTE 2006, 2013 i de consum energètic quasi nul.

Per a cada un d'aquests s'incorporen les justificacions seguint el mateix ordre:

- CYPE - Justificació compliment CTE HE-1
- CYPE - Justificació càrregues tèrmiques (climatització)
- CALENER VyP - Justificació compliment CTE HE-1, HE-0, consums energètics i

certificat eficiència energètica. (Aquesta justificació només es troba per els 3 tipus d'edificis, no en sistemes).

Per no adjuntar centenars de pàgines de justificacions, es decideix adjuntar les justificacions completes només en l'edifici CTE 2013 (Habitatge unifamiliar aïllat). En la resta, només s'adjunten les pàgines importants on hi consten els resultats finals, únicament per comprovar els resultats en que es treballa durant el projecte.

En cada fitxa hi consta el nom de cada tipus d'edifici o de sistema constructiu per poder-los identificar millor.





## 1.- RESULTATS DEL CÀLCUL DE DEMANDA ENERGÈTICA.

### 1.1.- Demanda energètica anual per superfície útil.

$$D_{\text{cal,edifici}} = 22.95 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any} \leq D_{\text{cal,lim}} = D_{\text{cal,base}} + F_{\text{cal,sup}}/S = 26.5 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any}$$



$D_{\text{cal,edifici}}$ : Valor calculat de la demanda energètica de calefacció, kWh/m<sup>2</sup>·any.

$D_{\text{cal,lim}}$ : Valor límit de la demanda energètica de calefacció, considerada la superfície útil dels espais habitables, kWh/m<sup>2</sup>·any.

$D_{\text{cal,base}}$ : Valor base de la demanda energètica de calefacció, per a la zona climàtica d'hivern corresponent a l'emplaçament de l'edifici (taula 2.1, CTE DB HE 1) 20 kWh/m<sup>2</sup>·any.

$F_{\text{cal,sup}}$ : Factor corrector per superfície de la demanda energètica de calefacció, (taula 2.1, CTE DB HE 1), 1000.

S: Superfície útil dels espais habitables de l'edifici, 154.16 m<sup>2</sup>.

$$D_{\text{ref,edifici}} = 4.08 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any} \leq D_{\text{ref,lim}} = 15.0 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any}$$



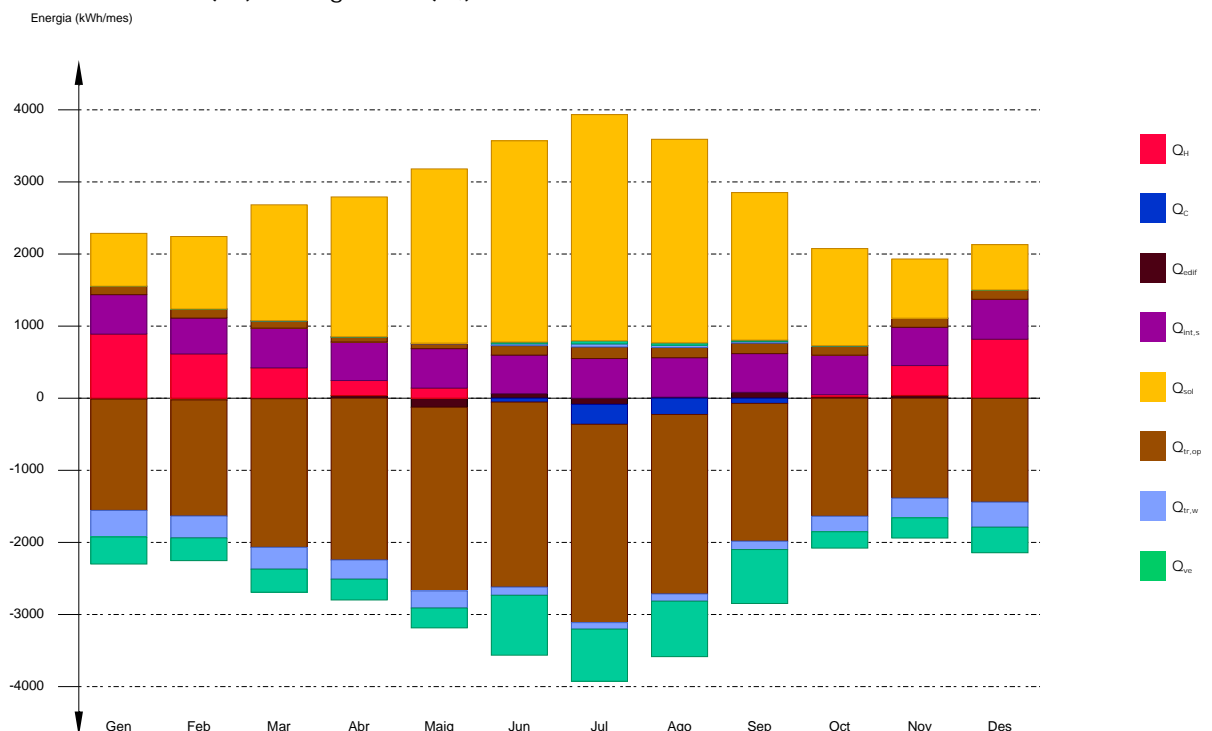
$D_{\text{ref,edifici}}$ : Valor calculat de la demanda energètica de refrigeració, kWh/m<sup>2</sup>·any.

$D_{\text{ref,lim}}$ : Valor límit de la demanda energètica de refrigeració, kWh/m<sup>2</sup>·any.

### 1.2.- Resultats mensuals.

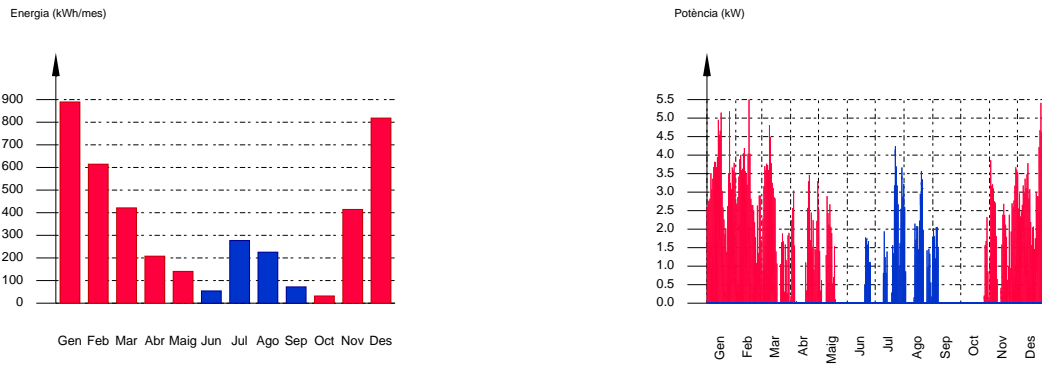
#### 1.2.1.- Balanç energètic anual de l'edifici.

La següent gràfica de barres mostra el balanç energètic de l'edifici mes a mes, comptabilitzant l'energia perduda o guanyada per transmissió tèrmica a l'exterior a través d'elements pesats i lleugers ( $Q_{\text{tr,op}}$  i  $Q_{\text{tr,w}}$ , respectivament), l'energia intercanviada per ventilació ( $Q_{\text{ve}}$ ), el guany intern sensible net ( $Q_{\text{int,s}}$ ), el guany solar net ( $Q_{\text{sol}}$ ), la calor cedida o emmagatzemada en la massa tèrmica de l'edifici ( $Q_{\text{edif}}$ ), i l'aportació necessària de calefacció ( $Q_{\text{h}}$ ) i refrigeració ( $Q_{\text{c}}$ ).



#### 1.2.2.- Demanda energètica mensual de calefacció i refrigeració.

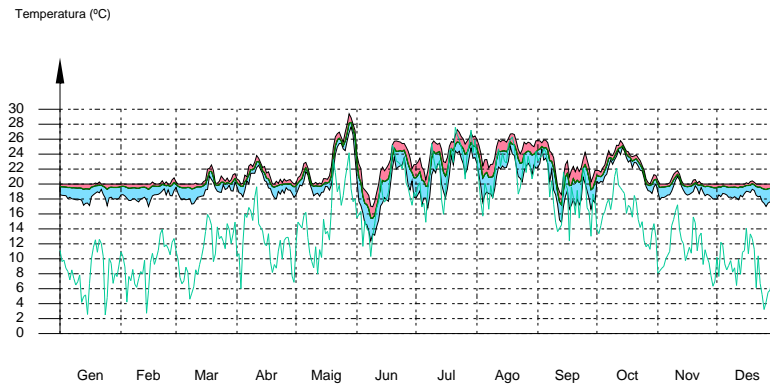
Atenent únicament a la demanda energètica a cobrir pels sistemes de calefacció i refrigeració, les necessitats energètiques i de potència útil instantània al llarg de la simulació anual es mostren en els següents gràfics:



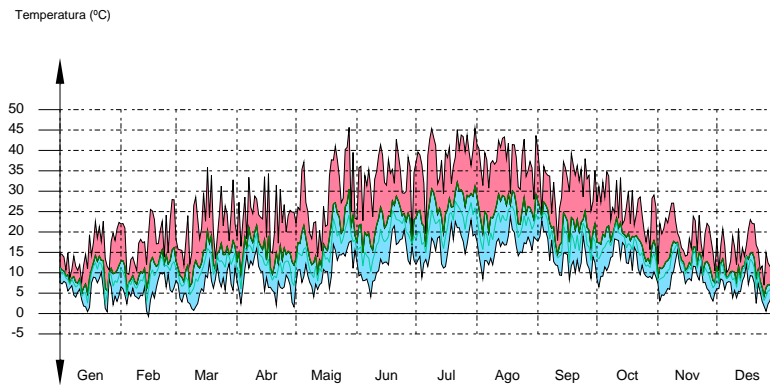
### 1.2.3.- Evolució de la temperatura.

L'evolució de la temperatura interior a les zones modelitzades de l'edifici objecte de projecte es mostra en les següents gràfiques, que mostren l'evolució de les temperatures mínimes, màximes i mitjanes de cada dia, juntament amb la temperatura mitjana diària, a cada zona:

Habitatge unifamiliar

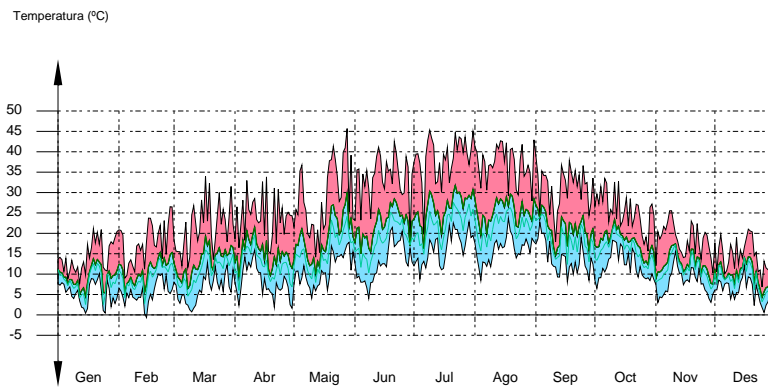


Zona no habitable 1 (Sota-coberta 1)

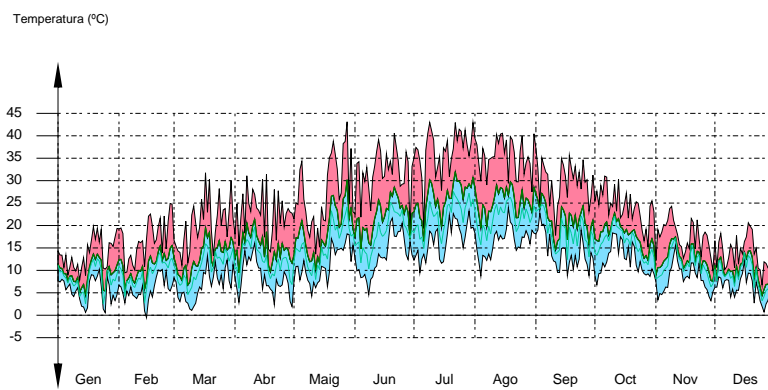




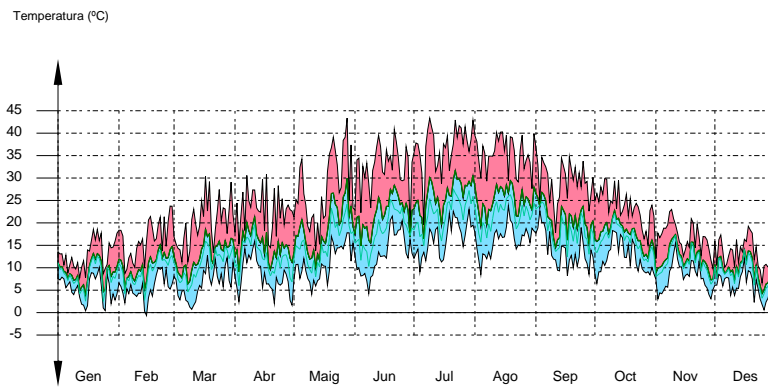
### Zona no habitable 2 (Sota-coberta 2)



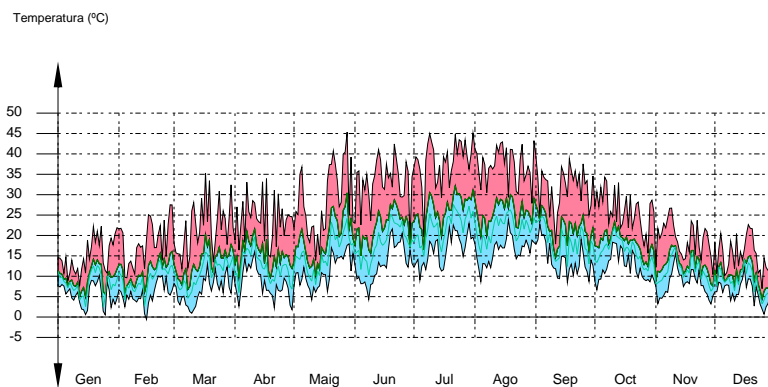
### Zona no habitable 3 (Sota-coberta 3)



### Zona no habitable 4 (Sota-coberta 4)

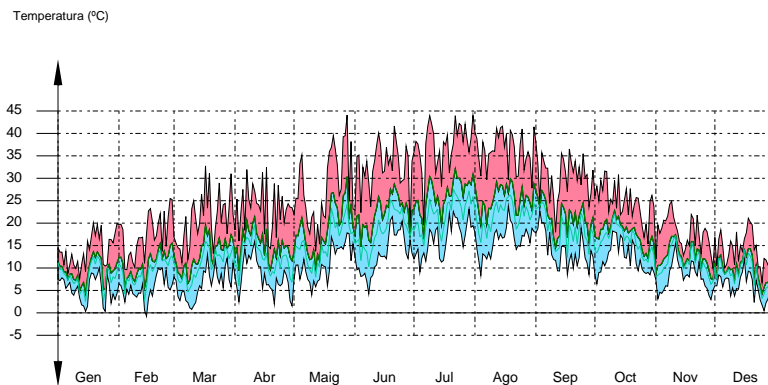


### Zona no habitable 5 (Sota-coberta 5)





## Zona no habitable 6 (Sota-coberta 6)



## 1.2.4.- Resultats numèrics del balanç energètic per zona i mes.

En la següent taula es mostren els resultats de transferència total de calor per transmissió i ventilació, calor interna total i guanys solars, i energia necessària per a calefacció i refrigeració, de cadascuna de les zones de càlcul de l'edifici.

El criteri de signes adoptat consisteix a emprar valors positius per a energies aportades a la zona de càlcul, i negatius per a l'energia extreta.

Els guanys solars i interns mostren els valors de guany energètic brut mensual, junt a la pèrdua directa deguda a la calor que escapa de la zona de càlcul a través dels elements lleugers, conforme al mètode de càlcul utilitzat.

Es mostra també la calor neta mensual emmagatzemada o cedida per la massa tèrmica de cada zona de càlcul, de balanç anual nul.

	Gen	Feb	Mar	Abr	Maig	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Des	Any	
	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh /any)	(kWh /m <sup>2</sup> .any)
Habitatge unifamiliar ( $A_t = 154.16 \text{ m}^2$ ; $V = 405.93 \text{ m}^3$ ; $A_t = 748.5 \text{ m}^2$ ; $C_m = 58468.826 \text{ kJ/K}$ ; $A_m = 574.09 \text{ m}^2$ )														
$Q_{tr,op}$	--	0.0	1.2	1.2	10.4	54.9	88.3	68.3	44.9	3.9	0.4	--	-5367.6	-34.8
$Q_{tr,w}$	-748.9	-620.0	-619.2	-548.0	-488.3	-245.9	-196.5	-219.3	-247.7	-442.2	-557.9	-707.4	-2606.5	-16.9
$Q_{tr,ac}$	0.2	2.9	11.0	16.1	36.7	80.6	105.2	85.7	52.3	12.8	2.0	0.2	-1160.8	-7.5
$Q_{ve}$	-368.1	-304.1	-302.5	-266.7	-237.4	-113.6	-90.4	-101.0	-115.3	-214.6	-272.9	-347.7	-5022.0	-32.6
$Q_{int,s}$	549.1	498.5	552.4	535.5	549.1	535.5	552.4	549.1	538.8	549.1	532.2	555.7	6475.7	42.0
$Q_{sol}$	-1.8	-1.7	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	4771.4	31.0
$Q_{edif}$	280.1	307.2	409.5	427.3	447.4	476.1	523.3	546.4	473.5	375.8	286.7	249.9		
$Q_{edif}$	-5.2	-16.2	-6.9	25.7	-105.9	65.0	-68.8	11.0	65.8	10.0	29.5	-4.0		
$Q_H$	889.5	614.5	421.4	207.9	140.5	--	--	--	--	31.9	414.4	818.3	3538.3	23.0
$Q_C$	--	--	--	--	--	-54.2	-276.7	-225.5	-72.1	--	--	--	-628.5	-4.1
$Q_{HC}$	889.5	614.5	421.4	207.9	140.5	54.2	276.7	225.5	72.1	31.9	414.4	818.3	4166.8	27.0

	Gen	Feb	Mar	Abr	Maig	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Des	Any	
	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh)	(kWh /any)	(kWh /m <sup>2</sup> .any)
Zona no habitable 1 (Sota-coberta 1) ( $A_t = 17.52 \text{ m}^2$ ; $V = 2.36 \text{ m}^3$ ; $A_t = 36.0 \text{ m}^2$ ; $C_m = 578.224 \text{ kJ/K}$ ; $A_m = 24.44 \text{ m}^2$ )														
$Q_{tr,op}$	6.3	7.4	6.5	5.1	4.7	6.6	6.0	5.2	6.6	7.5	6.9	6.8	-1563.3	-89.2
$Q_{tr,ac}$	18.3	15.3	15.3	13.4	12.8	7.9	7.4	7.4	6.9	11.0	13.6	17.5	57.7	3.3
$Q_{ve}$	-3.7	-4.4	-6.1	-5.9	-7.6	-10.9	-13.8	-12.9	-10.0	-6.2	-4.2	-3.5	-19.0	-1.1
$Q_{ve}$	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1		
$Q_{ve}$	-0.9	-1.1	-1.6	-1.8	-2.1	-2.3	-2.6	-2.4	-1.9	-1.3	-0.9	-0.8		



	Gen (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	Maig (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Des (kWh)	Any (kWh /any)	Any (kWh /m <sup>2</sup> ·any)
$Q_{sol}$	58.1	76.6	119.3	137.4	169.9	196.1	224.8	205.4	154.2	104.2	65.5	50.6	1524.7	87.0
$Q_{edif}$	-1.4	-1.8	-2.9	-3.3	-4.1	-4.7	-5.4	-4.9	-3.7	-2.5	-1.6	-1.2		

	Gen (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	Maig (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Des (kWh)	Any (kWh /any)	Any (kWh /m <sup>2</sup> ·any)
Zona no habitable 2 (Sota-coberta 2) ( $A_r = 61.70 \text{ m}^2$ ; $V = 16.13 \text{ m}^3$ ; $A_t = 127.1 \text{ m}^2$ ; $C_m = 2003.894 \text{ kJ/K}$ ; $A_m = 85.30 \text{ m}^2$ )														

$Q_{tr,op}$	39.7	43.7	39.9	29.9	23.7	33.8	34.1	36.3	41.5	45.0	42.6	41.3	-4914.7	-79.7
$Q_{tr,ac}$	-229.7	-284.9	-418.4	-486.2	-597.4	-668.9	-741.0	-652.2	-481.2	-351.8	-242.7	-211.8	330.0	5.3
$Q_{ve}$	74.2	61.2	59.3	50.1	44.6	24.4	21.4	23.8	25.3	43.1	55.1	70.7		
	-5.9	-8.0	-12.6	-13.6	-21.9	-33.3	-42.3	-34.9	-24.2	-12.9	-7.6	-6.1		
$Q_{sol}$	0.8	0.8	0.7	0.5	0.4	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	-115.8	-1.9
	-5.1	-6.4	-9.6	-11.3	-14.0	-15.7	-17.4	-15.3	-11.2	-8.0	-5.5	-4.7		
$Q_{edif}$	131.0	200.2	348.8	437.2	583.2	674.8	766.7	655.5	455.1	288.3	158.4	111.5	4700.5	76.2
	-3.0	-4.6	-8.0	-10.0	-13.3	-15.4	-17.5	-15.0	-10.4	-6.6	-3.6	-2.6		
	-1.9	-2.0	-0.1	3.3	-5.4	-0.3	-4.6	1.1	4.4	2.2	2.5	0.8		

	Gen (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	Maig (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Des (kWh)	Any (kWh /any)	Any (kWh /m <sup>2</sup> ·any)
Zona no habitable 3 (Sota-coberta 3) ( $A_r = 51.09 \text{ m}^2$ ; $V = 15.48 \text{ m}^3$ ; $A_t = 110.3 \text{ m}^2$ ; $C_m = 1774.292 \text{ kJ/K}$ ; $A_m = 73.74 \text{ m}^2$ )														

$Q_{tr,op}$	17.8	19.4	13.1	8.8	7.7	9.7	7.8	6.3	13.5	18.5	19.6	21.4	-4043.4	-79.2
$Q_{tr,ac}$	-183.5	-227.9	-328.6	-389.6	-464.8	-524.2	-573.2	-515.9	-377.2	-267.6	-187.0	-167.6	322.7	6.3
$Q_{ve}$	72.9	60.4	61.6	53.5	51.7	33.4	33.5	32.9	30.8	46.0	55.3	69.2		
	-8.8	-11.1	-17.2	-19.6	-25.8	-40.2	-49.6	-44.2	-29.8	-15.2	-9.4	-7.8		
$Q_{sol}$	0.4	0.4	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.3	0.4	0.4	0.5	-111.4	-2.2
	-4.8	-6.0	-8.9	-10.6	-12.8	-14.5	-15.9	-14.2	-10.3	-7.2	-4.9	-4.4		
$Q_{edif}$	110.6	171.2	287.3	364.0	460.7	550.3	617.5	548.5	378.7	229.2	127.0	90.4	3832.1	75.0
	-2.9	-4.5	-7.5	-9.5	-12.1	-14.4	-16.2	-14.4	-9.9	-6.0	-3.3	-2.4		
	-1.7	-1.8	-0.1	2.9	-4.8	-0.2	-4.0	0.9	3.9	1.9	2.3	0.6		

	Gen (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	Maig (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Des (kWh)	Any (kWh /any)	Any (kWh /m <sup>2</sup> ·any)
Zona no habitable 4 (Sota-coberta 4) ( $A_r = 48.28 \text{ m}^2$ ; $V = 8.08 \text{ m}^3$ ; $A_t = 99.7 \text{ m}^2$ ; $C_m = 1558.875 \text{ kJ/K}$ ; $A_m = 67.30 \text{ m}^2$ )														

$Q_{tr,op}$	36.5	36.3	26.3	14.8	10.9	13.6	12.7	14.4	25.0	34.3	38.8	41.7	-3376.7	-69.9
$Q_{tr,ac}$	-138.9	-183.8	-275.1	-344.4	-434.9	-496.8	-539.8	-460.2	-315.0	-216.2	-145.5	-131.4	352.7	7.3
$Q_{ve}$	63.8	52.7	52.2	43.3	38.8	22.8	22.0	24.7	26.4	40.5	49.2	60.6		
	-1.9	-3.3	-6.5	-9.3	-15.6	-26.2	-32.0	-25.3	-14.4	-5.3	-2.4	-1.9		
$Q_{sol}$	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.4	0.5	0.5	-51.3	-1.1
	-2.0	-2.7	-4.1	-5.1	-6.6	-7.5	-8.2	-7.0	-4.7	-3.2	-2.1	-1.9		
$Q_{edif}$	44.4	104.1	211.6	304.6	420.6	505.1	560.9	462.6	285.1	151.0	61.0	32.4	3075.2	63.7
	-1.0	-2.3	-4.6	-6.6	-9.1	-11.0	-12.2	-10.0	-6.2	-3.3	-1.3	-0.7		
	-1.5	-1.6	-0.1	2.6	-4.2	-0.2	-3.5	0.8	3.5	1.7	2.0	0.6		

	Gen (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	Maig (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Des (kWh)	Any (kWh /any)	Any (kWh /m <sup>2</sup> ·any)
Zona no habitable 5 (Sota-coberta 5) ( $A_r = 30.36 \text{ m}^2$ ; $V = 5.66 \text{ m}^3$ ; $A_t = 65.0 \text{ m}^2$ ; $C_m = 1044.886 \text{ kJ/K}$ ; $A_m = 43.41 \text{ m}^2$ )														

$Q_{tr,op}$	10.5	12.4	10.8	8.4	7.6	11.0	10.2	8.9	11.4	12.9	11.6	11.3	-2684.3	-88.4
$Q_{tr,ac}$	-132.8	-158.3	-224.7	-251.6	-296.3	-329.7	-366.9	-337.2	-260.4	-193.7	-137.9	-121.7	94.8	3.1
$Q_{ve}$	36.6	30.0	29.3	25.5	24.1	14.0	12.5	12.3	11.7	20.6	26.7	35.0		
	-9.0	-9.8	-12.9	-11.7	-14.5	-20.7	-26.6	-25.5	-20.8	-13.6	-9.8	-8.5		
$Q_{sol}$	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	-45.4	-1.5
	-2.2	-2.6	-3.7	-4.2	-5.0	-5.6	-6.2	-5.7	-4.4	-3.2	-2.2	-2.0		



	Gen (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	Maig (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Des (kWh)	Any (kWh /any)	Any (kWh /m <sup>2</sup> .any)
Q <sub>sol</sub>	100.3	132.6	206.5	238.0	294.5	339.9	389.5	355.8	267.0	180.5	113.1	87.6	2634.9	86.8
Q <sub>edif</sub>	-2.6	-3.5	-5.4	-6.2	-7.7	-8.9	-10.2	-9.3	-7.0	-4.7	-2.9	-2.3		
	-1.0	-1.1	-0.0	1.7	-2.8	-0.1	-2.4	0.5	2.3	1.1	1.4	0.4		

	Gen (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	Maig (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Des (kWh)	Any (kWh /any)	Any (kWh /m <sup>2</sup> .any)
--	--------------	--------------	--------------	--------------	---------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	-------------------	-----------------------------------

Zona no habitable 6 (Sota-coberta 6) ( $A_r = 10.14 \text{ m}^2$ ;  $V = 0.52 \text{ m}^3$ ;  $A_i = 20.4 \text{ m}^2$ ;  $C_m = 317.866 \text{ kJ/K}$ ;  $A_m = 14.08 \text{ m}^2$ )

Q <sub>tr,op</sub>	3.8	3.9	2.8	1.8	1.7	2.0	1.6	1.3	2.6	3.7	3.9	4.4	-807.0	-79.6
	-33.9	-43.7	-64.6	-77.7	-93.7	-107.6	-118.1	-106.0	-76.7	-52.6	-35.3	-30.6		
Q <sub>tr,ac</sub>	10.3	8.6	8.7	7.6	7.3	4.7	4.6	4.6	4.4	6.5	7.8	9.8	44.6	4.4
	-1.3	-1.7	-2.5	-2.8	-3.7	-5.7	-7.0	-6.3	-4.4	-2.3	-1.4	-1.2		
Q <sub>ve</sub>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.7	-0.4
	-0.2	-0.2	-0.3	-0.4	-0.4	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.2	-0.2	-0.1		
Q <sub>sol</sub>	22.0	34.0	57.0	72.3	91.5	109.3	122.6	108.9	75.2	45.5	25.2	17.9	766.2	75.5
	-0.4	-0.7	-1.1	-1.4	-1.8	-2.1	-2.4	-2.1	-1.5	-0.9	-0.5	-0.3		
Q <sub>edif</sub>	-0.3	-0.3	-0.0	0.5	-0.9	-0.0	-0.7	0.2	0.7	0.3	0.4	0.1		

## 2.- MODEL DE CÀLCUL DE L'EDIFICI .

### 2.1.- Zonificació climàtica.

L'edifici objecte del projecte se situa en el municipi de Girona (província de Girona), amb una altura sobre el nivell del mar de 70 m. Li correspon, conforme a l'Apèndix B de CTE DB HE 1, la zona climàtica C2. La pertinença a aquesta zona climàtica defineix les sol·licitacions exteriors per al càlcul de demanda energètica, mitjançant la determinació del clima de referència associat, publicat en format informàtic (fitxer MET) per la Direcció General d'Arquitectura, Habitatge i Sòl, del Ministeri de Foment.

### 2.2.- Zonificació de l'edifici, perfil d'ús i nivell de condicionament.

#### 2.2.1.- Agrupacions de recintes.

Es mostra a continuació la caracterització dels espais que componen cadascuna de les zones de càlcul de l'edifici. Per a cada espai, es mostren la seva superfície i volum, amb les seves condicions operacionals conforme als perfils d'ús de l'Apèndix C de CTE DB HE 1, el seu condicionament tèrmic, i les seves sol·licitacions interiors degudes a aportacions d'energia d'ocupants, equips i il·luminació.

	S (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	b <sub>ve</sub>	NR <sub>n</sub> (1/h)	Perfil	SO <sub>ocup,s</sub> (kWh /any)	SO <sub>equip</sub> (kWh /any)	SO <sub>il,l</sub> (kWh /any)	T <sup>a</sup> calef. mitja (°C)	T <sup>a</sup> refrig. mitja (°C)
Habitatge unifamiliar (Zona habitable)										
Habitació 1	16.98	46.27	0.50	0.63	Baixa, 24 h	224.8	245.4	245.4	19.0	26.0
Habitació 2	15.16	41.31	0.50	0.63	Baixa, 24 h	200.7	219.1	219.1	19.0	26.0
Despatx	15.43	42.04	0.50	0.63	Baixa, 24 h	204.2	223.0	223.0	19.0	26.0
Estar-Menjador	36.15	98.51	0.50	0.63	Baixa, 24 h	478.6	522.5	522.5	19.0	26.0
Cuina	17.37	43.84	0.50	0.63	Baixa, 24 h	229.9	251.1	251.1	19.0	26.0
Bany 1	7.04	17.77	0.50	0.63	Baixa, 24 h	93.2	101.8	101.8	19.0	26.0
Bany 2	6.40	16.16	0.50	0.63	Baixa, 24 h	84.8	92.5	92.5	19.0	26.0
Lavabo	3.32	8.38	0.50	0.63	Baixa, 24 h	44.0	48.0	48.0	19.0	26.0
Passadís	24.32	61.38	0.50	0.63	Baixa, 24 h	321.9	351.5	351.5	19.0	26.0
Rebost	3.74	9.45	0.50	0.63	Baixa, 24 h	49.6	54.1	54.1	19.0	26.0
Sala màquines	3.74	9.45	0.50	0.63	Baixa, 24 h	49.6	54.1	54.1	19.0	26.0
Safareig	4.50	11.36	0.50	0.63	Baixa, 24 h	59.6	65.0	65.0	19.0	26.0
	154.16	405.93		0.63		2040.8	2228.2	2228.2	19.0	26.0



	S (m <sup>2</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	b <sub>ve</sub>	NR <sub>h</sub> (1/h)	Perfil	SQ <sub>ocup,s</sub> (kWh /any)	SQ <sub>equip</sub> (kWh /any)	SQ <sub>il,l</sub> (kWh /any)	T <sup>a</sup> calef. mitja (°C)	T <sup>a</sup> refrig. mitja (°C)
Zona no habitable 1 (Sota-coberta 1) (Zona no habitable)										
Sota-coberta 1	17.52	2.36	1.00	1.00	---	0.0	0.0	0.0	Oscil·lació lliure	
	17.52	2.36		1.00		0.0	0.0	0.0		
Zona no habitable 2 (Sota-coberta 2) (Zona no habitable)										
Sota-coberta 2	61.70	16.13	1.00	1.00	---	0.0	0.0	0.0	Oscil·lació lliure	
	61.70	16.13		1.00		0.0	0.0	0.0		
Zona no habitable 3 (Sota-coberta 3) (Zona no habitable)										
Sota-coberta 3	51.09	15.48	1.00	1.00	---	0.0	0.0	0.0	Oscil·lació lliure	
	51.09	15.48		1.00		0.0	0.0	0.0		
Zona no habitable 4 (Sota-coberta 4) (Zona no habitable)										
Sota-coberta 4	48.28	8.08	1.00	1.00	---	0.0	0.0	0.0	Oscil·lació lliure	
	48.28	8.08		1.00		0.0	0.0	0.0		
Zona no habitable 5 (Sota-coberta 5) (Zona no habitable)										
Sota-coberta 5	30.36	5.66	1.00	1.00	---	0.0	0.0	0.0	Oscil·lació lliure	
	30.36	5.66		1.00		0.0	0.0	0.0		
Zona no habitable 6 (Sota-coberta 6) (Zona no habitable)										
Sota-coberta 6	10.14	0.52	1.00	1.00	---	0.0	0.0	0.0	Oscil·lació lliure	
	10.14	0.52		1.00		0.0	0.0	0.0		

ON:

S: Superfície útil interior del recinte.

V: Volum interior net del recinte.

b<sub>ve</sub>: Factor d'ajust de la temperatura de subministrament de ventilació. En cas de disposar d'una unitat de recuperació de calor, el factor d'ajust de la temperatura de subministrament de ventilació per al cabal d'aire procedent de la unitat de recuperació és igual a  $b_{ve} = (1 - f_{ve,frac} \cdot h_{rru})$ , on  $h_{rru}$  és el rendiment de la unitat de recuperació i  $f_{ve,frac}$  és la fracció del cabal d'aire total que circula a través del recuperador.NR<sub>h</sub>: Nombre de renovacions per hora de l'aire del recinte.Q<sub>ocup,s</sub>: Sumatori de la càrrega interna sensible deguda a l'ocupació del recinte al llarg de l'any, conforme al perfil anual assignat i a la seva superfície.Q<sub>ocup,l</sub>: Sumatori de la càrrega interna latent deguda a l'ocupació del recinte al llarg de l'any, conforme al perfil anual assignat i a la seva superfície.Q<sub>equip</sub>: Sumatori de la càrrega interna deguda als equips presents en el recinte al llarg de l'any, conforme al perfil anual assignat i a la seva superfície.Q<sub>il,l</sub>: Sumatori de la càrrega interna deguda a la il·luminació del recinte al llarg de l'any, conforme al perfil anual assignat i a la seva superfície.T<sup>a</sup> calef. mitja: Valor mitjà en els intervals d'operació de la temperatura de consigna de calefacció.T<sup>a</sup> refrig. mitja: Valor mitjà en els intervals d'operació de la temperatura de consigna de refrigeració.



## 2.2.2.- Perfils d'ús utilitzats.

Els perfils d'ús utilitzats en el càlcul de l'edifici, obtinguts de l'Apèndix C de CTE DB HE 1, són els següents:

ÚS RESIDENCIAL	(24h, BAIXA)						
	1-7 h	8 h	9-15 h	16-18 h	19 h	20-23 h	24 h
<b>Temp. Consigna Alta (°C)</b>							
Gener a Maig	-	-	-	-	-	-	-
Juny a Setembre	27	-	-	25	25	25	27
Octubre a Desembre	-	-	-	-	-	-	-
<b>Temp. Consigna Baixa (°C)</b>							
Gener a Maig	17	20	20	20	20	20	17
Juny a Setembre	-	-	-	-	-	-	-
Octubre a Desembre	17	20	20	20	20	20	17
<b>Ocupació sensible (W/m<sup>2</sup>)</b>							
Laboral	2.15	0.54	0.54	1.08	1.08	1.08	2.15
Dissabte i Festiu	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
<b>Ocupació latent (W/m<sup>2</sup>)</b>							
Laboral	1.36	0.34	0.34	0.68	0.68	0.68	1.36
Dissabte i Festiu	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
<b>II·luminació (W/m<sup>2</sup>)</b>							
Laboral, Dissabte i Festiu	0.44	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	2.2
<b>Equips (W/m<sup>2</sup>)</b>							
Laboral, Dissabte i Festiu	0.44	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	2.2
<b>Ventilació estiu</b>							
Laboral, Dissabte i Festiu	4.00	4.00	*	*	*	*	*
<b>Ventilació hivern</b>							
Laboral, Dissabte i Festiu	*	*	*	*	*	*	*

\*: Nombre de renovacions corresponent al mínim exigít per CTE DB HS 3.

## 2.3.- Descripció geomètrica i constructiva del model de càlcul.

## 2.3.1.- Composició constructiva.

Elements constructius pesats

Tipus		S (m <sup>2</sup> )	c (kJ/ (m <sup>2</sup> K))	U (W/ (m <sup>2</sup> K))	ãQ <sub>tr</sub> (kWh /any)	a	I. (°)	O. (°)	F <sub>sh</sub>	ãQ <sub>sol</sub> (kWh /any)
Habitatge unifamiliar										
Façana tradicional	Tancament amb guany solar	5.85	56.15	0.22	-75.0	0.4	V	E(90)	0.96	10.8
Façana tradicional	Tancament amb guany solar	3.88	56.15	0.22	-49.8	0.4	V	S(180)	0.89	9.8
Supermaó 7cm	Partició interior	85.23	38.96							
Maó de cantell 9 cm	Partició interior	33.50	71.67							
Forjat sanitari	Tancament en contacte amb el terreny	154.16	123.41	0.26	-2313.5					
Forjat reticular + XPS	Partició entre zones definides	34.52	161.89	0.22	-272.5					
Forjat reticular + XPS	Partició entre zones definides	5.99	161.89	0.22	-47.3					
Forjat reticular + XPS	Partició entre zones definides	5.64	161.89	0.22	-41.4					
Façana tradicional	Tancament amb guany solar	15.47	56.15	0.22	-198.5	0.4	V	E(90)	0.96	28.5
Façana tradicional	Tancament amb guany solar	6.38	56.15	0.22	-81.9	0.4	V	E(90)	0.89	10.9
Maó de cantell 9 cm	Partició interior	130.92	57.58							
Façana tradicional	Tancament amb guany solar	6.11	56.15	0.22	-78.5	0.4	V	S(180)	0.67	11.5
Façana tradicional	Tancament amb guany solar	18.68	56.15	0.22	-239.7	0.4	V	N(0)	0.96	7.1
Forjat reticular + XPS	Partició entre zones definides	5.29	161.89	0.22	-41.9					
Forjat reticular + XPS	Partició entre zones definides	15.63	161.89	0.22	-132.0					
Forjat reticular + XPS	Partició entre zones definides	14.19	161.89	0.22	-104.2					
Façana tradicional	Tancament amb guany solar	1.97	56.15	0.22	-25.3	0.4	V	S(180)	0.54	3.0





Tipus		S (m <sup>2</sup> )	c (kJ/ (m <sup>2</sup> K))	U (W/ (m <sup>2</sup> K))	âQ <sub>tr</sub> (kWh /any)	a	I. (°)	O. (°)	F <sub>sh</sub>	âQ <sub>sol</sub> (kWh /any)
Forjat reticular + XPS	Partició entre zones definides	16.27	50.39	0.21	-131.2					
Forjat reticular + XPS	Partició entre zones definides	7.51	50.39	0.21	-52.6					
Forjat reticular + XPS	Partició entre zones definides	4.52	50.39	0.21	-34.0					
Forjat reticular + XPS	Partició entre zones definides	35.92	50.39	0.21	-270.9					
Façana tradicional	Tancament amb guany solar	8.61	67.93	0.22	-110.9	0.4	V	S(180)	0.89	21.7
Façana tradicional	Tancament amb guany solar	4.20	67.93	0.22	-54.1	0.4	V	O(-90)	0.97	8.2
Maó de cantell 9 cm	Partició interior	33.50	55.12							
Maó de cantell 9 cm	Partició interior	8.27	69.19							
Forjat reticular + XPS	Partició entre zones definides	4.68	50.39	0.21	-32.8					
Façana tradicional	Tancament amb guany solar	13.81	67.93	0.22	-177.8	0.4	V	O(-90)	0.96	26.8
Façana tradicional	Tancament amb guany solar	4.14	67.93	0.22	-53.3	0.4	V	N(0)	0.97	1.6
Façana tradicional	Tancament amb guany solar	13.75	56.15	0.22	-176.4	0.4	V	N(0)	0.96	5.2
Façana tradicional	Tancament amb guany solar	17.82	56.15	0.22	-228.7	0.4	V	O(-90)	0.96	34.5
					-5024.1					179.7
Zona no habitable 1 (Sota-coberta 1)										
Maó de cantell 9 cm	Partició entre zones definides	1.86	41.08	2.12	-10.8					
Maó de cantell 9 cm	Partició entre zones definides	1.85	41.08	2.12	-10.6					
Forjat reticular + XPS	Partició entre zones definides	5.64	4.95	0.22	44.2					
Forjat reticular + XPS	Partició entre zones definides	4.68	4.34	0.21	35.0					
Forjat reticular + XPS	Partició límit de zona	3.93	4.99	0.22	-25.1					
Solera ceràmica i teula àrab	Tancament amb guany solar	18.06	19.83	2.90	-1538.3	0.6	14	S(180)	1.00	1562.2
					-1505.6					1562.2
Zona no habitable 2 (Sota-coberta 2)										
Maó de cantell 9 cm	Partició entre zones definides	8.74	41.08	2.12	-4.0					
Maó de cantell 9 cm	Partició entre zones definides	1.86	41.08	2.12	-10.9					
Maó de cantell 9 cm	Partició entre zones definides	1.86	41.08	2.12	9.2					
Forjat reticular + XPS	Partició entre zones definides	5.99	4.95	0.22	49.9					
Forjat reticular + XPS	Partició entre zones definides	35.92	4.34	0.21	285.8					
Forjat reticular + XPS	Partició límit de zona	9.18	4.99	0.22	-52.5					
Solera ceràmica i teula àrab	Tancament amb guany solar	63.59	19.83	2.90	-4862.2	0.6	14	O(-90)	1.00	4810.5
					-4584.7					4810.5
Zona no habitable 3 (Sota-coberta 3)										
Maó de cantell 9 cm	Partició entre zones definides	0.97	41.08	2.12	-5.8					
Maó de cantell 9 cm	Partició entre zones definides	8.74	41.08	2.12	-6.3					
Maó de cantell 9 cm	Partició entre zones definides	1.85	41.08	2.12	8.9					
Maó de cantell 9 cm	Partició entre zones definides	0.82	41.08	2.12	3.8					
Forjat reticular + XPS	Partició entre zones definides	34.52	4.95	0.22	286.4					
Forjat reticular + XPS	Partició entre zones definides	4.52	4.34	0.21	35.8					
Forjat reticular + XPS	Partició límit de zona	6.18	4.99	0.22	-35.2					
Solera ceràmica i teula àrab	Tancament amb guany solar	52.65	19.83	2.90	-4008.2	0.6	14	E(90)	1.00	3935.3
					-3720.7					3935.3
Zona no habitable 4 (Sota-coberta 4)										
Maó de cantell 9 cm	Partició entre zones definides	5.59	41.08	2.12	58.0					
Maó de cantell 9 cm	Partició entre zones definides	0.85	41.08	2.12	4.1					
Maó de cantell 9 cm	Partició entre zones definides	1.86	41.08	2.12	9.2					
Maó de cantell 9 cm	Partició entre zones definides	0.97	41.08	2.12	4.9					
Forjat reticular + XPS	Partició entre zones definides	16.27	4.34	0.21	137.8					
Forjat reticular + XPS	Partició entre zones definides	15.63	4.95	0.22	138.7					
Forjat reticular + XPS	Partició límit de zona	8.73	4.99	0.22	-43.8					
Solera ceràmica i teula àrab	Tancament amb guany solar	49.76	19.83	2.90	-3332.9	0.6	14	N(0.07)	1.00	3143.4
					-3023.9					3143.4
Zona no habitable 5 (Sota-coberta 5)										
Maó de cantell 9 cm	Partició entre zones definides	0.82	41.08	2.12	-4.7					
Maó de cantell 9 cm	Partició entre zones definides	0.85	41.08	2.12	-5.1					
Maó de cantell 9 cm	Partició entre zones definides	5.59	41.08	2.12	-62.1					
Forjat reticular + XPS	Partició entre zones definides	14.19	4.95	0.22	110.8					



Tipus		S (m <sup>2</sup> )	c (kJ/ (m <sup>2</sup> K))	U (W/ (m <sup>2</sup> K))	āQ <sub>tr</sub> (kWh /any)	a	I. (°)	O. (°)	F <sub>sh</sub>	āQ <sub>sol</sub> (kWh /any)	
Forjat reticular + XPS	Partició entre zones definides	7.51	4.34	0.21	55.9						
Forjat reticular + XPS	Partició límit de zona	4.73	4.99	0.22	-30.1						
Solera ceràmica i teula àrab	Tancament amb guany solar	31.28	19.83	2.90	-2654.2	0.6	14	S(180)	1.00	2705.4	
					-2589.5						2705.4
Zona no habitable 6 (Sota-coberta 6)											
Maó de cantell 9 cm	Partició entre zones definides	0.85	41.08	2.12	-4.5						
Maó de cantell 9 cm	Partició entre zones definides	0.85	41.08	2.12	4.6						
Forjat reticular + XPS	Partició entre zones definides	5.29	4.95	0.22	44.4						
Forjat reticular + XPS	Partició límit de zona	2.93	4.99	0.22	-16.6						
Solera ceràmica i teula àrab	Tancament amb guany solar	10.45	19.83	2.90	-790.4	0.6	14	E(90)	1.00	781.4	
					-762.5						781.4

on:

- S: Superfície de l'element.  
c: Capacitat calorífica per superfície de l'element.  
U: Transmissió tèrmica de l'element.  
Q<sub>tr</sub>: Calor intercanviada en l'element al llarg de l'any.  
a: Coeficient d'absorció solar (absortivitat) de la superfície opaca.  
I.: Inclinatori de la superfície (elevació).  
O.: Orientació de la superfície (azimut respecte al nord).  
F<sub>sh</sub>: Valor mitjà anual del factor de correcció d'ombra per obstacles exteriors.  
Q<sub>sol</sub>: Guany solar acumulat al llarg de l'any.

## Elements constructius lleugers

	S (m <sup>2</sup> )	U <sub>v</sub> (W/ (m <sup>2</sup> K))	F <sub>F</sub> (%)	U <sub>m</sub> (W/ (m <sup>2</sup> K))	āQ <sub>tr</sub> (kWh /any)	g <sub>gl</sub>	a	I. (°)	O. (°)	F <sub>sh</sub>	āQ <sub>sol</sub> (kWh /any)
Habitatge unifamiliar											
Doble envidriament LOW.S "UNIÓVIDRIERA ARAGONESA", LOW.S 4/14/6 Templa.Lite Azur.Lite color blau	3.78	1.10	0.20	2.20	-286.7	0.38	0.6	V	E(90)	0.98	749.6
Doble envidriament LOW.S "UNIÓVIDRIERA ARAGONESA", LOW.S 4/14/6 Templa.Lite Azur.Lite color blau	1.44	1.10	0.31	2.20	-119.2	0.38	0.6	V	S(180)	0.92	169.7
Doble envidriament LOW.S "UNIÓVIDRIERA ARAGONESA", LOW.S 4/14/6 Templa.Lite Azur.Lite color blau	3.15	1.10	0.22	2.20	-242.9	0.38	0.6	V	E(90)	0.98	609.6
Doble envidriament LOW.S "UNIÓVIDRIERA ARAGONESA", LOW.S 4/14/6 Templa.Lite Azur.Lite color blau	3.15	1.10	0.22	2.20	-242.9	0.38	0.6	V	E(90)	0.96	598.6
Doble envidriament LOW.S "UNIÓVIDRIERA ARAGONESA", LOW.S 4/14/6 Templa.Lite Azur.Lite color blau	3.15	1.10	0.22	2.20	-242.9	0.38	0.6	V	S(180)	0.74	454.6
Doble envidriament LOW.S "UNIÓVIDRIERA ARAGONESA", LOW.S 4/14/6 Templa.Lite Azur.Lite color blau	3.15	1.10	0.22	2.20	-242.9	0.38	0.6	V	S(180)	0.79	482.2
Doble envidriament LOW.S "UNIÓVIDRIERA ARAGONESA", LOW.S 4/14/6 Templa.Lite Azur.Lite color blau	3.15	1.10	0.22	2.20	-242.9	0.38	0.6	V	S(180)	0.82	499.7
Doble envidriament LOW.S "UNIÓVIDRIERA ARAGONESA", LOW.S 4/14/6 Templa.Lite Azur.Lite color blau	1.44	1.10	0.31	2.20	-119.2	0.38	0.6	V	E(90)	0.98	206.2
Doble envidriament LOW.S "UNIÓVIDRIERA ARAGONESA", LOW.S 4/14/6 Templa.Lite Azur.Lite color blau	1.44	1.10	0.31	2.20	-119.2	0.38	0.6	V	N(0)	0.99	158.3
Doble envidriament LOW.S "UNIÓVIDRIERA ARAGONESA", LOW.S 4/14/6 Templa.Lite Azur.Lite color blau	2.52	1.10	0.25	2.20	-199.1	0.38	0.6	V	S(180)	0.68	324.3
Doble envidriament LOW.S "UNIÓVIDRIERA ARAGONESA", LOW.S 4/14/6 Templa.Lite Azur.Lite color blau	0.54	1.10	0.48	2.20	-50.7	0.38	0.6	V	S(180)	0.90	39.4



	S (m <sup>2</sup> )	U <sub>v</sub> (W/ (m <sup>2</sup> K))	F <sub>F</sub> (%)	U <sub>m</sub> (W/ (m <sup>2</sup> K))	âQ <sub>tr</sub> (kWh /any)	g <sub>gl</sub>	a	I. (°)	O. (°)	F <sub>sh</sub>	âQ <sub>sol</sub> (kWh /any)
Doble envidriament LOW.S "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", LOW.S 4/14/6 Templa.Lite Azur.Lite color blau	0.54	1.10	0.48	2.20	-50.7	0.38	0.6	V	O(-90)	0.96	54.0
Doble envidriament LOW.S "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", LOW.S 4/14/6 Templa.Lite Azur.Lite color blau	2.16	1.10	0.48	2.20	-202.9	0.38	0.6	V	O(-90)	0.95	214.9
Porta d'entrada a l'habitatge, de fusta	1.88		1.00	1.79	-193.4		0.6	V	N(0)	0.98	16.7
Doble envidriament LOW.S "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", LOW.S 4/14/6 Templa.Lite Azur.Lite color blau	0.54	1.10	0.48	2.20	-50.7	0.38	0.6	V	N(0)	0.99	45.7
					-2606.5						4623.6

ON:

- S: Superfície de l'element.  
 U<sub>v</sub>: Transmissió tèrmica de la part translúcida.  
 F<sub>F</sub>: Fracció de part opaca de l'element lleuger.  
 U<sub>m</sub>: Transmissió tèrmica de la part opaca.  
 Q<sub>tr</sub>: Calor intercanviada en l'element al llarg de l'any.  
 g<sub>gl</sub>: Transmissió total d'energia solar de la part transparent.  
 a: Coeficient d'absorció solar (absortivitat) de la part opaca de l'element lleuger.  
 I.: Inclinació de la superfície (elevació).  
 O.: Orientació de la superfície (azimut respecte al nord).  
 F<sub>sh</sub>: Valor mitjà anual del factor de correcció d'ombra per obstacles exteriors.  
 Q<sub>sol</sub>: Guany solar acumulat al llarg de l'any.

## Ponts tèrmics

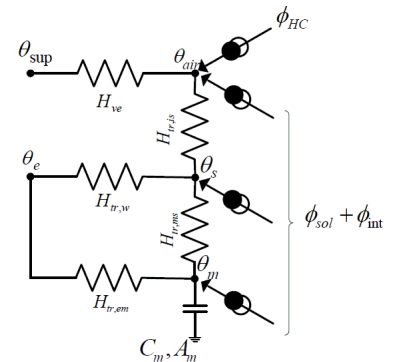
	Tipus	L (m)	y (W/mK)	âQ <sub>tr</sub> (kWh /any)
Habitatge unifamiliar				
Façana en cantonada vertical sortint	Lineal	13.22	0.080	-62.0
Trobada sortint de façana amb terra exterior	Lineal	65.09	0.390	-1488.4
Façana en cantonada vertical entrant	Lineal	5.25	-0.150	46.2
				-1504.2

ON:

- L: Longitud del pont tèrmic lineal.  
 y: Transmissió tèrmica lineal del pont tèrmic.  
 n: Nombre de ponts tèrmics puntuals.  
 X: Transmissió tèrmica puntual del pont tèrmic.  
 Q<sub>tr</sub>: Calor intercanviada en l'element al llarg de l'any.

## 2.4.- Procediment de càlcul de la demanda energètica.

El procediment de càlcul emprat consisteix en la simulació anual d'un model zonal de l'edifici amb acoblament tèrmic entre zones, mitjançant el mètode complet simplificat en base horària de tipus dinàmic descrit en UNE-EN ISO 13790:2011, la implementació de la qual ha estat validada mitjançant els tests descrits en la Norma EN 15265:2007 (Energy performance of buildings - Calculation of energy needs for space heating and cooling using dynamic methods - General criteria and validation procedures). Aquest procediment de càlcul utilitza un model equivalent de resistència-capacitància (R-C) de tres nodes en base horària. Aquest model fa una distinció entre la temperatura de l'aire interior i la temperatura mitjana radiant de les superfícies interiors (revestiment de la zona de l'edifici), permetent el seu ús en comprovacions de confort tèrmic, i augmentant l'exactitud de la consideració de les parts radiant i convectives dels guanyos solars, lluminosos i interns.



La metodologia compleix amb els requisits imposats en el capítol 5 de CTE DB HE 1, en considerar els següents aspectes:

- el disseny, emplaçament i orientació de l'edifici;
- l'evolució hora a hora en règim transitori dels processos tèrmics;
- l'acoblament tèrmic entre zones adjacents de l'edifici a diferents temperatures;
- les sol·licitacions interiors, sol·licitacions exteriors i condicions operacionals especificades en els apartats 4.1 i 4.2 de CTE DB HE 1, tenint en compte la possibilitat que els espais es comportin en oscil·lació lliure;
- els guanyos i pèrdues d'energia per conducció a través de l'envolupant tèrmica de l'edifici, composta pels tancaments opacs, els buits i els ponts tèrmics, amb consideració de la inèrcia tèrmica dels materials;
- els guanyos i pèrdues produïdes per la radiació solar en travessar els elements transparents o semitransparents i les relacionades amb l'escalfament d'elements opacs de l'envolupant tèrmica, considerant les propietats dels elements, la seva orientació i inclinació i les ombres pròpies de l'edifici o altres obstacles que puguin bloquejar aquesta radiació;
- els guanyos i pèrdues d'energia produïdes per l'intercanvi d'aire amb l'exterior a causa de ventilació i infiltracions tenint en compte les exigències de qualitat de l'aire dels diferents espais i les estratègies de control emprades.

Permetent, a més, l'obtenció separada de la demanda energètica de calefacció i de refrigeració de l'edifici.



## 1.- PARÀMETRES GENERALS

Emplaçament: Girona  
 Latitud (graus): 41.99 graus  
 Altitud sobre el nivell del mar: 70 m  
 Percentil per a estiu: 5.0 %  
 Temperatura seca estiu: 27.39 °C  
 Temperatura humida estiu: 22.50 °C  
 Oscil·lació mitjana diària: 8.4 °C  
 Oscil·lació mitjana anual: 27.5 °C  
 Percentil per a hivern: 97.5 %  
 Temperatura seca a l'hivern: 1.20 °C  
 Humitat relativa a l'hivern: 90 %  
 Velocitat del vent: 3.6 m/s  
 Temperatura del terreny: 6.40 °C  
 Percentatge de majoració per l'orientació N: 20 %  
 Percentatge de majoració per l'orientació S: 0 %  
 Percentatge de majoració per l'orientació E: 10 %  
 Percentatge de majoració per l'orientació O: 10 %  
 Suplement d'intermitència per a calefacció: 5 %  
 Percentatge de càrregues a causa de la pròpia instal·lació: 3 %  
 Percentatge de majoració de càrregues (Hivern): 0 %  
 Percentatge de majoració de càrregues (Estiu): 0 %

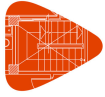
## 2.- RESUM DELS RESULTATS DE CÀLCUL DELS RECINTES

### Refrigeració

Conjunt: Habitatge														
Recinte	Planta	Subtotals			Càrrega interna		Ventilació			Potència tèrmica				
		Estructural (kcal/h)	Sensible interior (kcal/h)	Total interior (kcal/h)	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)	Cabal (m³/h)	Sensible (kcal/h)	Càrrega total (kcal/h)	Per superfície (kcal/(h·m²))	Sensible (kcal/h)	Màxima simultània (kcal/h)	Màxima (kcal/h)	
Habitació 1	Planta baixa	12.14	133.09	193.09	149.59	209.59	36.00	-10.49	142.31	20.72	139.10	321.97	351.89	
Habitació 2	Planta baixa	4.16	129.34	189.34	137.50	197.50	36.00	-10.49	142.31	22.41	127.01	300.68	339.81	
Despatx	Planta baixa	3.05	129.89	189.89	136.93	196.93	36.00	-10.49	142.31	21.99	126.44	299.82	339.23	
Estar-Menjador	Planta baixa	36.38	575.96	635.96	630.72	690.72	43.20	0.08	190.92	24.39	630.80	823.61	881.64	
Cuina	Planta baixa	2.49	361.82	609.82	375.24	623.24	125.06	-18.22	512.58	65.39	357.02	958.43	1135.82	
Passadís	Planta baixa	24.33	568.72	568.72	610.84	610.84	262.62	51.05	1176.42	73.50	661.88	1744.15	1787.25	
Total							538.9					Càrrega total simultània	4448.7	

### Calefacció

Conjunt: Habitatge							
Recinte	Planta	Càrrega interna sensible (kcal/h)	Ventilació		Potència		
			Cabal (m³/h)	Càrrega total (kcal/h)	Per superfície (kcal/(h·m²))	Màxima simultània (kcal/h)	Màxima (kcal/h)
Habitació 1	Planta baixa	336.10	36.00	99.20	25.64	435.30	435.30
Habitació 2	Planta baixa	227.69	36.00	99.20	21.56	326.89	326.89
Despatx	Planta baixa	229.95	36.00	99.20	21.33	329.15	329.15
Estar-Menjador	Planta baixa	827.11	43.20	119.04	26.17	946.15	946.15
Cuina	Planta baixa	189.30	125.06	172.31	20.82	361.61	361.61
Bany 1	Planta baixa	162.82	54.00	74.40	33.70	237.22	237.22
Bany 2	Planta baixa	188.87	54.00	74.40	41.12	263.27	263.27
Lavabo	Planta baixa	165.45	54.00	74.40	72.20	239.85	239.85
Passadís	Planta baixa	707.60	262.62	361.83	43.98	1069.43	1069.43
Total			700.9	Càrrega total simultània		4208.9	



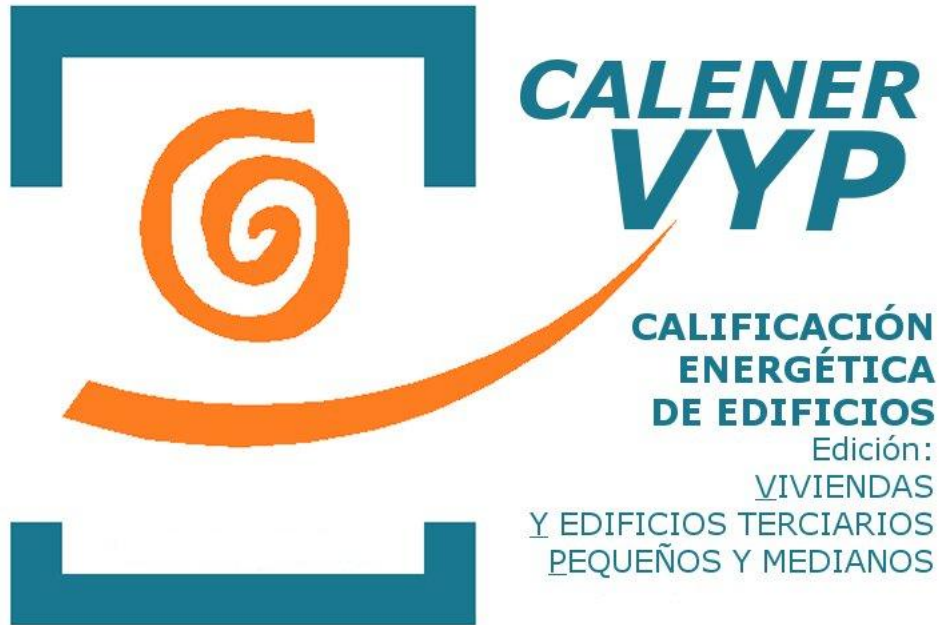
## 3.- RESUM DELS RESULTATS PER A CONJUNTS DE RECINTES

Refrigeració		
Conjunt	Potència per superfície (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))	Potència total (kcal/h)
Habitatge	12.0	4448.7

Calefacció		
Conjunt	Potència per superfície (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))	Potència total (kcal/h)
Habitatge	11.3	4208.9

# Calificación Energética

---



**IDAE** Instituto para la  
Diversificación y  
Ahorro de la Energía




DIRECCIÓN GENERAL  
DE ARQUITECTURA  
Y POLÍTICA DE VIVIENDA

**Proyecto: TFG - Habitatge unifamiliar aïllat**

**Fecha: 16/05/2014**


---

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b>	
	TFG - Habitatge unifamiliar aïllat	
	<b>Localidad</b>	<b>Comunidad</b>
	Girona	Catalunya

## 1. DATOS GENERALES

<b>Nombre del Proyecto</b>	
TFG - Habitatge unifamiliar aïllat	
<b>Localidad</b>	<b>Comunidad Autónoma</b>
Girona	Catalunya
<b>Dirección del Proyecto</b>	
<b>Autor del Proyecto</b>	
<b>Autor de la Calificación</b>	
<b>E-mail de contacto</b>	<b>Teléfono de contacto</b>
<b>Tipo de edificio</b>	
Unifamiliar	




 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> TFG - Habitatge unifamiliar aïllat	
	<b>Localidad</b> Girona	<b>Comunidad</b> Catalunya

## 2. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA

### 2.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m²)	Altura (m)
P01_E01__Espai01	P01	Nivel de estanqueidad 3	3	187,79	0,75
P02_E01_Bany_1	P02	Residencial	3	10,27	3,05
P02_E02_Bany_2	P02	Residencial	3	8,72	3,05
P02_E03_Safareig	P02	Residencial	3	6,20	3,05
P02_E04_Sala_maqu	P02	Residencial	3	5,20	3,05
P02_E05_Rebost	P02	Residencial	3	5,20	3,05
P02_E06_Lavabo	P02	Residencial	3	5,20	3,05
P02_E07_Habitacio	P02	Residencial	3	20,12	3,05
P02_E08_Passadis	P02	Residencial	3	28,27	3,05
P02_E09_Habitacio	P02	Residencial	3	17,46	3,05
P02_E10_Despatx	P02	Residencial	3	18,08	3,05
P02_E11_Cuina	P02	Residencial	3	18,36	3,05
P02_E12_Estar_Men	P02	Residencial	3	44,71	3,05
P03_E01_Sota_cobe	P03	Nivel de estanqueidad 3	3	18,06	0,35
P03_E02_Sota_cobe	P03	Nivel de estanqueidad 3	3	62,72	0,48
P03_E03_Sota_cobe	P03	Nivel de estanqueidad 3	3	49,26	0,39
P03_E04_Sota_cobe	P03	Nivel de estanqueidad 3	3	52,10	0,52
P03_E05_Sota_cobe	P03	Nivel de estanqueidad 3	3	31,20	0,41
P03_E06_Sota_cobe	P03	Nivel de estanqueidad 3	3	10,56	0,27

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> TFG - Habitatge unifamiliar aïllat	
	<b>Localidad</b> Girona	<b>Comunidad</b> Catalunya


## 2.2. Cerramientos opacos

### 2.2.1 Materiales


Nombre	K (W/mK)	e (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kgK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	Z (m <sup>2</sup> sPa/kg)
Arrebossat de ciment	1,300	1900,00	1000,00	-	10
Arrebossat i guarnit de guix	0,570	1150,00	1000,00	-	6
Base de sorra de matxuc	2,000	1950,00	1045,00	-	50
Enrajolat de rajoles ceràmiques de gres esm	2,300	2500,00	1000,00	-	30
Forjat reticular 20+5 cm (Cassetó ceràmic)	1,648	1277,33	1000,00	-	10
Morter de ciment M-5	1,300	1900,00	1000,00	-	10
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2	0,034	37,50	1000,00	-	100
Betún fieltro o lámina	0,230	1100,00	1000,00	-	50000
Teja de arcilla cocida	1,000	2000,00	800,00	-	30
Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	-	-	-	0,18	-
Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm	-	-	-	0,17	-
BH convencional espesor 200 mm	0,923	860,00	1000,00	-	10
Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm <	0,212	630,00	1000,00	-	10
Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0,427	920,00	1000,00	-	10
Tabique de LH sencillo Gran Formato [40 m	0,228	670,00	1000,00	-	10
Mortero de cemento o cal para albañilería y	1,300	1900,00	1000,00	-	10
Tierra vegetal [d < 2050]	0,520	2000,00	1840,00	-	1

### 2.2.2 Composición de Cerramientos


Nombre	U (W/m <sup>2</sup> K)	Material	Espesor (m)
--------	---------------------------	----------	----------------

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> TFG - Habitatge unifamiliar aïllat	
	<b>Localidad</b> Girona	<b>Comunidad</b> Catalunya

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
C02_Facana_tradicional	0,22	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020
		Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0,140
		Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm	0,000
		XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.	0,120
		Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm < E <	0,070
		Arrebossat i guarnit de guix	0,015
C10_Facana_tradicional	0,22	Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020
		Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0,140
		Cámara de aire sin ventilar vertical 2 cm	0,000
		XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.	0,120
		Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm < E <	0,070
		Arrebossat de ciment	0,015
C14_Forjat_reticular_XPS	0,22	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.	0,140
		Forjat reticular 20+5 cm (Cassetó ceràmic)	0,250
		Arrebossat i guarnit de guix	0,015
C15_Forjat_reticular_XPS	0,21	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.	0,140
		Forjat reticular 20+5 cm (Cassetó ceràmic)	0,250
		Cámara de aire sin ventilar horizontal 10 cm	0,000
		Fals sostre continu de plaques d'escaiola	0,016
C16_Forjat_reticular_XPS	0,23	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.	0,140
		Forjat reticular 20+5 cm (Cassetó ceràmic)	0,250
C17_Forjat_sanitari	0,35	Enrajolat de rajoles ceràmiques de gres esmaltat	0,010
		Morter de ciment M-5	0,030
		Base de sorra de matxuc	0,020

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> TFG - Habitatge unifamiliar aïllat	
	<b>Localidad</b> Girona	<b>Comunidad</b> Catalunya

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
C17_Forjat_sanitari	0,35	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [ 0.	0,080
		Forjat unidireccional 22+5 cm (Revoltó ceràmic)	0,270
C18_Mao_de_cantell_9_cm	2,39	Arrebossat i guarnit de guix	0,015
		Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0,090
		Arrebossat de ciment	0,015
C19_Mao_de_cantell_9_cm	2,39	Arrebossat de ciment	0,015
		Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0,090
		Arrebossat i guarnit de guix	0,015
C20_Mao_de_cantell_9_cm	2,48	Arrebossat de ciment	0,015
		Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0,090
		Arrebossat de ciment	0,015
C21_Mao_de_cantell_9_cm	2,31	Arrebossat i guarnit de guix	0,015
		Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0,090
		Arrebossat i guarnit de guix	0,015
C22_Mao_de_cantell_9_cm	2,63	Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0,090
C23_Solera_ceramica_i_teula	2,67	Teja de arcilla cocida	0,010
		Betún fieltro o lámina	0,001
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020
		Tabique de LH sencillo Gran Formato [40 mm <	0,040
C24_Supermao_7cm	1,81	Arrebossat i guarnit de guix	0,015
		Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm < E <	0,070
		Arrebossat i guarnit de guix	0,015
C25_Tancament_perimetral_en	2,36	BH convencional espesor 200 mm	0,200
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,020

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> TFG - Habitatge unifamiliar aïllat	
	<b>Localidad</b> Girona	<b>Comunidad</b> Catalunya

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
C26_Terreny_sota_forjat_sani	4,80	Tierra vegetal [d < 2050]	0,020

## 2.3. Cerramientos semitransparentes

### 2.3.1 Vidrios


Nombre	U (W/m²K)	Factor solar
V01_Doble_envidriament_LOW_S	1,10	0,38
V02_Porta	1,79	0,00

### 2.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m²K)
R01_Balconra_120x210	2,20
R02_Balconra_150x210	2,20
R03_Balconra_180x210	2,20
R04_Finestra_120x120	2,20
R05_Finestra_60x90	2,20
R06_Porta	1,79

### 2.3.3 Huecos

<b>Nombre</b>	H01_Puerta
<b>Acrilamiento</b>	V02_Porta
<b>Marco</b>	R06_Porta
<b>% Hueco</b>	99,00


 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> TFG - Habitatge unifamiliar aïllat	
	<b>Localidad</b> Girona	<b>Comunidad</b> Catalunya

<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	60,00
<b>U (W/m²K)</b>	1,79
<b>Factor solar</b>	0,04

<b>Nombre</b>	H02_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V01_Doble_envidriament_LOW_S
<b>Marco</b>	R03_Balconra_180x210
<b>% Hueco</b>	19,58
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	1,31
<b>Factor solar</b>	0,32

<b>Nombre</b>	H03_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V01_Doble_envidriament_LOW_S
<b>Marco</b>	R04_Finestra_120x120
<b>% Hueco</b>	30,56
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	1,44
<b>Factor solar</b>	0,28


<b>Nombre</b>	H04_Ventana
<b>Acrilamiento</b>	V01_Doble_envidriament_LOW_S
<b>Marco</b>	R05_Finestra_60x90
<b>% Hueco</b>	48,15
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> TFG - Habitatge unifamiliar aïllat	
	<b>Localidad</b> Girona	<b>Comunidad</b> Catalunya

<b>U (W/m²K)</b>	1,63
<b>Factor solar</b>	0,22

<b>Nombre</b>	H05_Ventana
<b>Acristamiento</b>	V01_Doble_envidriament_LOW_S
<b>Marco</b>	R02_Balconra_150x210
<b>% Hueco</b>	21,59
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	1,34
<b>Factor solar</b>	0,31

<b>Nombre</b>	H06_Ventana
<b>Acristamiento</b>	V01_Doble_envidriament_LOW_S
<b>Marco</b>	R01_Balconra_120x210
<b>% Hueco</b>	24,60
<b>Permeabilidad m³/hm² a 100Pa</b>	27,00
<b>U (W/m²K)</b>	1,37
<b>Factor solar</b>	0,30

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> TFG - Habitatge unifamiliar aïllat	
	<b>Localidad</b> Girona	<b>Comunidad</b> Catalunya

### 3. Sistemas


<b>Nombre</b>	S_uniz_emi_elec_Bany_1_Habitatge_p0
<b>Tipo</b>	Sistemas Unizona
<b>Zona</b>	P02_E01_Bany_1
<b>Nombre Equipo</b>	EQ_Bany_1_Habitatge_p0
<b>Tipo Equipo</b>	Calefacción eléctrica unizona
<b>Caudal de ventilación</b>	0,0

<b>Nombre</b>	S_uniz_emi_elec_Bany_2_Habitatge_p0
<b>Tipo</b>	Sistemas Unizona
<b>Zona</b>	P02_E02_Bany_2
<b>Nombre Equipo</b>	EQ_Bany_2_Habitatge_p0
<b>Tipo Equipo</b>	Calefacción eléctrica unizona
<b>Caudal de ventilación</b>	0,0

<b>Nombre</b>	S_uniz_emi_elec_Lavabo_Habitatge_p0
<b>Tipo</b>	Sistemas Unizona
<b>Zona</b>	P02_E06_Lavabo
<b>Nombre Equipo</b>	EQ_Lavabo_Habitatge_p0
<b>Tipo Equipo</b>	Calefacción eléctrica unizona
<b>Caudal de ventilación</b>	0,0


<b>Nombre</b>	S_sis_acs_Habitatge_Planta_baixa
---------------	----------------------------------



 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> TFG - Habitatge unifamiliar aïllat	
	<b>Localidad</b> Girona	<b>Comunidad</b> Catalunya


<b>Tipo</b>	agua caliente sanitaria
<b>Nombre Equipo</b>	EQ_Unifamiliar_c_sis_acs_Habitatge_Planta_baixa
<b>Tipo Equipo</b>	Caldera eléctrica o de combustible
<b>Nombre demanda ACS</b>	D_sis_acs_Habitatge_Planta_baixa
<b>Nombre equipo acumulador</b>	EQ_Unifamiliar_a_sis_acs_Habitatge_Planta_baixa
<b>Porcentaje abastecido con energía solar</b>	70,00
<b>Temperatura impulsión (°C)</b>	60,0
<b>Multiplicador</b>	1

<b>Nombre</b>	S_sis_climat_multiz_ed_1
<b>Tipo</b>	Climaticación multizona por expansión directa
<b>Nombre Equipo</b>	EQ_sis_climat_multiz_ed_1
<b>Tipo Equipo</b>	Unidad exterior en expansión directa
<b>Nombre unidad terminal</b>	Habitacio_1_Split_1_sis_climat_multiz_ed_1
<b>Zona asociada</b>	P02_E07_Habitacio
<b>Nombre unidad terminal</b>	Habitacio_2_Split_2_sis_climat_multiz_ed_1
<b>Zona asociada</b>	P02_E09_Habitacio
<b>Nombre unidad terminal</b>	Cuina_Split_3_sis_climat_multiz_ed_1
<b>Zona asociada</b>	P02_E11_Cuina
<b>Nombre unidad terminal</b>	Estar_Menjador_Split_4_sis_climat_multiz_ed_1
<b>Zona asociada</b>	P02_E12_Estar_Men
<b>Nombre unidad terminal</b>	Despatx_Split_5_sis_climat_multiz_ed_1
<b>Zona asociada</b>	P02_E10_Despatx
<b>Nombre unidad terminal</b>	Passadis_Split_6_sis_climat_multiz_ed_1
<b>Zona asociada</b>	P02_E08_Passadis


 Calificación Energética	Proyecto	TFG - Habitatge unifamiliar aïllat	
	Localidad	Girona	Comunidad Catalunya

## 4. Equipos


---

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> TFG - Habitatge unifamiliar aïllat	
	<b>Localidad</b> Girona	<b>Comunidad</b> Catalunya

<b>Nombre</b>	EQ_Bany_1_Habitatge_p0
<b>Tipo</b>	Calefacción eléctrica unizona
<b>Capacidad nominal</b>	0,80
<b>Consumo nominal</b>	0,80
<b>Consumo a carga parcial</b>	con_FCP-EQ_CalefaccionElectrica-Defecto
<b>Dif. temperatura del termostato (°C)</b>	1,00
<b>Tipo energía</b>	Electricidad

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> TFG - Habitatge unifamiliar aïllat	
	<b>Localidad</b> Girona	<b>Comunidad</b> Catalunya


<b>Nombre</b>	EQ_Bany_2_Habitatge_p0
<b>Tipo</b>	Calefacción eléctrica unizona
<b>Capacidad nominal</b>	0,80
<b>Consumo nominal</b>	0,80
<b>Consumo a carga parcial</b>	con_FCP-EQ_CalefaccionElectrica-Defecto
<b>Dif. temperatura del termostato (°C)</b>	1,00
<b>Tipo energía</b>	Electricidad

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> TFG - Habitatge unifamiliar aïllat	
	<b>Localidad</b> Girona	<b>Comunidad</b> Catalunya


<b>Nombre</b>	EQ_Lavabo_Habitatge_p0
<b>Tipo</b>	Calefacción eléctrica unizona
<b>Capacidad nominal</b>	0,80
<b>Consumo nominal</b>	0,80
<b>Consumo a carga parcial</b>	con_FCP-EQ_CalefaccionElectrica-Defecto
<b>Dif. temperatura del termostato (°C)</b>	1,00
<b>Tipo energía</b>	Electricidad

<b>Nombre</b>	EQ_Unifamiliar_a_sis_acs_Habitatge_Planta_baixa
<b>Tipo</b>	Acumulador Agua Caliente
<b>Volumen del depósito (L)</b>	300,00
<b>Coefficiente de pérdidas global del depósito, UA</b>	1,00
<b>Temperatura de consigna baja del depósito (°C)</b>	80,00
<b>Temperatura de consigna alta del depósito (°C)</b>	60,00


<b>Nombre</b>	EQ_Unifamiliar_c_sis_acs_Habitatge_Planta_baixa
<b>Tipo</b>	Caldera eléctrica o de combustible
<b>Capacidad nominal (kW)</b>	3,00
<b>Rendimiento nominal</b>	0,85
<b>Capacidad en función de la temperatura de impulsión</b>	cap_T-EQ_Caldera-unidad
<b>Rendimiento nominal en función de la temperatura de impulsión</b>	ren_T-EQ_Caldera-unidad

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> TFG - Habitatge unifamiliar aïllat	
	<b>Localidad</b> Girona	<b>Comunidad</b> Catalunya

<b>Rendimiento en función de la carga parcial en términos de potencia</b>	ren_FCP_Potencia-EQ_Caldera-unidad
<b>Rendimiento en función de la carga parcial en términos de tiempo</b>	ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-ACS-Electrica-Defecto
<b>Tipo energía</b>	Electricidad

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> TFG - Habitatge unifamiliar aïllat	
	<b>Localidad</b> Girona	<b>Comunidad</b> Catalunya

<b>Nombre</b>	EQ_sis_climat_multiz_ed_1
<b>Tipo</b>	Unidad exterior en expansión directa
<b>Capacidad total máxima refrigeración en condiciones nominales (kW)</b>	12,50
<b>Consumo eléctrico del equipo en condiciones nominales de refrigeración (kW)</b>	3,01
<b>Capacidad calorífica máxima en condiciones nominales (kW)</b>	13,50
<b>Consumo eléctrico en condiciones nominales de calefacción (kW)</b>	3,01
<b>Capacidad total de refrigeración nominal en función de la temperatura</b>	conRef_T-EQ_ED_UnidadExterior-Defecto
<b>Capacidad total de refrigeración nominal en función del factor de carga parcial en refrigeración</b>	conRef_FCP-EQ_ED_UnidadExterior-Defecto
<b>Capacidad sensible de refrigeración nominal en función de las temperaturas</b>	conCal_T-EQ_ED_UnidadExterior-Defecto
<b>Consumo nominal de refrigeración en función de temperatura</b>	conCal_FCP-EQ_ED_UnidadExterior-Defecto
<b>Consumo nominal de refrigeración en función de la fracción de carga parcial</b>	capTotRef_T-EQ_ED_UnidadExterior-Defecto


 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> TFG - Habitatge unifamiliar aïllat	
	<b>Localidad</b> Girona	<b>Comunidad</b> Catalunya

<b>Consumo nominal de calefacción en función de la temperatura</b>	capTotRef_FCP-EQ_ED_UnidadExterior-Defecto
<b>Consumo nominal de calefacción en función de la fracción de carga parcial</b>	capSenRef_T-EQ_ED_UnidadExterior-Defecto
<b>Tipo energía</b>	Electricidad

## 5. Unidades terminales


<b>Nombre</b>	Habitacio_1_Split_1_sis_climat_multiz_ed_1
<b>Tipo</b>	U.T. Unidad Interior
<b>Zona abastecida</b>	P02_E07_Habitacio
<b>Capacidad total máxima de refrigeración en condiciones nominales (kW)</b>	2,00
<b>Capacidad sensible máxima de refrigeración condiciones nominales (kW)</b>	1,60
<b>Capacidad calorífica máxima en condiciones nominales (kW)</b>	3,00
<b>Caudal nominal de aire impulsado por la unidad interior (m³/h)</b>	468,00
<b>Caudal de aire exterior impulsado por la unidad interior (m/h)</b>	0,00
<b>Ancho de banda del termostato (°C)</b>	1,00



 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> TFG - Habitatge unifamiliar aïllat	
	<b>Localidad</b> Girona	<b>Comunidad</b> Catalunya

<b>Nombre</b>	Habitacio_2_Split_2_sis_climat_multiz_ed_1
<b>Tipo</b>	U.T. Unidad Interior
<b>Zona abastecida</b>	P02_E09_Habitacio
<b>Capacidad total máxima de refrigeración en condiciones nominales (kW)</b>	2,00
<b>Capacidad sensible máxima de refrigeración condiciones nominales (kW)</b>	1,60
<b>Capacidad calorífica máxima en condiciones nominales (kW)</b>	3,00
<b>Caudal nominal de aire impulsado por la unidad interior (m³/h)</b>	468,00
<b>Caudal de aire exterior impulsado por la unidad interior (m/h)</b>	0,00
<b>Ancho de banda del termostato (°C)</b>	1,00


<b>Nombre</b>	Cuina_Split_3_sis_climat_multiz_ed_1
<b>Tipo</b>	U.T. Unidad Interior
<b>Zona abastecida</b>	P02_E11_Cuina
<b>Capacidad total máxima de refrigeración en condiciones nominales (kW)</b>	2,00
<b>Capacidad sensible máxima de refrigeración condiciones nominales (kW)</b>	1,60
<b>Capacidad calorífica máxima en condiciones nominales (kW)</b>	3,00

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> TFG - Habitatge unifamiliar aïllat	
	<b>Localidad</b> Girona	<b>Comunidad</b> Catalunya

<b>Caudal nominal de aire impulsado por la unidad interior (m³/h)</b>	468,00
<b>Caudal de aire exterior impulsado por la unidad interior (m/h)</b>	0,00
<b>Ancho de banda del termostato (°C)</b>	1,00


<b>Nombre</b>	Estar_Menjador_Split_4_sis_climat_multiz_ed_1
<b>Tipo</b>	U.T. Unidad Interior
<b>Zona abastecida</b>	P02_E12_Estar_Men
<b>Capacidad total máxima de refrigeración en condiciones nominales (kW)</b>	2,00
<b>Capacidad sensible máxima de refrigeración condiciones nominales (kW)</b>	1,60
<b>Capacidad calorífica máxima en condiciones nominales (kW)</b>	3,00
<b>Caudal nominal de aire impulsado por la unidad interior (m³/h)</b>	468,00
<b>Caudal de aire exterior impulsado por la unidad interior (m/h)</b>	0,00
<b>Ancho de banda del termostato (°C)</b>	1,00

<b>Nombre</b>	Despatx_Split_5_sis_climat_multiz_ed_1
<b>Tipo</b>	U.T. Unidad Interior

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> TFG - Habitatge unifamiliar aïllat	
	<b>Localidad</b> Girona	<b>Comunidad</b> Catalunya

<b>Zona abastecida</b>	P02_E10_Despatx
<b>Capacidad total máxima de refrigeración en condiciones nominales (kW)</b>	2,00
<b>Capacidad sensible máxima de refrigeración condiciones nominales (kW)</b>	1,60
<b>Capacidad calorífica máxima en condiciones nominales (kW)</b>	3,00
<b>Caudal nominal de aire impulsado por la unidad interior (m³/h)</b>	468,00
<b>Caudal de aire exterior impulsado por la unidad interior (m/h)</b>	0,00
<b>Ancho de banda del termostato (°C)</b>	1,00

<b>Nombre</b>	Passadis_Split_6_sis_climat_multiz_ed_1
<b>Tipo</b>	U.T. Unidad Interior
<b>Zona abastecida</b>	P02_E08_Passadis
<b>Capacidad total máxima de refrigeración en condiciones nominales (kW)</b>	2,50
<b>Capacidad sensible máxima de refrigeración condiciones nominales (kW)</b>	2,00
<b>Capacidad calorífica máxima en condiciones nominales (kW)</b>	3,40
<b>Caudal nominal de aire impulsado por</b>	474,00

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> TFG - Habitatge unifamiliar aïllat	
	<b>Localidad</b> Girona	<b>Comunidad</b> Catalunya

<b>la unidad interior (m³/h)</b>	
<b>Caudal de aire exterior impulsado por la unidad interior (m/h)</b>	0,00
<b>Ancho de banda del termostato (°C)</b>	1,00


## 6. Justificación

---

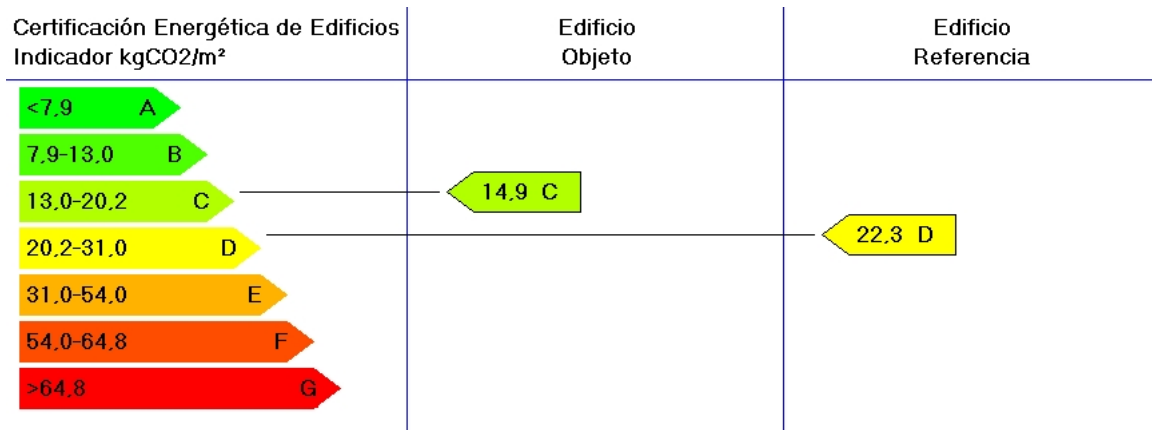
### 6.1. Contribución solar

---

Nombre	Contribución Solar	Contribución Solar Mínima HE-4
S_sis_acs_Habitatge_Planta_baixa	70,0	30,0

 Calificación Energética	Proyecto TFG - Habitatge unifamiliar aïllat	
	Localidad Girona	Comunidad Catalunya

## 7. Resultados



	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
<b>Demanda calefacción</b>	B	23,3	4368,0	D	47,6	8946,4
<b>Demanda refrigeración</b>	A	2,8	531,6	B	6,2	1169,4
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	C	9,7	1821,6	D	15,2	2854,5
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	A	0,9	169,0	C	2,4	450,7
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	C	4,3	807,5	D	4,7	881,6
Emisiones CO <sub>2</sub> totales	C	14,9	2798,1	D	22,3	4186,8
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	C	38,6	7251,7	D	69,1	12972,2
Consumo energía primaria refrigeración	A	3,8	711,7	C	9,7	1824,3
Consumo energía primaria ACS	C	17,3	3246,4	D	19,4	3642,6
<b>Consumo energía primaria totales</b>	C	59,7	11209,8	D	98,2	18439,1



## 1.- RESULTATS DEL CÀLCUL DE DEMANDA ENERGÈTICA.

### 1.1.- Demanda energètica anual per superfície útil.

$$D_{cal,edifici} = 49.66 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any} \leq D_{cal,lim} = D_{cal,base} + F_{cal,sup}/S = 26.2 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any}$$

$D_{cal,edifici}$ : Valor calculat de la demanda energètica de calefacció, kWh/m<sup>2</sup>·any.

$D_{cal,lim}$ : Valor límit de la demanda energètica de calefacció, considerada la superfície útil dels espais habitables, kWh/m<sup>2</sup>·any.

$D_{cal,base}$ : Valor base de la demanda energètica de calefacció, per a la zona climàtica d'hivern corresponent a l'emplaçament de l'edifici (taula 2.1, CTE DB HE 1) 20 kWh/m<sup>2</sup>·any.

$F_{cal,sup}$ : Factor corrector per superfície de la demanda energètica de calefacció, (taula 2.1, CTE DB HE 1), 1000.

S: Superfície útil dels espais habitables de l'edifici, 160.77 m<sup>2</sup>.

$$D_{ref,edifici} = 4.46 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any} \leq D_{ref,lim} = 15.0 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any}$$

$D_{ref,edifici}$ : Valor calculat de la demanda energètica de refrigeració, kWh/m<sup>2</sup>·any.

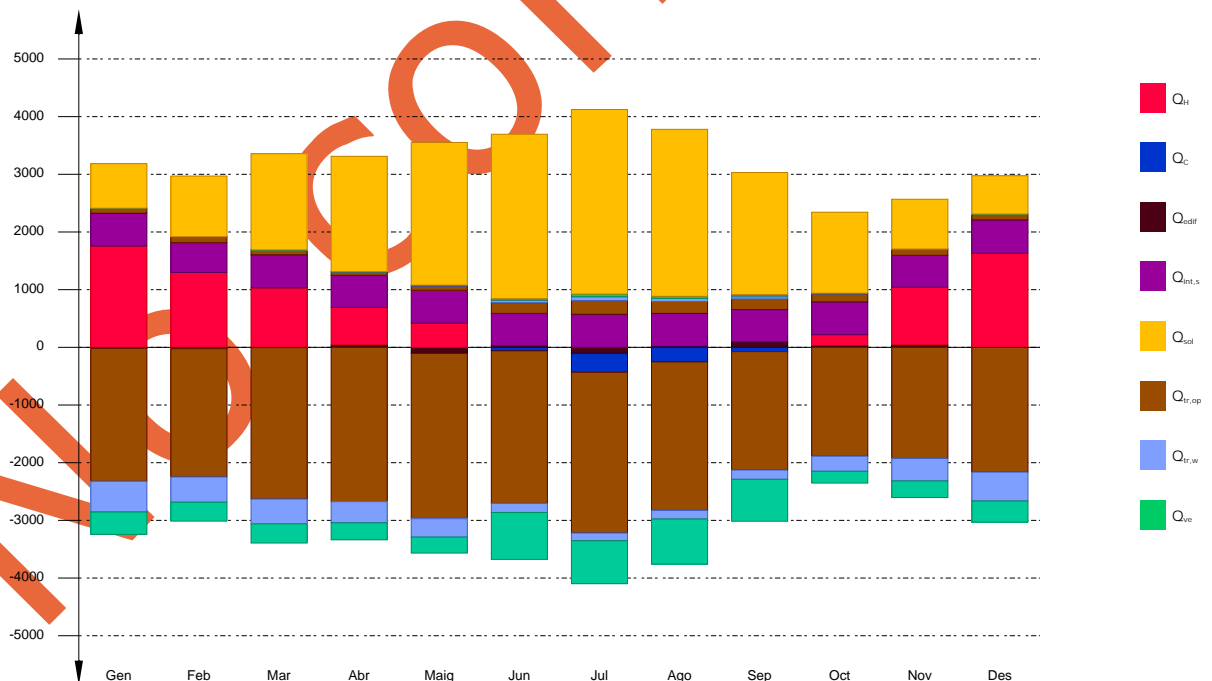
$D_{ref,lim}$ : Valor límit de la demanda energètica de refrigeració, kWh/m<sup>2</sup>·any.

### 1.2.- Resultats mensuals.

#### 1.2.1.- Balanç energètic anual de l'edifici.

La següent gràfica de barres mostra el balanç energètic de l'edifici mes a mes, comptabilitzant l'energia perduda o guanyada per transmissió tèrmica a l'exterior a través d'elements pesats i lleugers ( $Q_{tr,op}$  i  $Q_{tr,w}$ , respectivament), l'energia intercanviada per ventilació ( $Q_{ve}$ ), el guany intern sensible net ( $Q_{int,s}$ ), el guany solar net ( $Q_{sol}$ ), la calor cedida o emmagatzemada en la massa tèrmica de l'edifici ( $Q_{edif}$ ), i l'aportació necessària de calefacció ( $Q_H$ ) i refrigeració ( $Q_C$ ).

Energia (kWh/mes)



#### 1.2.2.- Demanda energètica mensual de calefacció i refrigeració.

Atenent únicament a la demanda energètica a cobrir pels sistemes de calefacció i refrigeració, les necessitats energètiques i de potència útil instantània al llarg de la simulació anual es mostren en els següents gràfics:



## 1.- PARÀMETRES GENERALS

Emplaçament: Girona

Latitud (graus): 41.99 graus

Altitud sobre el nivell del mar: 70 m

Percentil per a estiu: 5.0 %

Temperatura seca estiu: 27.39 °C

Temperatura humida estiu: 22.50 °C

Oscil·lació mitjana diària: 8.4 °C

Oscil·lació mitjana anual: 27.5 °C

Percentil per a hivern: 97.5 %

Temperatura seca a l'hivern: 1.20 °C

Humitat relativa a l'hivern: 90 %

Velocitat del vent: 3.6 m/s

Temperatura del terreny: 6.40 °C

Percentatge de majoració per l'orientació N: 20 %

Percentatge de majoració per l'orientació S: 0 %

Percentatge de majoració per l'orientació E: 10 %

Percentatge de majoració per l'orientació O: 10 %

Suplement d'intermitència per a calefacció: 5 %

Percentatge de càrregues a causa de la pròpia instal·lació: 3 %

Percentatge de majoració de càrregues (Hivern): 0 %

Percentatge de majoració de càrregues (Estiu): 0 %

## 2.- RESUM DELS RESULTATS DE CÀLCUL DELS RECINTES

### Refrigeració

Conjunt: Habitatge														
Recinte	Planta	Subtotals			Càrrega interna		Ventilació			Potència tèrmica				
		Estructural (kcal/h)	Sensible interior (kcal/h)	Total interior (kcal/h)	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)	Cabal (m³/h)	Sensible (kcal/h)	Càrrega total (kcal/h)	Per superfície (kcal/(h·m²))	Sensible (kcal/h)	Màxima simultània (kcal/h)	Màxima (kcal/h)	
Habitació 1	Planta baixa	19.07	134.54	194.54	158.22	218.22	36.00	-10.49	142.31	20.39	147.73	338.76	360.52	
Habitació 2	Planta baixa	5.78	130.16	190.16	140.01	200.01	36.00	-10.49	142.31	22.00	129.53	310.17	342.32	
Despatx	Planta baixa	3.56	130.73	190.73	138.32	198.32	36.00	-10.49	142.31	21.51	127.83	308.38	340.62	
Estar-Menjador	Planta baixa	46.01	602.41	662.41	667.87	727.87	43.20	0.08	190.92	24.05	667.95	859.44	918.79	
Cuina	Planta baixa	-0.54	363.57	611.57	373.92	621.92	126.55	-18.43	518.67	64.89	355.49	966.88	1140.60	
Passadís	Planta baixa	13.24	583.73	583.73	614.88	614.88	269.56	52.39	1207.47	73.01	667.27	1778.81	1822.35	
Total							547.3					Càrrega total simultània	4562.4	

### Calefacció

Conjunt: Habitatge							
Recinte	Planta	Càrrega interna sensible (kcal/h)	Ventilació		Potència		
			Cabal (m³/h)	Càrrega total (kcal/h)	Per superfície (kcal/(h·m²))	Màxima simultània (kcal/h)	Màxima (kcal/h)
Habitació 1	Planta baixa	575.94	36.00	99.20	38.19	675.14	675.14
Habitació 2	Planta baixa	393.17	36.00	99.20	31.65	492.37	492.37
Despatx	Planta baixa	398.30	36.00	99.20	31.42	497.49	497.49
Estar-Menjador	Planta baixa	1479.32	43.20	119.04	41.85	1598.36	1598.36
Cuina	Planta baixa	311.73	126.55	174.35	27.66	486.09	486.09
Bany 1	Planta baixa	325.76	54.00	74.40	52.23	400.16	400.16
Bany 2	Planta baixa	314.05	54.00	74.40	56.90	388.45	388.45
Lavabo	Planta baixa	276.11	54.00	74.40	94.66	350.51	350.51
Passadís	Planta baixa	947.78	269.56	371.39	52.85	1319.16	1319.16
Total			709.3	Càrrega total simultània		6207.7	




## 3.- RESUM DELS RESULTATS PER A CONJUNTS DE RECINTES

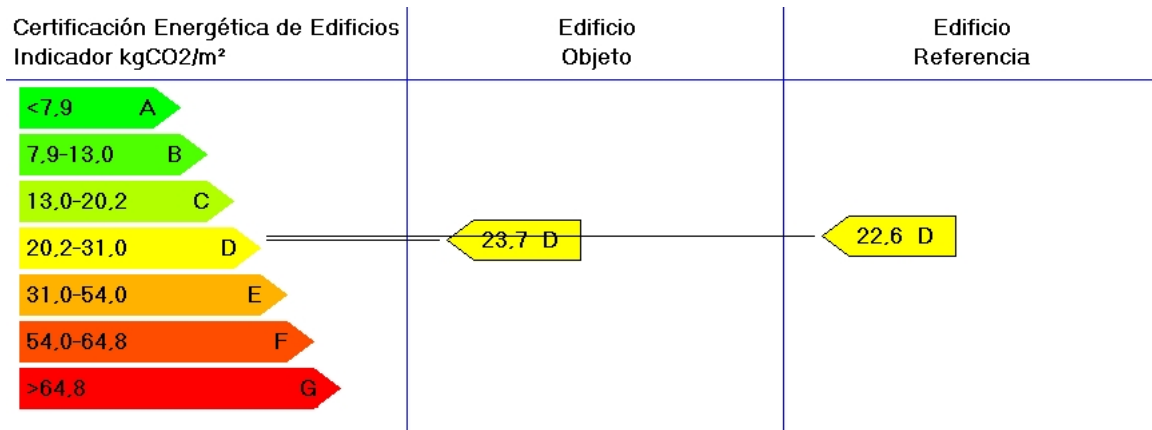
Refrigeració		
Conjunt	Potència per superfície (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))	Potència total (kcal/h)
Habitatge	12.0	4562.4

Calefacció		
Conjunt	Potència per superfície (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))	Potència total (kcal/h)
Habitatge	16.3	6207.7



 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> TFG - Habitatge unifamiliar aïllat 2006	
	<b>Localidad</b> Girona	<b>Comunidad</b> Catalunya

## 7. Resultados



	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	D	53,8	10095,0	D	47,8	8978,8
Demanda refrigeración	A	3,6	672,7	B	6,7	1262,3
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	D	18,2	3417,9	D	15,3	2873,3
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	A	1,1	206,6	C	2,6	488,3
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	C	4,4	826,3	D	4,7	881,6
Emisiones CO <sub>2</sub> totales	D	23,7	4450,7	D	22,6	4243,2
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	D	72,5	13613,9	D	69,3	13019,2
Consumo energía primaria refrigeración	A	4,3	804,7	C	10,5	1969,2
Consumo energía primaria ACS	C	17,8	3340,8	D	19,4	3642,6
Consumo energía primaria totales	D	94,6	17759,5	D	99,2	18631,0



## 1.- RESULTATS DEL CÀLCUL DE DEMANDA ENERGÈTICA.

### 1.1.- Demanda energètica anual per superfície útil.

$$D_{\text{cal,edifici}} = 24.45 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any} \leq D_{\text{cal,lim}} = D_{\text{cal,base}} + F_{\text{cal,sup}}/S = 26.2 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any}$$



$D_{\text{cal,edifici}}$ : Valor calculat de la demanda energètica de calefacció, kWh/m<sup>2</sup>·any.

$D_{\text{cal,lim}}$ : Valor límit de la demanda energètica de calefacció, considerada la superfície útil dels espais habitables, kWh/m<sup>2</sup>·any.

$D_{\text{cal,base}}$ : Valor base de la demanda energètica de calefacció, per a la zona climàtica d'hivern corresponent a l'emplaçament de l'edifici (taula 2.1, CTE DB HE 1) 20 kWh/m<sup>2</sup>·any.

$F_{\text{cal,sup}}$ : Factor corrector per superfície de la demanda energètica de calefacció, (taula 2.1, CTE DB HE 1), 1000.

S: Superfície útil dels espais habitables de l'edifici, 161.11 m<sup>2</sup>.

$$D_{\text{ref,edifici}} = 4.22 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any} \leq D_{\text{ref,lim}} = 15.0 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any}$$



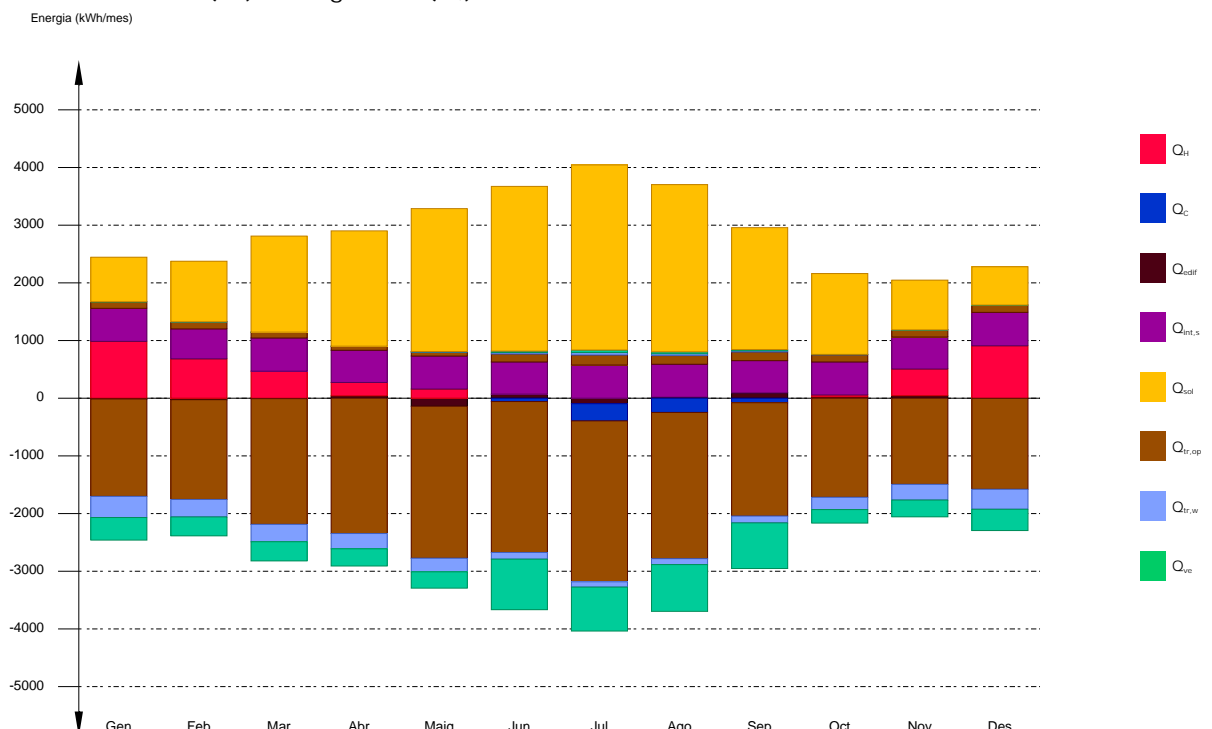
$D_{\text{ref,edifici}}$ : Valor calculat de la demanda energètica de refrigeració, kWh/m<sup>2</sup>·any.

$D_{\text{ref,lim}}$ : Valor límit de la demanda energètica de refrigeració, kWh/m<sup>2</sup>·any.

### 1.2.- Resultats mensuals.

#### 1.2.1.- Balanç energètic anual de l'edifici.

La següent gràfica de barres mostra el balanç energètic de l'edifici mes a mes, comptabilitzant l'energia perduda o guanyada per transmissió tèrmica a l'exterior a través d'elements pesats i lleugers ( $Q_{\text{tr,op}}$  i  $Q_{\text{tr,w}}$ , respectivament), l'energia intercanviada per ventilació ( $Q_{\text{ve}}$ ), el guany intern sensible net ( $Q_{\text{int,s}}$ ), el guany solar net ( $Q_{\text{sol}}$ ), la calor cedida o emmagatzemada en la massa tèrmica de l'edifici ( $Q_{\text{edif}}$ ), i l'aportació necessària de calefacció ( $Q_{\text{H}}$ ) i refrigeració ( $Q_{\text{C}}$ ).



#### 1.2.2.- Demanda energètica mensual de calefacció i refrigeració.

Atenent únicament a la demanda energètica a cobrir pels sistemes de calefacció i refrigeració, les necessitats energètiques i de potència útil instantània al llarg de la simulació anual es mostren en els següents gràfics:



## 1.- PARÀMETRES GENERALS

Emplaçament: Girona  
 Latitud (graus): 41.99 graus  
 Altitud sobre el nivell del mar: 70 m  
 Percentil per a estiu: 5.0 %  
 Temperatura seca estiu: 27.39 °C  
 Temperatura humida estiu: 22.50 °C  
 Oscil·lació mitjana diària: 8.4 °C  
 Oscil·lació mitjana anual: 27.5 °C  
 Percentil per a hivern: 97.5 %  
 Temperatura seca a l'hivern: 1.20 °C  
 Humitat relativa a l'hivern: 90 %  
 Velocitat del vent: 3.6 m/s  
 Temperatura del terreny: 6.40 °C  
 Percentatge de majoració per l'orientació N: 20 %  
 Percentatge de majoració per l'orientació S: 0 %  
 Percentatge de majoració per l'orientació E: 10 %  
 Percentatge de majoració per l'orientació O: 10 %  
 Suplement d'intermitència per a calefacció: 5 %  
 Percentatge de càrregues a causa de la pròpia instal·lació: 3 %  
 Percentatge de majoració de càrregues (Hivern): 0 %  
 Percentatge de majoració de càrregues (Estiu): 0 %

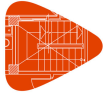
## 2.- RESUM DELS RESULTATS DE CÀLCUL DELS RECINTES

### Refrigeració

Conjunt: Habitatge														
Recinte	Planta	Subtotals			Càrrega interna		Ventilació			Potència tèrmica				
		Estructural (kcal/h)	Sensible interior (kcal/h)	Total interior (kcal/h)	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)	Cabal (m³/h)	Sensible (kcal/h)	Càrrega total (kcal/h)	Per superfície (kcal/(h·m²))	Sensible (kcal/h)	Màxima simultània (kcal/h)	Màxima (kcal/h)	
Habitació 1	Planta baixa	4.01	134.61	194.61	142.78	202.78	36.00	-10.49	142.31	19.48	132.29	313.61	345.09	
Habitació 2	Planta baixa	-0.02	130.20	190.20	134.09	194.09	36.00	-10.49	142.31	21.59	123.60	295.40	336.39	
Despatx	Planta baixa	-0.03	130.77	190.77	134.66	194.66	36.00	-10.49	142.31	21.26	124.17	295.92	336.96	
Estar-Menjador	Planta baixa	22.21	603.74	663.74	644.73	704.73	43.20	0.08	190.92	23.39	644.81	826.88	895.65	
Cuina	Planta baixa	-0.24	363.65	611.65	374.31	622.31	126.62	-18.44	518.96	64.90	355.87	963.72	1141.28	
Passadís	Planta baixa	23.36	584.48	584.48	626.08	626.08	269.90	52.46	1209.03	73.43	678.54	1793.58	1835.11	
Total							547.7	Càrrega total simultània					4489.1	

### Calefacció

Conjunt: Habitatge								
Recinte	Planta	Càrrega interna sensible (kcal/h)	Ventilació		Potència			
			Cabal (m³/h)	Càrrega total (kcal/h)	Per superfície (kcal/(h·m²))	Màxima simultània (kcal/h)	Màxima (kcal/h)	
Habitació 1	Planta baixa	384.99	36.00	99.20	27.34	484.19	484.19	
Habitació 2	Planta baixa	256.38	36.00	99.20	22.83	355.58	355.58	
Despatx	Planta baixa	259.53	36.00	99.20	22.63	358.73	358.73	
Estar-Menjador	Planta baixa	1000.94	43.20	119.04	29.24	1119.98	1119.98	
Cuina	Planta baixa	194.97	126.62	174.45	21.01	369.42	369.42	
Bany 1	Planta baixa	223.51	54.00	74.40	38.73	297.90	297.90	
Bany 2	Planta baixa	238.77	54.00	74.40	45.73	313.17	313.17	
Lavabo	Planta baixa	210.94	54.00	74.40	76.65	285.34	285.34	
Passadís	Planta baixa	776.86	269.90	371.86	45.97	1148.73	1148.73	
Total			709.7	Càrrega total simultània		4733.0		



## 3.- RESUM DELS RESULTATS PER A CONJUNTS DE RECINTES

Refrigeració		
Conjunt	Potència per superfície (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))	Potència total (kcal/h)
Habitatge	11.8	4489.1

Calefacció		
Conjunt	Potència per superfície (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))	Potència total (kcal/h)
Habitatge	12.5	4733.0



## 1.- RESULTATS DEL CÀLCUL DE DEMANDA ENERGÈTICA.

### 1.1.- Demanda energètica anual per superfície útil.

$$D_{\text{cal,edifici}} = 25.49 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any} \leq D_{\text{cal,lim}} = D_{\text{cal,base}} + F_{\text{cal,sup}}/S = 26.1 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any}$$



$D_{\text{cal,edifici}}$ : Valor calculat de la demanda energètica de calefacció, kWh/m<sup>2</sup>·any.

$D_{\text{cal,lim}}$ : Valor límit de la demanda energètica de calefacció, considerada la superfície útil dels espais habitables, kWh/m<sup>2</sup>·any.

$D_{\text{cal,base}}$ : Valor base de la demanda energètica de calefacció, per a la zona climàtica d'hivern corresponent a l'emplaçament de l'edifici (taula 2.1, CTE DB HE 1) 20 kWh/m<sup>2</sup>·any.

$F_{\text{cal,sup}}$ : Factor corrector per superfície de la demanda energètica de calefacció, (taula 2.1, CTE DB HE 1), 1000.

S: Superfície útil dels espais habitables de l'edifici, 165.24 m<sup>2</sup>.

$$D_{\text{ref,edifici}} = 4.57 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any} \leq D_{\text{ref,lim}} = 15.0 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any}$$



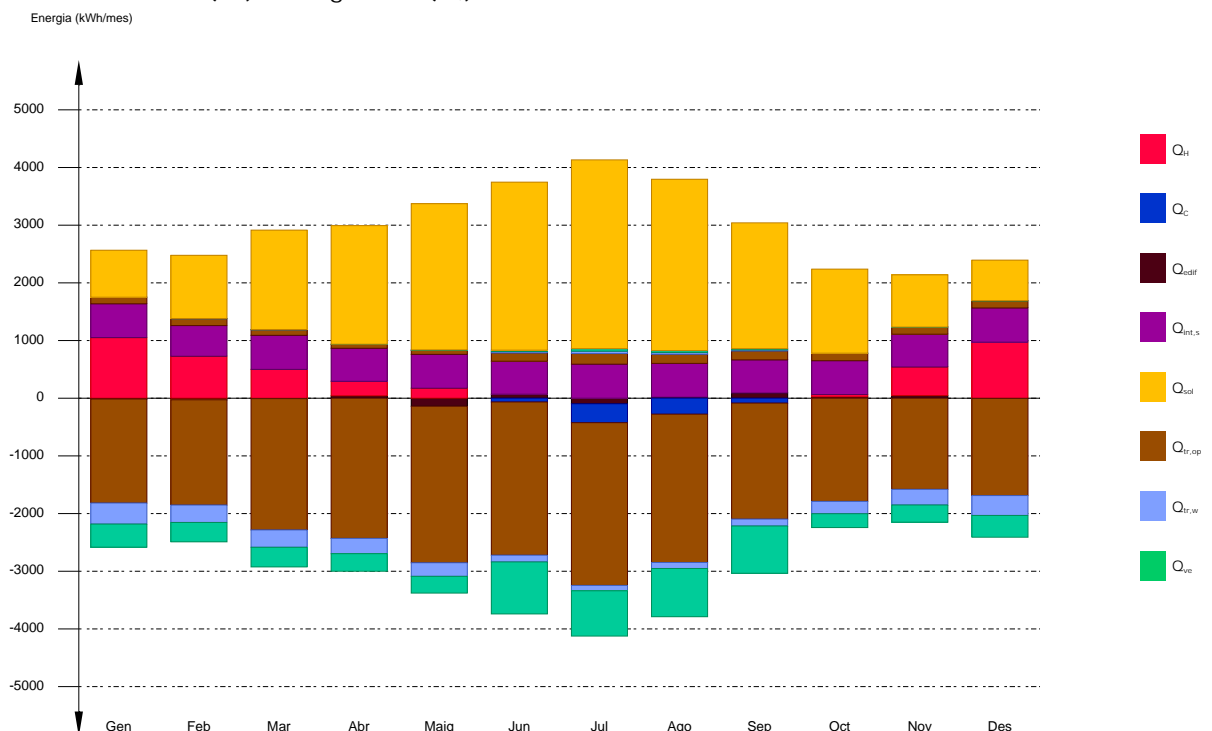
$D_{\text{ref,edifici}}$ : Valor calculat de la demanda energètica de refrigeració, kWh/m<sup>2</sup>·any.

$D_{\text{ref,lim}}$ : Valor límit de la demanda energètica de refrigeració, kWh/m<sup>2</sup>·any.

### 1.2.- Resultats mensuals.

#### 1.2.1.- Balanç energètic anual de l'edifici.

La següent gràfica de barres mostra el balanç energètic de l'edifici mes a mes, comptabilitzant l'energia perduda o guanyada per transmissió tèrmica a l'exterior a través d'elements pesats i lleugers ( $Q_{\text{tr,op}}$  i  $Q_{\text{tr,w}}$ , respectivament), l'energia intercanviada per ventilació ( $Q_{\text{ve}}$ ), el guany intern sensible net ( $Q_{\text{int,s}}$ ), el guany solar net ( $Q_{\text{sol}}$ ), la calor cedida o emmagatzemada en la massa tèrmica de l'edifici ( $Q_{\text{edif}}$ ), i l'aportació necessària de calefacció ( $Q_{\text{H}}$ ) i refrigeració ( $Q_{\text{C}}$ ).



#### 1.2.2.- Demanda energètica mensual de calefacció i refrigeració.

Atenent únicament a la demanda energètica a cobrir pels sistemes de calefacció i refrigeració, les necessitats energètiques i de potència útil instantània al llarg de la simulació anual es mostren en els següents gràfics:



## 1.- PARÀMETRES GENERALS

Emplaçament: Girona  
 Latitud (graus): 41.99 graus  
 Altitud sobre el nivell del mar: 70 m  
 Percentil per a estiu: 5.0 %  
 Temperatura seca estiu: 27.39 °C  
 Temperatura humida estiu: 22.50 °C  
 Oscil·lació mitjana diària: 8.4 °C  
 Oscil·lació mitjana anual: 27.5 °C  
 Percentil per a hivern: 97.5 %  
 Temperatura seca a l'hivern: 1.20 °C  
 Humitat relativa a l'hivern: 90 %  
 Velocitat del vent: 3.6 m/s  
 Temperatura del terreny: 6.40 °C  
 Percentatge de majoració per l'orientació N: 20 %  
 Percentatge de majoració per l'orientació S: 0 %  
 Percentatge de majoració per l'orientació E: 10 %  
 Percentatge de majoració per l'orientació O: 10 %  
 Suplement d'intermitència per a calefacció: 5 %  
 Percentatge de càrregues a causa de la pròpia instal·lació: 3 %  
 Percentatge de majoració de càrregues (Hivern): 0 %  
 Percentatge de majoració de càrregues (Estiu): 0 %

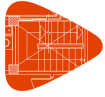
## 2.- RESUM DELS RESULTATS DE CÀLCUL DELS RECINTES

### Refrigeració

Conjunt: Habitatge													
Recinte	Planta	Subtotals			Càrrega interna		Ventilació			Potència tèrmica			
		Estructural (kcal/h)	Sensible interior (kcal/h)	Total interior (kcal/h)	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)	Cabal (m³/h)	Sensible (kcal/h)	Càrrega total (kcal/h)	Per superfície (kcal/(h·m²))	Sensible (kcal/h)	Màxima simultània (kcal/h)	Màxima (kcal/h)
Habitació 1	Planta baixa	13.13	135.53	195.53	153.11	213.11	36.00	-10.49	142.31	19.58	142.62	329.19	355.42
Habitació 2	Planta baixa	3.37	130.71	190.71	138.10	198.10	36.00	-10.49	142.31	21.51	127.61	303.39	340.41
Despatx	Planta baixa	2.03	131.28	191.28	137.31	197.31	36.00	-10.49	142.31	21.09	126.83	302.61	339.62
Estar-Menjador	Planta baixa	32.12	620.41	680.41	672.11	732.11	43.20	0.08	190.92	23.32	672.19	855.43	923.04
Cuina	Planta baixa	-0.22	364.60	612.60	375.31	623.31	127.43	-18.56	522.28	64.73	356.75	968.15	1145.59
Passadís	Planta baixa	21.87	593.79	593.79	634.14	634.14	274.20	53.30	1228.28	73.36	687.43	1818.38	1862.42
Total							552.8						
Càrrega total simultània											4577.2		

### Calefacció

Conjunt: Habitatge							
Recinte	Planta	Càrrega interna sensible (kcal/h)	Ventilació		Potència		
			Cabal (m³/h)	Càrrega total (kcal/h)	Per superfície (kcal/(h·m²))	Màxima simultània (kcal/h)	Màxima (kcal/h)
Habitació 1	Planta baixa	376.38	36.00	99.20	26.19	475.58	475.58
Habitació 2	Planta baixa	247.93	36.00	99.20	21.94	347.13	347.13
Despatx	Planta baixa	250.73	36.00	99.20	21.73	349.92	349.92
Estar-Menjador	Planta baixa	996.81	43.20	119.04	28.19	1115.85	1115.85
Cuina	Planta baixa	180.50	127.43	175.57	20.12	356.06	356.06
Bany 1	Planta baixa	239.64	54.00	74.40	38.83	314.04	314.04
Bany 2	Planta baixa	250.25	54.00	74.40	45.66	324.65	324.65
Lavabo	Planta baixa	232.12	54.00	74.40	77.22	306.52	306.52
Passadís	Planta baixa	792.31	274.20	377.79	46.09	1170.10	1170.10
Total			714.8	Càrrega total simultània		4759.9	



## 3.- RESUM DELS RESULTATS PER A CONJUNTS DE RECINTES

Refrigeració		
Conjunt	Potència per superfície (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))	Potència total (kcal/h)
Habitatge	12.0	4577.2

Calefacció		
Conjunt	Potència per superfície (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))	Potència total (kcal/h)
Habitatge	12.4	4759.9



## 1.- RESULTATS DEL CÀLCUL DE DEMANDA ENERGÈTICA.

### 1.1.- Demanda energètica anual per superfície útil.

$$D_{\text{cal,edifici}} = 26.35 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any} \leq D_{\text{cal,lim}} = D_{\text{cal,base}} + F_{\text{cal,sup}}/S = 26.5 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any}$$



$D_{\text{cal,edifici}}$ : Valor calculat de la demanda energètica de calefacció, kWh/m<sup>2</sup>·any.

$D_{\text{cal,lim}}$ : Valor límit de la demanda energètica de calefacció, considerada la superfície útil dels espais habitables, kWh/m<sup>2</sup>·any.

$D_{\text{cal,base}}$ : Valor base de la demanda energètica de calefacció, per a la zona climàtica d'hivern corresponent a l'emplaçament de l'edifici (taula 2.1, CTE DB HE 1) 20 kWh/m<sup>2</sup>·any.

$F_{\text{cal,sup}}$ : Factor corrector per superfície de la demanda energètica de calefacció, (taula 2.1, CTE DB HE 1), 1000.

S: Superfície útil dels espais habitables de l'edifici, 154.82 m<sup>2</sup>.

$$D_{\text{ref,edifici}} = 3.66 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any} \leq D_{\text{ref,lim}} = 15.0 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any}$$



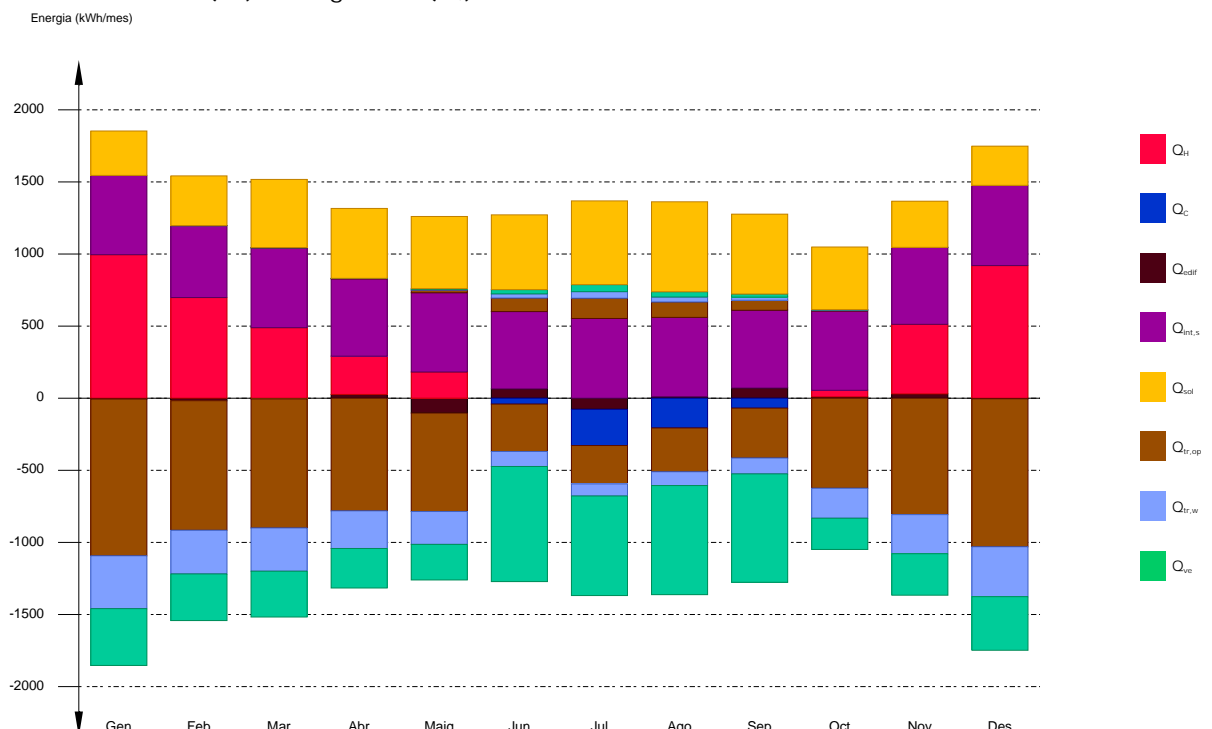
$D_{\text{ref,edifici}}$ : Valor calculat de la demanda energètica de refrigeració, kWh/m<sup>2</sup>·any.

$D_{\text{ref,lim}}$ : Valor límit de la demanda energètica de refrigeració, kWh/m<sup>2</sup>·any.

### 1.2.- Resultats mensuals.

#### 1.2.1.- Balanç energètic anual de l'edifici.

La següent gràfica de barres mostra el balanç energètic de l'edifici mes a mes, comptabilitzant l'energia perduda o guanyada per transmissió tèrmica a l'exterior a través d'elements pesats i lleugers ( $Q_{\text{tr,op}}$  i  $Q_{\text{tr,w}}$ , respectivament), l'energia intercanviada per ventilació ( $Q_{\text{ve}}$ ), el guany intern sensible net ( $Q_{\text{int,s}}$ ), el guany solar net ( $Q_{\text{sol}}$ ), la calor cedida o emmagatzemada en la massa tèrmica de l'edifici ( $Q_{\text{edif}}$ ), i l'aportació necessària de calefacció ( $Q_{\text{H}}$ ) i refrigeració ( $Q_{\text{C}}$ ).



#### 1.2.2.- Demanda energètica mensual de calefacció i refrigeració.

Atenent únicament a la demanda energètica a cobrir pels sistemes de calefacció i refrigeració, les necessitats energètiques i de potència útil instantània al llarg de la simulació anual es mostren en els següents gràfics:





## 1.- PARÀMETRES GENERALS

Emplaçament: Girona

Latitud (graus): 41.99 graus

Altitud sobre el nivell del mar: 70 m

Percentil per a estiu: 5.0 %

Temperatura seca estiu: 27.39 °C

Temperatura humida estiu: 22.50 °C

Oscil·lació mitjana diària: 8.4 °C

Oscil·lació mitjana anual: 27.5 °C

Percentil per a hivern: 97.5 %

Temperatura seca a l'hivern: 1.20 °C

Humitat relativa a l'hivern: 90 %

Velocitat del vent: 3.6 m/s

Temperatura del terreny: 6.40 °C

Percentatge de majoració per l'orientació N: 20 %

Percentatge de majoració per l'orientació S: 0 %

Percentatge de majoració per l'orientació E: 10 %

Percentatge de majoració per l'orientació O: 10 %

Suplement d'intermitència per a calefacció: 5 %

Percentatge de càrregues a causa de la pròpia instal·lació: 3 %

Percentatge de majoració de càrregues (Hivern): 0 %

Percentatge de majoració de càrregues (Estiu): 0 %

## 2.- RESUM DELS RESULTATS DE CÀLCUL DELS RECINTES

### Refrigeració

Conjunt: Habitatge														
Recinte	Planta	Subtotals			Càrrega interna		Ventilació			Potència tèrmica				
		Estructural (kcal/h)	Sensible interior (kcal/h)	Total interior (kcal/h)	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)	Cabal (m³/h)	Sensible (kcal/h)	Càrrega total (kcal/h)	Per superfície (kcal/(h·m²))	Sensible (kcal/h)	Màxima simultània (kcal/h)	Màxima (kcal/h)	
Habitació 1	Planta baixa	7.70	133.24	193.24	145.16	205.16	36.00	-10.49	142.31	20.38	134.68	316.47	347.47	
Habitació 2	Planta baixa	3.83	129.42	189.42	137.24	197.24	36.00	-10.49	142.31	22.34	126.76	301.48	339.55	
Despatx	Planta baixa	2.96	129.97	189.97	136.93	196.93	36.00	-10.49	142.31	21.93	126.44	300.63	339.23	
Estar-Menjador	Planta baixa	26.98	578.58	638.58	623.73	683.73	43.20	0.08	190.92	24.06	623.81	815.80	874.65	
Cuina	Planta baixa	1.76	362.01	610.01	374.68	622.68	125.22	-18.24	513.22	65.31	356.44	956.85	1135.89	
Passadís	Planta baixa	29.90	570.22	570.22	618.12	618.12	263.32	51.18	1179.52	73.73	669.31	1758.85	1797.65	
Total							539.7	Càrrega total simultània					4450.1	

### Calefacció

Conjunt: Habitatge								
Recinte	Planta	Càrrega interna sensible (kcal/h)	Ventilació		Potència			
			Cabal (m³/h)	Càrrega total (kcal/h)	Per superfície (kcal/(h·m²))	Màxima simultània (kcal/h)	Màxima (kcal/h)	
Habitació 1	Planta baixa	334.58	36.00	99.20	25.44	433.78	433.78	
Habitació 2	Planta baixa	226.32	36.00	99.20	21.41	325.52	325.52	
Despatx	Planta baixa	228.56	36.00	99.20	21.19	327.76	327.76	
Estar-Menjador	Planta baixa	820.65	43.20	119.04	25.85	939.69	939.69	
Cuina	Planta baixa	190.51	125.22	172.52	20.87	363.03	363.03	
Bany 1	Planta baixa	161.38	54.00	74.40	33.20	235.78	235.78	
Bany 2	Planta baixa	190.27	54.00	74.40	41.07	264.67	264.67	
Lavabo	Planta baixa	167.88	54.00	74.40	72.12	242.28	242.28	
Passadís	Planta baixa	749.30	263.32	362.79	45.61	1112.09	1112.09	
Total			701.7	Càrrega total simultània		4244.6		



## 3.- RESUM DELS RESULTATS PER A CONJUNTS DE RECINTES

Refrigeració		
Conjunt	Potència per superfície (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))	Potència total (kcal/h)
Habitatge	28.7	4450.1

Calefacció		
Conjunt	Potència per superfície (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))	Potència total (kcal/h)
Habitatge	27.4	4244.6



## 1.- RESULTATS DEL CÀLCUL DE DEMANDA ENERGÈTICA.

### 1.1.- Demanda energètica anual per superfície útil.

$$D_{\text{cal,edifici}} = 26.44 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any} \leq D_{\text{cal,lim}} = D_{\text{cal,base}} + F_{\text{cal,sup}}/S = 26.5 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any}$$



$D_{\text{cal,edifici}}$ : Valor calculat de la demanda energètica de calefacció, kWh/m<sup>2</sup>·any.

$D_{\text{cal,lim}}$ : Valor límit de la demanda energètica de calefacció, considerada la superfície útil dels espais habitables, kWh/m<sup>2</sup>·any.

$D_{\text{cal,base}}$ : Valor base de la demanda energètica de calefacció, per a la zona climàtica d'hivern corresponent a l'emplaçament de l'edifici (taula 2.1, CTE DB HE 1) 20 kWh/m<sup>2</sup>·any.

$F_{\text{cal,sup}}$ : Factor corrector per superfície de la demanda energètica de calefacció, (taula 2.1, CTE DB HE 1), 1000.

S: Superfície útil dels espais habitables de l'edifici, 154.16 m<sup>2</sup>.

$$D_{\text{ref,edifici}} = 4.43 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any} \leq D_{\text{ref,lim}} = 15.0 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any}$$



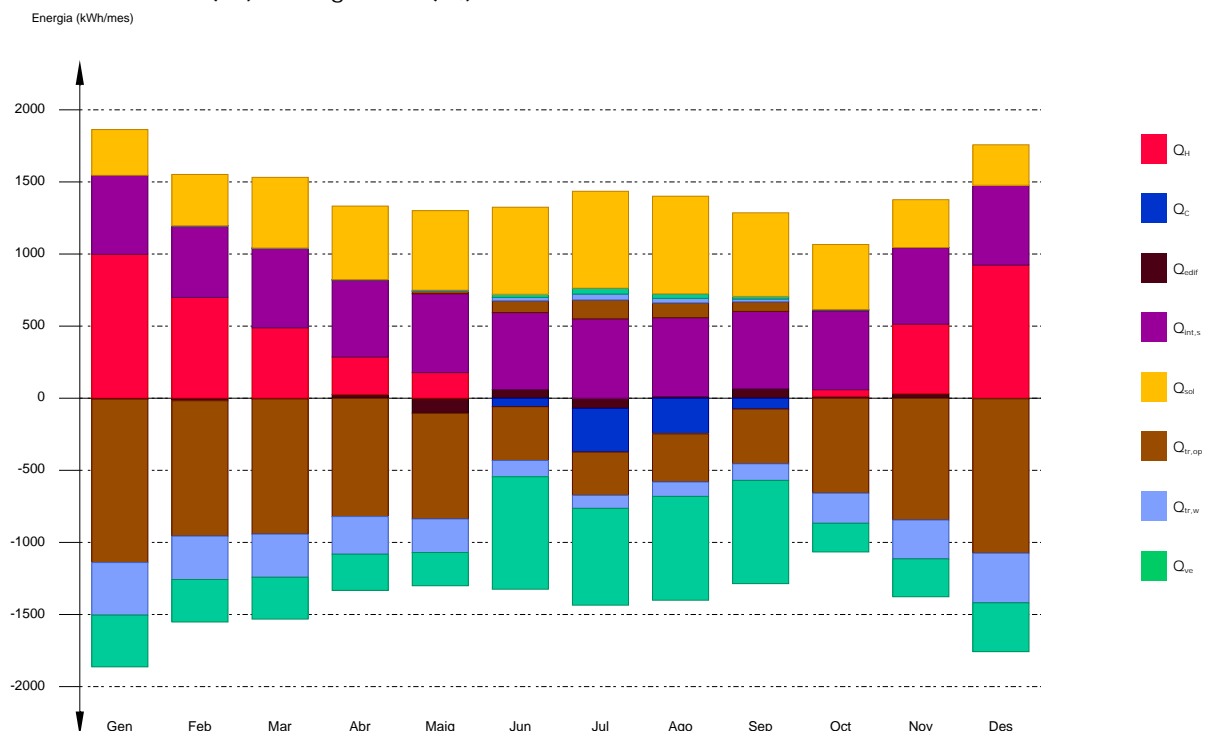
$D_{\text{ref,edifici}}$ : Valor calculat de la demanda energètica de refrigeració, kWh/m<sup>2</sup>·any.

$D_{\text{ref,lim}}$ : Valor límit de la demanda energètica de refrigeració, kWh/m<sup>2</sup>·any.

### 1.2.- Resultats mensuals.

#### 1.2.1.- Balanç energètic anual de l'edifici.

La següent gràfica de barres mostra el balanç energètic de l'edifici mes a mes, comptabilitzant l'energia perduda o guanyada per transmissió tèrmica a l'exterior a través d'elements pesats i lleugers ( $Q_{\text{tr,op}}$  i  $Q_{\text{tr,w}}$ , respectivament), l'energia intercanviada per ventilació ( $Q_{\text{ve}}$ ), el guany intern sensible net ( $Q_{\text{int,s}}$ ), el guany solar net ( $Q_{\text{sol}}$ ), la calor cedida o emmagatzemada en la massa tèrmica de l'edifici ( $Q_{\text{edif}}$ ), i l'aportació necessària de calefacció ( $Q_{\text{H}}$ ) i refrigeració ( $Q_{\text{C}}$ ).



#### 1.2.2.- Demanda energètica mensual de calefacció i refrigeració.

Atenent únicament a la demanda energètica a cobrir pels sistemes de calefacció i refrigeració, les necessitats energètiques i de potència útil instantània al llarg de la simulació anual es mostren en els següents gràfics:



## 1.- PARÀMETRES GENERALS

Emplaçament: Girona  
 Latitud (graus): 41.99 graus  
 Altitud sobre el nivell del mar: 70 m  
 Percentil per a estiu: 5.0 %  
 Temperatura seca estiu: 27.39 °C  
 Temperatura humida estiu: 22.50 °C  
 Oscil·lació mitjana diària: 8.4 °C  
 Oscil·lació mitjana anual: 27.5 °C  
 Percentil per a hivern: 97.5 %  
 Temperatura seca a l'hivern: 1.20 °C  
 Humitat relativa a l'hivern: 90 %  
 Velocitat del vent: 3.6 m/s  
 Temperatura del terreny: 6.40 °C  
 Percentatge de majoració per l'orientació N: 20 %  
 Percentatge de majoració per l'orientació S: 0 %  
 Percentatge de majoració per l'orientació E: 10 %  
 Percentatge de majoració per l'orientació O: 10 %  
 Suplement d'intermitència per a calefacció: 5 %  
 Percentatge de càrregues a causa de la pròpia instal·lació: 3 %  
 Percentatge de majoració de càrregues (Hivern): 0 %  
 Percentatge de majoració de càrregues (Estiu): 0 %

## 2.- RESUM DELS RESULTATS DE CÀLCUL DELS RECINTES

### Refrigeració

Conjunt: Habitatge														
Recinte	Planta	Subtotals			Càrrega interna		Ventilació			Potència tèrmica				
		Estructural (kcal/h)	Sensible interior (kcal/h)	Total interior (kcal/h)	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)	Cabal (m³/h)	Sensible (kcal/h)	Càrrega total (kcal/h)	Per superfície (kcal/(h·m²))	Sensible (kcal/h)	Màxima simultània (kcal/h)	Màxima (kcal/h)	
Habitació 1	Planta baixa	13.90	133.09	193.09	151.40	211.40	36.00	-10.49	142.31	20.83	140.92	324.88	353.71	
Habitació 2	Planta baixa	4.77	129.34	189.34	138.13	198.13	36.00	-10.49	142.31	22.45	127.64	302.61	340.44	
Despatx	Planta baixa	4.00	129.89	189.89	137.90	197.90	36.00	-10.49	142.31	22.05	127.42	301.84	340.21	
Estar-Menjador	Planta baixa	49.54	575.96	635.96	644.26	704.26	43.20	0.08	190.92	24.76	644.34	836.48	895.19	
Cuina	Planta baixa	2.81	361.82	609.82	375.58	623.58	125.06	-18.22	512.58	65.41	357.36	958.90	1136.16	
Passadís	Planta baixa	23.22	568.72	568.72	609.69	609.69	262.62	51.05	1176.42	73.45	660.74	1750.11	1786.11	
Total							538.9					Càrrega total simultània	4474.8	

### Calefacció

Conjunt: Habitatge							
Recinte	Planta	Càrrega interna sensible (kcal/h)	Ventilació		Potència		
			Cabal (m³/h)	Càrrega total (kcal/h)	Per superfície (kcal/(h·m²))	Màxima simultània (kcal/h)	Màxima (kcal/h)
Habitació 1	Planta baixa	348.04	36.00	99.20	26.34	447.24	447.24
Habitació 2	Planta baixa	237.83	36.00	99.20	22.23	337.03	337.03
Despatx	Planta baixa	240.27	36.00	99.20	22.00	339.47	339.47
Estar-Menjador	Planta baixa	851.67	43.20	119.04	26.85	970.71	970.71
Cuina	Planta baixa	202.21	125.06	172.31	21.56	374.52	374.52
Bany 1	Planta baixa	167.65	54.00	74.40	34.38	242.05	242.05
Bany 2	Planta baixa	192.93	54.00	74.40	41.75	267.33	267.33
Lavabo	Planta baixa	167.92	54.00	74.40	72.94	242.32	242.32
Passadís	Planta baixa	723.29	262.62	361.83	44.62	1085.12	1085.12
Total			700.9	Càrrega total simultània		4305.8	



## 3.- RESUM DELS RESULTATS PER A CONJUNTS DE RECINTES

Refrigeració		
Conjunt	Potència per superfície (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))	Potència total (kcal/h)
Habitatge	29.0	4474.8

Calefacció		
Conjunt	Potència per superfície (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))	Potència total (kcal/h)
Habitatge	27.9	4305.8



## 1.- RESULTATS DEL CÀLCUL DE DEMANDA ENERGÈTICA.

### 1.1.- Demanda energètica anual per superfície útil.

$$D_{\text{cal,edifici}} = 26.40 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any} \leq D_{\text{cal,lim}} = D_{\text{cal,base}} + F_{\text{cal,sup}}/S = 26.5 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any}$$



$D_{\text{cal,edifici}}$ : Valor calculat de la demanda energètica de calefacció, kWh/m<sup>2</sup>·any.

$D_{\text{cal,lim}}$ : Valor límit de la demanda energètica de calefacció, considerada la superfície útil dels espais habitables, kWh/m<sup>2</sup>·any.

$D_{\text{cal,base}}$ : Valor base de la demanda energètica de calefacció, per a la zona climàtica d'hivern corresponent a l'emplaçament de l'edifici (taula 2.1, CTE DB HE 1) 20 kWh/m<sup>2</sup>·any.

$F_{\text{cal,sup}}$ : Factor corrector per superfície de la demanda energètica de calefacció, (taula 2.1, CTE DB HE 1), 1000.

S: Superfície útil dels espais habitables de l'edifici, 154.16 m<sup>2</sup>.

$$D_{\text{ref,edifici}} = 4.44 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any} \leq D_{\text{ref,lim}} = 15.0 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any}$$



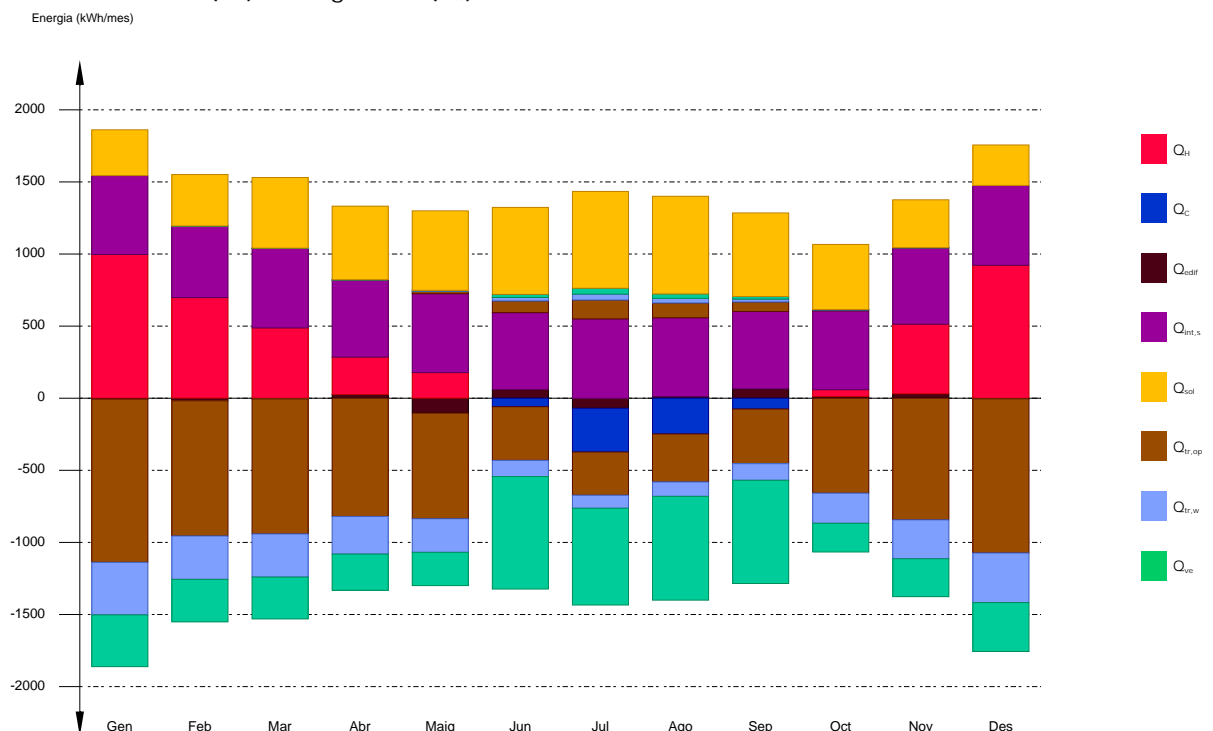
$D_{\text{ref,edifici}}$ : Valor calculat de la demanda energètica de refrigeració, kWh/m<sup>2</sup>·any.

$D_{\text{ref,lim}}$ : Valor límit de la demanda energètica de refrigeració, kWh/m<sup>2</sup>·any.

### 1.2.- Resultats mensuals.

#### 1.2.1.- Balanç energètic anual de l'edifici.

La següent gràfica de barres mostra el balanç energètic de l'edifici mes a mes, comptabilitzant l'energia perduda o guanyada per transmissió tèrmica a l'exterior a través d'elements pesats i lleugers ( $Q_{\text{tr,op}}$  i  $Q_{\text{tr,w}}$ , respectivament), l'energia intercanviada per ventilació ( $Q_{\text{ve}}$ ), el guany intern sensible net ( $Q_{\text{int,s}}$ ), el guany solar net ( $Q_{\text{sol}}$ ), la calor cedida o emmagatzemada en la massa tèrmica de l'edifici ( $Q_{\text{edif}}$ ), i l'aportació necessària de calefacció ( $Q_{\text{H}}$ ) i refrigeració ( $Q_{\text{C}}$ ).



#### 1.2.2.- Demanda energètica mensual de calefacció i refrigeració.

Atenent únicament a la demanda energètica a cobrir pels sistemes de calefacció i refrigeració, les necessitats energètiques i de potència útil instantània al llarg de la simulació anual es mostren en els següents gràfics:



## 1.- PARÀMETRES GENERALS

Emplaçament: Girona  
 Latitud (graus): 41.99 graus  
 Altitud sobre el nivell del mar: 70 m  
 Percentil per a estiu: 5.0 %  
 Temperatura seca estiu: 27.39 °C  
 Temperatura humida estiu: 22.50 °C  
 Oscil·lació mitjana diària: 8.4 °C  
 Oscil·lació mitjana anual: 27.5 °C  
 Percentil per a hivern: 97.5 %  
 Temperatura seca a l'hivern: 1.20 °C  
 Humitat relativa a l'hivern: 90 %  
 Velocitat del vent: 3.6 m/s  
 Temperatura del terreny: 6.40 °C  
 Percentatge de majoració per l'orientació N: 20 %  
 Percentatge de majoració per l'orientació S: 0 %  
 Percentatge de majoració per l'orientació E: 10 %  
 Percentatge de majoració per l'orientació O: 10 %  
 Suplement d'intermitència per a calefacció: 5 %  
 Percentatge de càrregues a causa de la pròpia instal·lació: 3 %  
 Percentatge de majoració de càrregues (Hivern): 0 %  
 Percentatge de majoració de càrregues (Estiu): 0 %

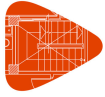
## 2.- RESUM DELS RESULTATS DE CÀLCUL DELS RECINTES

### Refrigeració

Conjunt: Habitatge														
Recinte	Planta	Subtotals			Càrrega interna		Ventilació			Potència tèrmica				
		Estructural (kcal/h)	Sensible interior (kcal/h)	Total interior (kcal/h)	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)	Cabal (m³/h)	Sensible (kcal/h)	Càrrega total (kcal/h)	Per superfície (kcal/(h·m²))	Sensible (kcal/h)	Màxima simultània (kcal/h)	Màxima (kcal/h)	
Habitació 1	Planta baixa	32.19	133.09	193.09	170.25	230.25	36.00	-10.49	142.31	21.94	159.76	341.29	372.55	
Habitació 2	Planta baixa	21.11	129.34	189.34	154.96	214.96	36.00	-10.49	142.31	23.56	144.47	317.26	357.26	
Despatx	Planta baixa	20.65	129.89	189.89	155.05	215.05	36.00	-10.49	142.31	23.16	144.57	316.81	357.36	
Estar-Menjador	Planta baixa	86.79	575.96	635.96	682.64	742.64	43.20	0.08	190.92	25.82	682.72	871.51	933.56	
Cuina	Planta baixa	20.69	361.82	609.82	393.99	641.99	125.06	-18.22	512.58	66.47	375.77	976.02	1154.57	
Passadís	Planta baixa	46.22	568.72	568.72	633.38	633.38	262.62	51.05	1176.42	74.43	684.43	1773.98	1809.80	
Total							538.9					Càrrega total simultània	4596.9	

### Calefacció

Conjunt: Habitatge							
Recinte	Planta	Càrrega interna sensible (kcal/h)	Ventilació		Potència		
			Cabal (m³/h)	Càrrega total (kcal/h)	Per superfície (kcal/(h·m²))	Màxima simultània (kcal/h)	Màxima (kcal/h)
Habitació 1	Planta baixa	347.61	36.00	99.20	26.31	446.81	446.81
Habitació 2	Planta baixa	237.45	36.00	99.20	22.20	336.65	336.65
Despatx	Planta baixa	239.88	36.00	99.20	21.98	339.08	339.08
Estar-Menjador	Planta baixa	850.76	43.20	119.04	26.83	969.80	969.80
Cuina	Planta baixa	201.80	125.06	172.31	21.54	374.11	374.11
Bany 1	Planta baixa	167.48	54.00	74.40	34.36	241.88	241.88
Bany 2	Planta baixa	192.78	54.00	74.40	41.73	267.18	267.18
Lavabo	Planta baixa	167.84	54.00	74.40	72.92	242.24	242.24
Passadís	Planta baixa	722.71	262.62	361.83	44.60	1084.54	1084.54
Total			700.9	Càrrega total simultània		4302.3	



## 3.- RESUM DELS RESULTATS PER A CONJUNTS DE RECINTES

Refrigeració		
Conjunt	Potència per superfície (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))	Potència total (kcal/h)
Habitatge	29.8	4596.9

Calefacció		
Conjunt	Potència per superfície (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))	Potència total (kcal/h)
Habitatge	27.9	4302.3





## 1.- RESULTATS DEL CÀLCUL DE DEMANDA ENERGÈTICA.

### 1.1.- Demanda energètica anual per superfície útil.

$$D_{\text{cal,edifici}} = 26.32 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any} \leq D_{\text{cal,lim}} = D_{\text{cal,base}} + F_{\text{cal,sup}}/S = 26.5 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any}$$



$D_{\text{cal,edifici}}$ : Valor calculat de la demanda energètica de calefacció, kWh/m<sup>2</sup>·any.

$D_{\text{cal,lim}}$ : Valor límit de la demanda energètica de calefacció, considerada la superfície útil dels espais habitables, kWh/m<sup>2</sup>·any.

$D_{\text{cal,base}}$ : Valor base de la demanda energètica de calefacció, per a la zona climàtica d'hivern corresponent a l'emplaçament de l'edifici (taula 2.1, CTE DB HE 1) 20 kWh/m<sup>2</sup>·any.

$F_{\text{cal,sup}}$ : Factor corrector per superfície de la demanda energètica de calefacció, (taula 2.1, CTE DB HE 1), 1000.

S: Superfície útil dels espais habitables de l'edifici, 154.16 m<sup>2</sup>.

$$D_{\text{ref,edifici}} = 4.43 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any} \leq D_{\text{ref,lim}} = 15.0 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any}$$



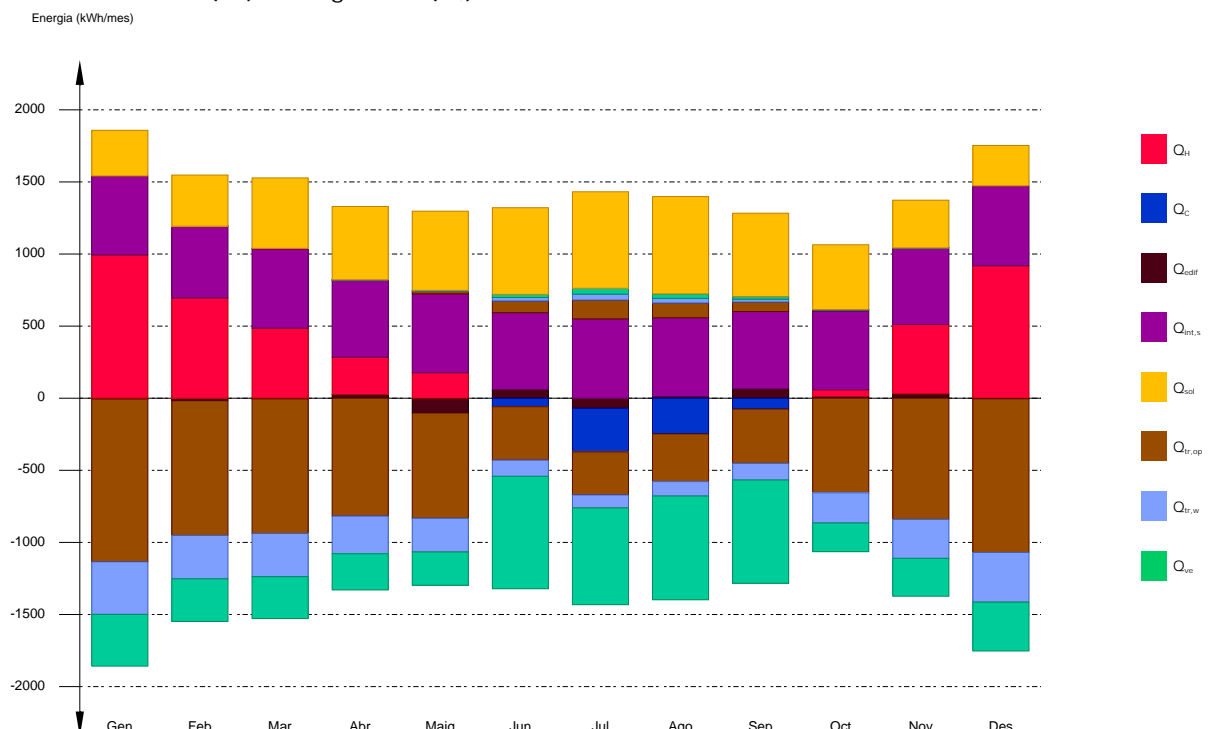
$D_{\text{ref,edifici}}$ : Valor calculat de la demanda energètica de refrigeració, kWh/m<sup>2</sup>·any.

$D_{\text{ref,lim}}$ : Valor límit de la demanda energètica de refrigeració, kWh/m<sup>2</sup>·any.

### 1.2.- Resultats mensuals.

#### 1.2.1.- Balanç energètic anual de l'edifici.

La següent gràfica de barres mostra el balanç energètic de l'edifici mes a mes, comptabilitzant l'energia perduda o guanyada per transmissió tèrmica a l'exterior a través d'elements pesats i lleugers ( $Q_{\text{tr,op}}$  i  $Q_{\text{tr,w}}$ , respectivament), l'energia intercanviada per ventilació ( $Q_{\text{ve}}$ ), el guany intern sensible net ( $Q_{\text{int,s}}$ ), el guany solar net ( $Q_{\text{sol}}$ ), la calor cedida o emmagatzemada en la massa tèrmica de l'edifici ( $Q_{\text{edif}}$ ), i l'aportació necessària de calefacció ( $Q_{\text{H}}$ ) i refrigeració ( $Q_{\text{C}}$ ).



#### 1.2.2.- Demanda energètica mensual de calefacció i refrigeració.

Atenent únicament a la demanda energètica a cobrir pels sistemes de calefacció i refrigeració, les necessitats energètiques i de potència útil instantània al llarg de la simulació anual es mostren en els següents gràfics:



## 1.- PARÀMETRES GENERALS

Emplaçament: Girona  
 Latitud (graus): 41.99 graus  
 Altitud sobre el nivell del mar: 70 m  
 Percentil per a estiu: 5.0 %  
 Temperatura seca estiu: 27.39 °C  
 Temperatura humida estiu: 22.50 °C  
 Oscil·lació mitjana diària: 8.4 °C  
 Oscil·lació mitjana anual: 27.5 °C  
 Percentil per a hivern: 97.5 %  
 Temperatura seca a l'hivern: 1.20 °C  
 Humitat relativa a l'hivern: 90 %  
 Velocitat del vent: 3.6 m/s  
 Temperatura del terreny: 6.40 °C  
 Percentatge de majoració per l'orientació N: 20 %  
 Percentatge de majoració per l'orientació S: 0 %  
 Percentatge de majoració per l'orientació E: 10 %  
 Percentatge de majoració per l'orientació O: 10 %  
 Suplement d'intermitència per a calefacció: 5 %  
 Percentatge de càrregues a causa de la pròpia instal·lació: 3 %  
 Percentatge de majoració de càrregues (Hivern): 0 %  
 Percentatge de majoració de càrregues (Estiu): 0 %

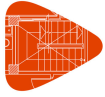
## 2.- RESUM DELS RESULTATS DE CÀLCUL DELS RECINTES

### Refrigeració

Conjunt: Habitatge														
Recinte	Planta	Subtotals			Càrrega interna		Ventilació			Potència tèrmica				
		Estructural (kcal/h)	Sensible interior (kcal/h)	Total interior (kcal/h)	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)	Cabal (m³/h)	Sensible (kcal/h)	Càrrega total (kcal/h)	Per superfície (kcal/(h·m²))	Sensible (kcal/h)	Màxima simultània (kcal/h)	Màxima (kcal/h)	
Habitació 1	Planta baixa	30.63	133.09	193.09	168.64	228.64	36.00	-10.49	142.31	21.85	158.15	343.97	370.94	
Habitació 2	Planta baixa	19.71	129.34	189.34	153.52	213.52	36.00	-10.49	142.31	23.47	143.03	319.65	355.83	
Despatx	Planta baixa	19.20	129.89	189.89	153.56	213.56	36.00	-10.49	142.31	23.07	143.08	319.18	355.87	
Estar-Menjador	Planta baixa	85.79	575.96	635.96	681.60	741.60	43.20	0.08	190.92	25.80	681.68	877.15	932.52	
Cuina	Planta baixa	19.91	361.82	609.82	393.18	641.18	125.06	-18.22	512.58	66.42	374.97	977.52	1153.76	
Passadís	Planta baixa	48.78	568.72	568.72	636.02	636.02	262.62	51.05	1176.42	74.53	687.07	1776.21	1812.44	
Total							538.9					Càrrega total simultània	4613.7	

### Calefacció

Conjunt: Habitatge								
Recinte	Planta	Càrrega interna sensible (kcal/h)	Ventilació		Potència			
			Cabal (m³/h)	Càrrega total (kcal/h)	Per superfície (kcal/(h·m²))	Màxima simultània (kcal/h)	Màxima (kcal/h)	
Habitació 1	Planta baixa	346.62	36.00	99.20	26.26	445.82	445.82	
Habitació 2	Planta baixa	236.56	36.00	99.20	22.15	335.76	335.76	
Despatx	Planta baixa	238.98	36.00	99.20	21.92	338.18	338.18	
Estar-Menjador	Planta baixa	848.64	43.20	119.04	26.77	967.68	967.68	
Cuina	Planta baixa	200.85	125.06	172.31	21.48	373.15	373.15	
Bany 1	Planta baixa	167.09	54.00	74.40	34.30	241.49	241.49	
Bany 2	Planta baixa	192.43	54.00	74.40	41.68	266.82	266.82	
Lavabo	Planta baixa	167.66	54.00	74.40	72.86	242.05	242.05	
Passadís	Planta baixa	721.37	262.62	361.83	44.55	1083.20	1083.20	
Total			700.9			Càrrega total simultània	4294.2	



## 3.- RESUM DELS RESULTATS PER A CONJUNTS DE RECINTES

Refrigeració		
Conjunt	Potència per superfície (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))	Potència total (kcal/h)
Habitatge	29.9	4613.7

Calefacció		
Conjunt	Potència per superfície (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))	Potència total (kcal/h)
Habitatge	27.9	4294.2



## 1.- RESULTATS DEL CÀLCUL DE DEMANDA ENERGÈTICA.

### 1.1.- Demanda energètica anual per superfície útil.

$$D_{\text{cal,edifici}} = 3.95 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any} \leq D_{\text{cal,lim}} = D_{\text{cal,base}} + F_{\text{cal,sup}}/S = 26.6 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any}$$



$D_{\text{cal,edifici}}$ : Valor calculat de la demanda energètica de calefacció, kWh/m<sup>2</sup>·any.

$D_{\text{cal,lim}}$ : Valor límit de la demanda energètica de calefacció, considerada la superfície útil dels espais habitables, kWh/m<sup>2</sup>·any.

$D_{\text{cal,base}}$ : Valor base de la demanda energètica de calefacció, per a la zona climàtica d'hivern corresponent a l'emplaçament de l'edifici (taula 2.1, CTE DB HE 1) 20 kWh/m<sup>2</sup>·any.

$F_{\text{cal,sup}}$ : Factor corrector per superfície de la demanda energètica de calefacció, (taula 2.1, CTE DB HE 1), 1000.

S: Superfície útil dels espais habitables de l'edifici, 152.66 m<sup>2</sup>.

$$D_{\text{ref,edifici}} = 4.02 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any} \leq D_{\text{ref,lim}} = 15.0 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{any}$$



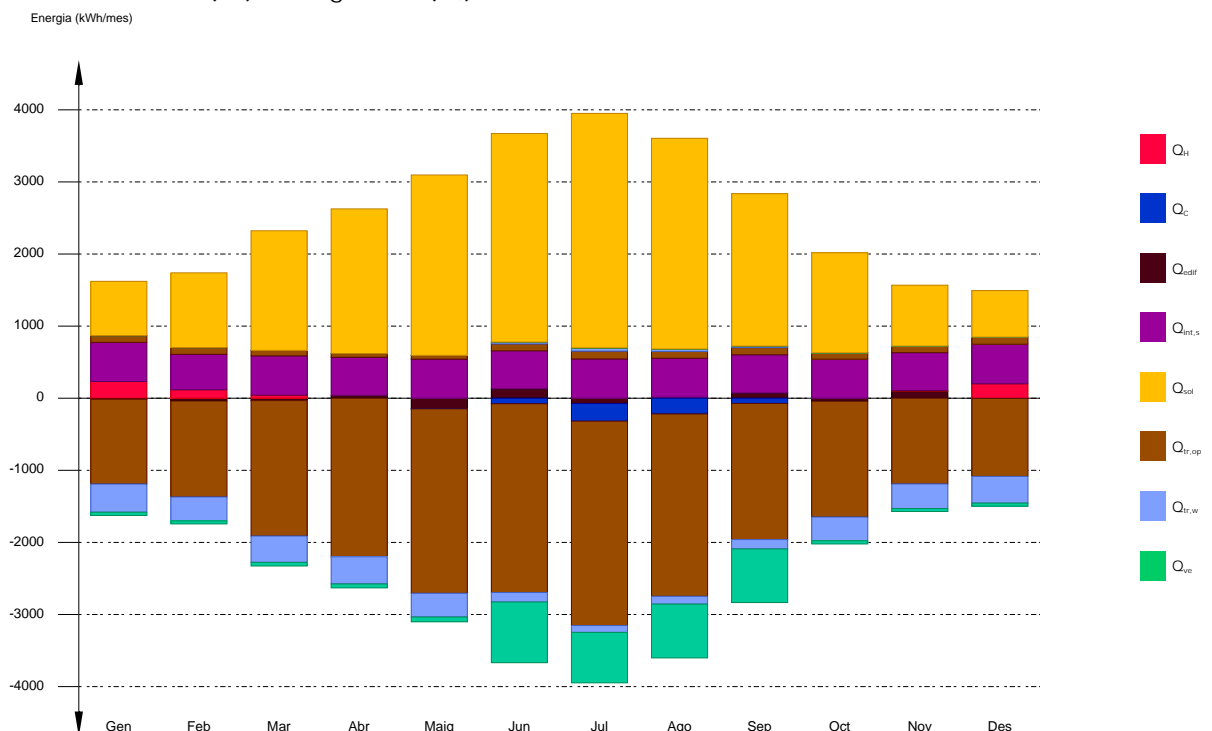
$D_{\text{ref,edifici}}$ : Valor calculat de la demanda energètica de refrigeració, kWh/m<sup>2</sup>·any.

$D_{\text{ref,lim}}$ : Valor límit de la demanda energètica de refrigeració, kWh/m<sup>2</sup>·any.

### 1.2.- Resultats mensuals.

#### 1.2.1.- Balanç energètic anual de l'edifici.

La següent gràfica de barres mostra el balanç energètic de l'edifici mes a mes, comptabilitzant l'energia perduda o guanyada per transmissió tèrmica a l'exterior a través d'elements pesats i lleugers ( $Q_{\text{tr,op}}$  i  $Q_{\text{tr,w}}$ , respectivament), l'energia intercanviada per ventilació ( $Q_{\text{ve}}$ ), el guany intern sensible net ( $Q_{\text{int,s}}$ ), el guany solar net ( $Q_{\text{sol}}$ ), la calor cedida o emmagatzemada en la massa tèrmica de l'edifici ( $Q_{\text{edif}}$ ), i l'aportació necessària de calefacció ( $Q_{\text{h}}$ ) i refrigeració ( $Q_{\text{c}}$ ).



#### 1.2.2.- Demanda energètica mensual de calefacció i refrigeració.

Atenent únicament a la demanda energètica a cobrir pels sistemes de calefacció i refrigeració, les necessitats energètiques i de potència útil instantània al llarg de la simulació anual es mostren en els següents gràfics:



## 1.- PARÀMETRES GENERALS

Emplaçament: Girona

Latitud (graus): 41.99 graus

Altitud sobre el nivell del mar: 70 m

Percentil per a estiu: 5.0 %

Temperatura seca estiu: 27.39 °C

Temperatura humida estiu: 22.50 °C

Oscil·lació mitjana diària: 8.4 °C

Oscil·lació mitjana anual: 27.5 °C

Percentil per a hivern: 97.5 %

Temperatura seca a l'hivern: 1.20 °C

Humitat relativa a l'hivern: 90 %

Velocitat del vent: 3.6 m/s

Temperatura del terreny: 6.40 °C

Percentatge de majoració per l'orientació N: 20 %

Percentatge de majoració per l'orientació S: 0 %

Percentatge de majoració per l'orientació E: 10 %

Percentatge de majoració per l'orientació O: 10 %

Suplement d'intermitència per a calefacció: 5 %

Percentatge de càrregues a causa de la pròpia instal·lació: 3 %

Percentatge de majoració de càrregues (Hivern): 0 %

Percentatge de majoració de càrregues (Estiu): 0 %

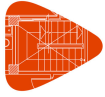
## 2.- RESUM DELS RESULTATS DE CÀLCUL DELS RECINTES

### Refrigeració

Conjunt: Habitatge													
Recinte	Planta	Subtotals			Càrrega interna		Ventilació			Potència tèrmica			
		Estructural (kcal/h)	Sensible interior (kcal/h)	Total interior (kcal/h)	Sensible (kcal/h)	Total (kcal/h)	Cabal (m³/h)	Sensible (kcal/h)	Càrrega total (kcal/h)	Per superfície (kcal/(h·m²))	Sensible (kcal/h)	Màxima simultània (kcal/h)	Màxima (kcal/h)
Habitació 1	Planta baixa	0.38	132.77	192.77	137.14	197.14	36.00	-10.49	142.31	20.18	126.65	314.61	339.45
Habitació 2	Planta baixa	-1.62	129.15	189.15	131.35	191.35	36.00	-10.49	142.31	22.14	120.86	297.37	333.66
Despatx	Planta baixa	-2.24	129.70	189.70	131.28	191.28	36.00	-10.49	142.31	21.75	120.79	296.57	333.59
Estar-Menjador	Planta baixa	12.08	569.95	629.95	599.49	659.49	43.20	0.08	190.92	23.83	599.57	803.32	850.42
Cuina	Planta baixa	-2.84	361.48	609.48	369.40	617.40	124.77	-18.17	511.38	65.14	351.23	952.75	1128.78
Passadís	Planta baixa	28.34	565.27	565.27	611.41	611.41	261.03	50.74	1169.27	73.68	662.15	1742.39	1780.69
Total							537.0					4407.0	

### Calefacció


Conjunt: Habitatge							
Recinte	Planta	Càrrega interna sensible (kcal/h)	Ventilació		Potència		
			Cabal (m³/h)	Càrrega total (kcal/h)	Per superfície (kcal/(h·m²))	Màxima simultània (kcal/h)	Màxima (kcal/h)
Habitació 1	Planta baixa	244.30	36.00	99.20	20.42	343.50	343.50
Habitació 2	Planta baixa	158.97	36.00	99.20	17.13	258.17	258.17
Despatx	Planta baixa	160.31	36.00	99.20	16.92	259.51	259.51
Estar-Menjador	Planta baixa	592.13	43.20	119.04	19.93	711.17	711.17
Cuina	Planta baixa	128.76	124.77	171.90	17.35	300.66	300.66
Bany 1	Planta baixa	116.62	54.00	74.40	27.68	191.01	191.01
Bany 2	Planta baixa	147.69	54.00	74.40	35.22	222.08	222.08
Lavabo	Planta baixa	134.96	54.00	74.40	64.67	209.36	209.36
Passadís	Planta baixa	619.19	261.03	359.64	40.50	978.83	978.83
Total			699.0	Càrrega total simultània		3474.3	



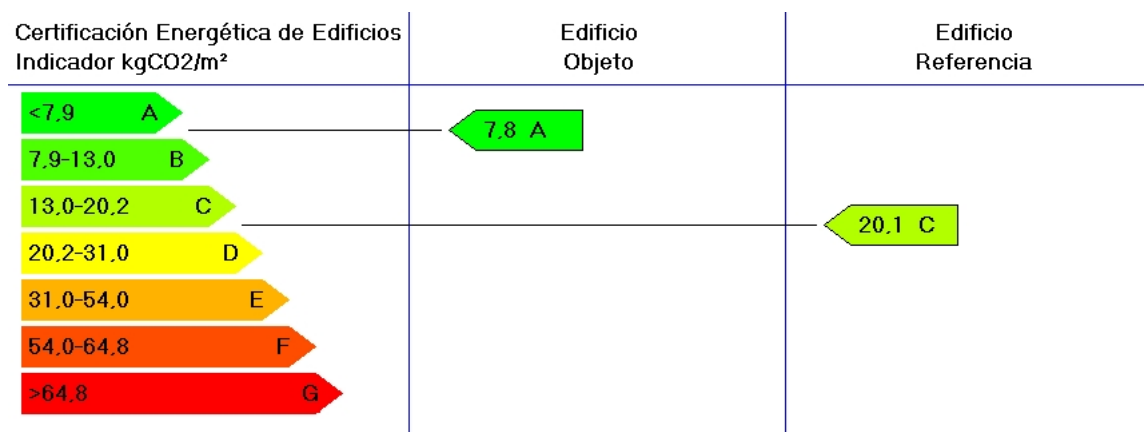
## 3.- RESUM DELS RESULTATS PER A CONJUNTS DE RECINTES

Refrigeració		
Conjunt	Potència per superfície (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))	Potència total (kcal/h)
Habitatge	11.7	4407.0

Calefacció		
Conjunt	Potència per superfície (kcal/(h·m <sup>2</sup> ))	Potència total (kcal/h)
Habitatge	9.2	3474.3

 <b>Calificación Energética</b>	<b>Proyecto</b> TFG - Habitatge consum quasi nul	
	<b>Localidad</b> Girona	<b>Comunidad</b> Catalunya

## 7. Resultados



	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	A	2,7	509,2	D	41,1	7710,7
Demanda refrigeración	A	3,5	649,0	B	6,1	1146,9
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	A	2,2	413,2	D	13,1	2460,1
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	B	1,3	244,1	C	2,3	431,9
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	C	4,3	807,5	D	4,7	881,6
Emisiones CO <sub>2</sub> totales	A	7,8	1464,8	C	20,1	3773,7
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	A	8,7	1638,3	D	59,5	11180,6
Consumo energía primaria refrigeración	B	5,1	958,1	C	9,5	1789,1
Consumo energía primaria ACS	C	17,2	3224,9	D	19,4	3642,6
Consumo energía primaria totales	A	31,0	5821,4	D	88,5	16612,3

## 7.4 AMIDAMENTS I PRESSUPOSTOS



## Capitol nº 1 FAÇANA TRADICIONAL DE DOBLE FULLA

Nº	Ut	Descripció	Amidament	Preu	Import
----	----	------------	-----------	------	--------

- 1.1 M<sup>2</sup> Formació en façanes de capa d'acabat per a revestiments continus bicapa amb pintura plàstica, color a escollir, textura llisa, mitjançant l'aplicació d'una mà de fons de pintura autonetejadora, basada en resines de Pliolite i dissolvents orgànics, com a fixador de superfície, i dues mans d'acabat amb pintura plàstica llisa, acabat mat, diluït amb un 10% d'aigua, a base d'un copolímer acrílic-vinílic, impermeable a l'aigua de pluja i permeable al vapor d'aigua, antifloridura, (rendiment: 0,1 l/m<sup>2</sup> cada mà). També p/p de preparació i neteja prèvia del suport de morter tradicional, en bon estat de conservació, mitjançant raspalls o elements adequats i fegat de petites adherències i imperfeccions formació de junts, racons, arestes i acabaments en les trobades amb paraments, revestiments o altres elements rebuts en la seva superfície.  
Inclou: Preparació, neteja i escatat previ del suport. Aplicació d'una mà de fons. Aplicació de dues mans d'acabat.  
Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada segons documentació gràfica de Projecte, amb el mateix criteri que el suport base.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Façanes	1	70,200		3,000	210,600	
					210,600	210,600
			<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>210,600</b>	<b>12,96 €</b>	<b>2.729,38 €</b>

- 1.2 M<sup>2</sup> Formació de revestiment continuu de morter de ciment M-5, mestrejat, de 20 mm de gruix, realitzat en dues capes successives, aplicat sobre un parament vertical exterior acabat superficial remolinat. Inclús p/p de formació de juntes, racons, mestres amb separació entre elles no superior a un metre, arestes, queixals, brancals, llindes, acabaments en els trobament amb paraments, revestiments o altres elements rebuts en la seva superfície.  
Inclou: Especejament de panys de treball. Col·locació de regles i estès de corretges. Col·locació de tocs. Realització de mestres. Aplicació del morter. Realització de juntes i punts de trobada. Acabat superficial. Cura del morter.  
Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada segons documentació gràfica de Projecte, sense deduir forats menors de 4 m<sup>2</sup> i deduïnt, en els buits de superfície major de 4 m<sup>2</sup>, l'excés sobre els 4 m<sup>2</sup>.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Façanes	1	70,200		3,000	210,600	
					210,600	210,600
			<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>210,600</b>	<b>22,82 €</b>	<b>4.805,89 €</b>

- 1.3 M<sup>2</sup> Execució de fulla exterior de 14 cm d'espessor de fàbrica, en tancament de façana, de maó ceràmic buit (totxana), per revestir, 29x14x10 cm, rebuda amb morter de ciment M-5, amb recolzament mínim dels 2/3 parts del maó sobre el forjat, o sobre angulars d'acer laminat galvanització en calenta fixats als fronts de forjat si, per errors d'execució, el maó no dóna suport els seus 2/3 parts sobre el forjat. Inclús p/p de minvaments, trencaments, lligades, trobada amb pilars, formació de cantonades, parapets de coberta, formació de llindes mitjançant bigueta prefabricada T-18, revestida amb peces ceràmiques, col·locades amb morter d'alta adherència, brancals i queixals, junts de dilatació, execució de trobades i punts singulars.  
Inclou: Definició dels plànols de façana mitjançant ploms. Replanteig, planta a planta. Rectificació d'irregularitats del forjat acabat. Marcat en els pilars dels nivells de referència general de planta i de nivell de paviment. Seient de la primera filada sobre capa de morter. Col·locació de mires. Estesa de fils entre mires. Col·locació de ploms fixos a les arestes. Col·locació de les peces per filades a nivell. Realització de tots els treballs necessaris per a la resolució dels buits.  
Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada segons documentació gràfica de Projecte, sense duplicar cantonades ni encontres, sense incloure el revestiment dels fronts de forjat, deduïnt els buits de superfície major de 4 m<sup>2</sup>.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Façanes	1	70,200		3,000	210,600	
					210,600	210,600
			<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>210,600</b>	<b>38,15 €</b>	<b>8.034,39 €</b>

## Capitol nº 1 FAÇANA TRADICIONAL DE DOBLE FULLA

Nº	Ut	Descripció	Amidament	Preu	Import
----	----	------------	-----------	------	--------

- 1.4 M<sup>2</sup> Subministrament i col·locació d'aïllament per l'interior en tancament de doble fulla de fàbrica per a revestir format per dos capes de plafó rígid de poliestirè extrudit, de superfície llisa i mecanitzat lateral encadellat, de 60 mm d'espessor, resistència a compressió >= 300 kPa, resistència tèrmica 1,8 m<sup>2</sup>K/W, conductivitat tèrmica 0,034 W/(mK), fixat mecànicament. Fins i tot p/p de talls, fixacions i neteja.  
Inclou: Tall i preparació de l'aïllament. Col·locació de l'aïllament.  
Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada segons documentació gràfica de Projecte.

	Uts.	Llargada	Alçada	Superfície	Parcial	Subtotal
Façanes	2	69,000	3,000		414,000	
Dedució obertures	-2			29,310	-58,620	
					355,380	355,380
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>355,380</b>		<b>19,93 €</b>	<b>7.082,72 €</b>

- 1.5 M<sup>2</sup> Execució de fulla interior de tancament de façana de 7 cm d'espessor, de fàbrica de maó ceràmic buit (súper mascletó), per revestir, 50x20x7 cm, rebuda amb una barreja en aigua de goma d'enganxar de cola preparada i fins un 25% de guix de qualitat B1. Inclús p/p de minves, trencaments, lligades, formació de llindes mitjançant bigueta prefabricada T-18, revestida amb peces ceràmiques, col·locades amb morter d'alta adherència, brancals i queixals, encaixonat en el perímetre dels forats per a allotjar els elements de fixació de la fusteria exterior, juntes de dilatació, execució de trobaments i punts singulars; tira de desolidarització de poliestirè expandit en l'arrencament dels envans en la capçalera i en els últims 15 cm dels muntats dels bastiments de base de les portes, rematada amb 3 cm de guix en la trobada de la fàbrica de maó de gran format amb el forjat superior per a absorbir fletxes.

Inclou: Replanteig, planta a planta. Rectificació d'irregularitats del forjat acabat. Marcat en els pilars dels nivells de referència general de planta i de nivell de paviment. Seient de la primera filada sobre capa de morter. Col·locació i aplomat de mires de referència. Estesa de fils entre mires. Col·locació de ploms fixos a les arestes. Col·locació de les peces per filades a nivell. Realització de tots els treballs necessaris per a la resolució dels buits. Col·locació de la tira de desolidarització de poliestirè expandit en arrencaments d'envans i part superior de bastiments de base de portes. Rematada amb guix en la trobada de la fàbrica de maó de gran format amb el forjat superior.

Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada segons documentació gràfica de Projecte, sense duplicar cantonades ni encontres, deduint els buits de superfície major de 4 m<sup>2</sup>.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Façanes	1	68,360		3,000	205,080	
					205,080	205,080
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>205,080</b>		<b>16,23 €</b>	<b>3.328,45 €</b>

- 1.6 M Subministrament i col·locació d'escopidor de xapa d'alumini lacat en color, amb 60 micres de gruix mínim de pel·licula seca, espessor 1,5 mm, desenvolupament 30 cm, amb trencaigües, amb clara pendent i encastat en els brancals, cobrint els ampits d'una finestra, els sortints dels paràmetres, les cornises de façana, etc., compost d'una capa de regularització de morter de ciment hidròfug M-5 de 4 cm d'espessor, creant un pendent suficient per a evacuar l'aigua, sobre la qual s'aplica l'adhesiu bituminós d'aplicació en fred per a xapes metàl·liques, que serveix de base al perfil de alumini. Inclús p/p de preparació i regularització del suport amb morter de ciment hidròfug M-5, segellat de peces i unions amb els murs.

Inclou: Replanteig de les peces en el forat o acabament. Preparació i regularització del suport. Col·locació i fixació de les peces metàl·liques, anivellades i aplomades. Segellat de junts i neteja del trencaigües.

Criteri d'amidament de projecte: Longitud del ample del buit, amidada segons documentació gràfica de Projecte, incrementada en 5 cm a cada costat.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
F1	3	1,300			3,900	
F2	7	0,700			4,900	
					8,800	8,800
<b>Total m :</b>			<b>8,800</b>		<b>29,92 €</b>	<b>263,30 €</b>

**Parcial nº 1 FAÇANA TRADICIONAL DE DOBLE FULLA : 26.244,13 €**

## Capitol nº 2 FAÇANA VENTILADA

Nº	Ut	Descripció	Amidament	Preu	Import
----	----	------------	-----------	------	--------

- 2.1 M<sup>2</sup> Execució de fulla exterior de sistema XB "FAVEMANC" de façana ventilada, de 1,5 cm d'espessor, formada per placa ceràmica extruïda alveolar de gran format, XB "FAVEMANC", de 300x500x15 mm, realitzada amb junts horitzontals encadellades, de baixa permeabilitat a l'aire i a l'aigua de pluja, per a ocultació de la subestructura, amb junt vertical rectificada, color Tabaco, gamma de colors llisos, amb subestructura suport composta de perfils verticals d'alumini extrudit d'aliatge 6063 i tractament tèrmic T-5 tipus T, de 2,5 mm d'espessor mig, grapes d'acer inoxidable per a suport de les peces, mènsules d'alumini per a sustentació i mènsules d'alumini per retenció dels perfils verticals subjectes mitjançant ancoratges i cargols d'acer inoxidable A2 segons DIN 7504-K, de cap hexagonal o plana, fins i tot p/p de formació de llindes, escopidors, brancals i queixals, junts, realització d'encontres i peces especials.
- Inclou: Preparació dels elements de subjecció incorporats prèviament a l'obra. Replanteig dels eixos verticals i horitzontals de les juntes. Realització de tots els treballs necessaris per a la resolució dels buits. Alineació, aplomat i anivellament del revestiment ceràmic. Fixació definitiva de les peces a la subestructura suport. Neteja final del parament.
- Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada segons documentació gràfica de Projecte, sense duplicar cantonades ni encontres, deduïnt tots els buits.

	Uts.	Llargada	Alçada	Superfície	Parcial	Subtotal
Façanes	1	70,200	3,000		210,600	
Dedució obertures	-1			29,310	-29,310	
					181,290	181,290
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>181,290</b>		<b>91,86 €</b>	<b>16.653,30 €</b>

- 2.2 M<sup>2</sup> Subministrament i col·locació d'aïllament per l'exterior de façana ventilada format per plafó rígid de poliestirè extrudit, de superfície llisa i mecanitzat lateral encadellat, de 60 mm d'espessor, resistència a compressió >= 300 kPa, resistència tèrmica 1,8 m<sup>2</sup>K/W, conductivitat tèrmica 0,034 W/(mK), fixat mecànicament. Inclús p/p de talls, fixacions i neteja.
- Inclou: Tall i preparació de l'aïllament. Col·locació de l'aïllament.
- Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada segons documentació gràfica de Projecte.

	Uts.	Llargada	Alçada	Superfície	Parcial	Subtotal
Façanes	1	69,680	3,000		209,040	
Dedució obertures	-1			29,310	-29,310	
					179,730	179,730
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>179,730</b>		<b>20,59 €</b>	<b>3.700,64 €</b>

- 2.3 M<sup>2</sup> Execució de fulla exterior de 14 cm d'espessor de fàbrica, en tancament de façana, de maó ceràmic buit (totxana), per revestir, 29x14x10 cm, rebuda amb morter de ciment M-5, amb recolzament mínim dels 2/3 parts del maó sobre el forjat, o sobre angulars d'acer laminat galvanització en calenta fixats als fronts de forjat si, per errors d'execució, el maó no dona suport els seus 2/3 parts sobre el forjat. Inclús p/p de minvaments, trencaments, lligades, trobada amb pilars, formació de cantonades, parapets de coberta, formació de llindes mitjançant bigueta prefabricada T-18, revestida amb peces ceràmiques, col·locades amb morter d'alta adherència, brancals i queixals, junts de dilatació, execució de trobades i punts singulars.
- Inclou: Definició dels plànols de façana mitjançant ploms. Replanteig, planta a planta. Rectificació d'irregularitats del forjat acabat. Marcat en els pilars dels nivells de referència general de planta i de nivell de paviment. Seient de la primera filada sobre capa de morter. Col·locació de mires. Estesa de fils entre mires. Col·locació de ploms fixos a les arestes. Col·locació de les peces per filades a nivell. Realització de tots els treballs necessaris per a la resolució dels buits.
- Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada segons documentació gràfica de Projecte, sense duplicar cantonades ni encontres, sense incloure el revestiment dels fronts de forjat, deduïnt els buits de superfície major de 4 m<sup>2</sup>.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Façanes	1	69,200		3,000	207,600	
					207,600	207,600
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>207,600</b>		<b>38,15 €</b>	<b>7.919,94 €</b>

**Parcial nº 2 FAÇANA VENTILADA : 28.273,88 €**

## Capitol nº 3 FAÇANA SATE

Nº	Ut	Descripció	Amidament	Preu	Import
----	----	------------	-----------	------	--------

- 3.1 M<sup>2</sup> Subministrament i col·locació d'aïllament tèrmic per l'exterior de façanes, amb el sistema Traditem "GRUPO PUMA", format per: morter hidràulic Traditem "GRUPO PUMA", color gris, per a la fixació i el revestiment de panells de poliestirè extrudit en paraments verticals, disposat en tres capes: una primera capa d'adhesió alsuport, una segona capa de protecció contra la intempèrie de l'aïllament i una tercera capa d'adhesió de la malla; un plafó rígid de poliestirè extrudit, de superfície llisa i mecanitzat lateral recte, de 60 mm d'espessor, color gris, resistència tèrmica 1,8 m<sup>2</sup>K/W, conductivitat tèrmica 0,034 W/(mK) (situat entre les dues capes de morter hidràulic, com aïllant tèrmic); tac d'expansió i clau de polipropilè, amb cercle d'estanquitat, per a fixació mecànica de l'aïllament; malla de fibra de vidre, de 3,7x4,3 mm de llum, antiàlcals, de 160 g/m<sup>2</sup> i 0,49 mm d'espessor, per reforç del morter (en la capa de protecció); Fondo Morcemcrlil "GRUPO PUMA" i morter acrílic Morcemcrlil "GRUPO PUMA", de 2 a 3 mm de gruix, color Crema 125, acabat fi. Fins i tot p/p de preparació de la superfície suport, col·locació de perfils d'arrencada i de cantó, formació de juntes, racons, mestres, arestes, queixals, brancals, llindes, rematades en els encontres amb paraments, revestiments o altres elements rebuts en la seva superfície.
- Inclou: Preparació de la superfície suport. Col·locació de la malla d'arrencada. Col·locació del perfil d'arrencada. Tall i preparació de l'aïllament. Col·locació de l'aïllament sobre el parament. Escatat de tota la superfície. Resolució dels punts singulars. Aplicació del morter base i la malla de fibra de vidre. Aplicació de l'emprimació. Aplicació de la capa d'acabat amb morter acrílic.
- Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada segons documentació gràfica de Projecte, deduint els buits de superfície major de 1 m<sup>2</sup>, afegint a canvi la superfície de la part interior del buit, corresponent al desenvolupament de brancals i llindes. No s'ha incrementat l'amidament per trencaments i retallades, ja que en la descomposició s'ha considerat un 5% més de peces.

	Uts.	Llargada	Alçada	Superfície	Parcial	Subtotal
Façanes	1	70,200	3,000		210,600	
Dedució obertures	-1			25,950	-25,950	
					184,650	184,650
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>184,650</b>	<b>75,44 €</b>		<b>13.930,00 €</b>

- 3.2 M<sup>2</sup> Execució de fulla exterior de 14 cm d'espessor de fàbrica, en tancament de façana, de maó ceràmic buit (totxana), per revestir, 29x14x10 cm, rebuda amb morter de ciment M-5, amb recolzament mínim dels 2/3 parts del maó sobre el forjat, o sobre angulars d'acer laminat galvanització en calenta fixats als fronts de forjat si, per errors d'execució, el maó no dona suport els seus 2/3 parts sobre el forjat. Inclús p/p de minvaments, trencaments, lligades, trobada amb pilars, formació de cantonades, parapets de coberta, formació de llindes mitjançant bigueta prefabricada T-18, revestida amb peces ceràmiques, col·locades amb morter d'alta adherència, brancals i queixals, junts de dilatació, execució de trobades i punts singulars.
- Inclou: Definició dels plànols de façana mitjançant ploms. Replanteig, planta a planta. Rectificació d'irregularitats del forjat acabat. Marcat en els pilars dels nivells de referència general de planta i de nivell de paviment. Seient de la primera filada sobre capa de morter. Col·locació de mires. Estesa de fils entre mires. Col·locació de ploms fixos a les arestes. Col·locació de les peces per filades a nivell. Realització de tots els treballs necessaris per a la resolució dels buits.
- Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada segons documentació gràfica de Projecte, sense duplicar cantonades ni encontres, sense incloure el revestiment dels fronts de forjat, deduint els buits de superfície major de 4 m<sup>2</sup>.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Façanes	1	69,680		3,000	209,040	
					209,040	209,040
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>209,040</b>	<b>38,15 €</b>		<b>7.974,88 €</b>

- 3.3 M Subministrament i col·locació d'escopidor de xapa d'alumini lacat en color, amb 60 micres de gruix mínim de pel·lícula seca, espessor 1,5 mm, desenvolupament 30 cm, amb trencaigües, amb clara pendent i encastat en els brancals, cobrint els ampits d'una finestra, els sortints dels paràmetres, les cornises de façana, etc., compost d'una capa de regularització de morter de ciment hidròfug M-5 de 4 cm d'espessor, creant un pendent suficient per a evacuar l'aigua, sobre la qual s'aplica l'adhesiu bituminós d'aplicació en fred per a xapes metàl·liques, que serveix de base al perfil de alumini. Inclús p/p de preparació i regularització del suport amb morter de ciment hidròfug M-5, segellat de peces i unions amb els murs.
- Inclou: Replanteig de les peces en el forat o acabament. Preparació i regularització del suport. Col·locació i fixació de les peces metàl·liques, anivellades i aplomades. Segellat de junts i neteja del trencaigües.
- Criteri d'amidament de projecte: Longitud del ample del buit, amidada segons documentació gràfica de Projecte, incrementada en 5 cm a cada costat.



## Capitol nº 4 COBERTA INCLINADA SOBRE ENVANETS

Nº	Ut	Descripció	Amidament	Preu	Import			
4.1	M <sup>2</sup>	Formació de sostre reticular de formigó armat, horitzontal, amb alçada lliure de planta de fins a 3 m, cantell total 30 = 25+5 cm, realitzat amb formigó HA-25/B/20/IIa fabricat en central, i abocada amb cubilot, volum 0,151 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> , i acer UNE-EN 10080 B 500 S en zona d'àbacs, nervis i cercols, quantia 15 kg/m <sup>2</sup> ; muntatge i desmuntatge del sistema d'encofrat continu amb puntals, sotaponts metàl·lics i superfície encofrant de fusta tractada reforçada amb barnilles i perfils; nervis de formigó "in situ" de 10 cm de gruix, intereix 80 cm; bloc de formigó, 70x23x25 cm; capa de compressió de 5 cm de gruix, amb armadura de repartiment formada per malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080. Inclús p/p de massissat de capitells, reforç de buits, i cercols perimetrals de planta. Sense incloure repercussió de pilars. Inclou: Replanteig del sistema d'encofrat. Muntatge del sistema d'encofrat. Replanteig de la geometria de la planta sobre l'encofrat. Col·locació de cassetons. Col·locació de les armadures amb separadors homologats. Abocament i compactació del formigó. Reglejat i anivellació de la capa de compressió. Curat del formigó. Desmuntatge del sistema d'encofrat. Reparació de defectes superficials. Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada en veritable magnitud des de les cares exteriors dels cercols del perímetre, segons documentació gràfica de Projecte, deduint els buits de superfície major de 6 m <sup>2</sup> . Criteri de mesura d'obra: Es mesurarà, en veritable magnitud, des de les cares exteriors dels cercols del perímetre, la superfície realment executada segons especificacions de Projecte, deduint els buits de superfície major de 6 m <sup>2</sup> . Es consideren inclosos tots els elements integrants de l'estructura senyalats en els plànols i detalls del Projecte.						
			Uts.	Superfície	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
	Forjat		1	187,800			187,800	
							187,800	187,800
				<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>187,800</b>	<b>69,96 €</b>		<b>13.138,49 €</b>
4.2	M <sup>2</sup>	Subministrament i col·locació d'aïllament per l'interior sobre espai no habitable en cobertes inclinades format per plafó rigid de poliestirè expandit, de superfície llisa i mecanitzat lateral encadellat, de 80+60 mm d'espessor, resistència tèrmica 1,8 m <sup>2</sup> K/W, conductivitat tèrmica 0,034 W/(mK), fixat amb tac d'expansió i clau de polipropilè, amb cercol d'estanquitat. Inclús p/p de tall i neteja. Inclou: Neteja del supradós del sostre. Tall, ajustament i fixació de l'aïllament. Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada segons documentació gràfica de Projecte.						
			Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
	Sobre forjat		1	187,800			187,800	
							187,800	187,800
				<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>187,800</b>	<b>43,80 €</b>		<b>8.225,64 €</b>
4.3	M <sup>2</sup>	Formació de coberta inclinada de teules ceràmiques, sobre espai no habitable, amb un pendent mig del 30%, composta de: FORMACIÓ DE PENDENTS: maó ceràmic buit (super maó), per revestir, 50x20x4 cm, recolzat sobre paredons alleugerats de maó ceràmic buit, rebuts amb morter de ciment M-5, amb una alçària mitja de 65 cm, travats transversalment cada 2 m aproximadament, tot allò sobre forjat de formigó (no inclòs en aquest preu); IMPERMEABILITZACIÓ: placa sota teula, fixada amb cargols al suport; COBERTURA: teula ceràmica corba, 40x19x16 cm, color vermell, rebuda amb morter de ciment M-2,5 confeccionat en obra. Inclús p/p de teules de ventilació. Inclou: Neteja del supradós del sostre. Formació de davanters perimetrals amb peces ceràmiques. Formació de envans alleugerats. Reglejat de l'acabament dels envans alleugerats per rebre el tauler. Col·locació de les cintes de paper en el cantell de recolzament del tauler sobre els envans alleugerats. Col·locació de les peces ceràmiques que formen el tauler. Col·locació de la placa sota teula. Col·locació de les teules rebudes amb morter. Criteri d'amidament de projecte: Superfície de l'aiguavés mesurada en veritable magnitud, segons documentació gràfica de Projecte.						
			Uts.	Superfície	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
	Coberta inclinada		1	197,190			197,190	
							197,190	197,190
				<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>197,190</b>	<b>103,90 €</b>		<b>20.488,04 €</b>

**Parcial nº 4 COBERTA INCLINADA SOBRE ENVANETS : 41.852,17 €**

## Capitol nº 5 COBERTA INCLINADA

Nº	Ut	Descripció	Amidament	Preu	Import
----	----	------------	-----------	------	--------

- 5.1 M<sup>2</sup> Formació de sostre reticular de formigó armat, inclinat, amb alçada lliure de planta de fins a 3 m, cantell total 30 = 25+5 cm, realitzat amb formigó HA-25/B/20/IIa fabricat en central, i abocada amb cubilot, volum 0,151 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, i acer UNE-EN 10080 B 500 S en zona d'àbacs, nervis i cercols, quantia 15 kg/m<sup>2</sup>; muntatge i desmuntatge del sistema d'encofrat continu amb puntals, sotaponts metàl·lics i superfície encofrant de fusta tractada reforçada amb barnilles i perfils; nervis de formigó "in situ" de 10 cm de gruix, intereix 80 cm; bloc de formigó, 70x23x25 cm; capa de compressió de 5 cm de gruix, amb armadura de repartiment formada per malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080. Inclús p/p de massissat de capitells, reforç de buits, i cercols perimetrals de planta. Sense incloure repercussió de pilars.
- Inclou: Replanteig del sistema d'encofrat. Muntatge del sistema d'encofrat. Replanteig de la geometria de la planta sobre l'encofrat. Col·locació de cassetons. Col·locació de les armadures amb separadors homologats. Abocament i compactació del formigó. Reglejat i anivellació de la capa de compressió. Curat del formigó. Desmuntatge del sistema d'encofrat. Reparació de defectes superficials.
- Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada en veritable magnitud des de les cares exteriors dels cercols del perímetre, segons documentació gràfica de Projecte, deduint els buits de superfície major de 6 m<sup>2</sup>.
- Criteri de mesura d'obra: Es mesurarà, en veritable magnitud, des de les cares exteriors dels cercols del perímetre, la superfície realment executada segons especificacions de Projecte, deduint els buits de superfície major de 6 m<sup>2</sup>. Es consideren inclosos tots els elements integrants de l'estructura senyalats en els plànols i detalls del Projecte.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Forjat inclinat	1	197,190			197,190	
					197,190	197,190
		<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>197,190</b>	<b>72,05 €</b>		<b>14.207,54 €</b>

- 5.2 M<sup>2</sup> Formació de coberta inclinada amb un pendent mig del 30%, sobre base resistent, composta dels següents elements: FORMACIÓ DE PENDENTS: sostre inclinat (no inclòs en aquest preu), amb una capa de morter de regularització M-5 de 2 cm d'espessor i acabat remolinat IMPERMEABILITZACIÓ: membrana impermeabilitzant monocapa adherida, formada per làmina de betum modificat amb elastòmer SBS, LBM(SBS)-30/FP (160), amb armadura de feltre de polièster no teixit de 160 g/m<sup>2</sup>, de superfície no protegida, totalment adherida al suport amb emprimació asfàltica, tipus EA; AÏLLAMENT TÈRMIC: 3 capes de plafó rígid de polièster extrudit, segons UNE-EN 13164, de superfície grecada i mecanitzat lateral de mitja mossa, de 80 mm d'espessor cada capa, resistència tèrmica 2,05 m<sup>2</sup>K/W, conductivitat tèrmica 0,034 W/(mK) amb fixació mecànica; COBERTURA: teula ceràmica corba, 40x19x16 cm, color vermell; rebuda amb morter de ciment M-2,5 confeccionat en obra. Inclús p/p de teules de carener, acabament lateral, ventilació i peces especials per formació de careners, tremujals, embroquetat de ràfecs i cantells lliures.
- Inclou: Neteja del supradós del sostre. Abocat, estès i reglejat de la capa de morter de regularització. Neteja i preparació de la superfície sobre la que ha d'aplicar-se la membrana impermeabilitzant. Emprimació. Col·locació de la membrana. Trepant i ancoratge de l'aïllament. Col·locació de les teules rebudes amb morter. Execució de careners, tremujals, alers i cantells lliures.
- Criteri d'amidament de projecte: Superfície de l'aiguavés mesurada en veritable magnitud, segons documentació gràfica de Projecte, sense tenir en compte el cavalcament corresponent de la teula. Inclouent formació de careners, tremujals, ràfecs i vores lliures. No s'inclouen formació d'aiguafons, ràfecs decoratius ni encontres de vessants amb paraments verticals, xemeneies, finestres o conductes de ventilació.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Coberta inclinada	1	197,190			197,190	
					197,190	197,190
		<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>197,190</b>	<b>225,97 €</b>		<b>44.559,02 €</b>

**Parcial nº 5 COBERTA INCLINADA : 58.766,56 €**

## Capitol nº 6 COBERTA PLANA NO VENTILADA

Nº	Ut	Descripció	Amidament	Preu	Import
----	----	------------	-----------	------	--------

- 6.1 M<sup>2</sup> Formació de sostre reticular de formigó armat, horitzontal, amb alçada lliure de planta de fins a 3 m, cantell total 30 = 25+5 cm, realitzat amb formigó HA-25/B/20/IIa fabricat en central, i abocada amb cubilot, volum 0,151 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, i acer UNE-EN 10080 B 500 S en zona d'àbacs, nervis i cercols, quantia 15 kg/m<sup>2</sup>; muntatge i desmuntatge del sistema d'encofrat continu amb puntals, sotaponts metàl·lics i superfície encofrant de fusta tractada reforçada amb barnilles i perfils; nervis de formigó "in situ" de 10 cm de gruix, intereix 80 cm; bloc de formigó, 70x23x25 cm; capa de compressió de 5 cm de gruix, amb armadura de repartiment formada per malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080. Inclús p/p de massissat de capitells, reforç de buits, i cercols perimetrals de planta. Sense incloure repercussió de pilars.
- Inclou: Replanteig del sistema d'encofrat. Muntatge del sistema d'encofrat. Replanteig de la geometria de la planta sobre l'encofrat. Col·locació de cassetons. Col·locació de les armadures amb separadors homologats. Abocament i compactació del formigó. Reglejat i anivellació de la capa de compressió. Curat del formigó. Desmuntatge del sistema d'encofrat. Reparació de defectes superficials.
- Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada en veritable magnitud des de les cares exteriors dels cercols del perímetre, segons documentació gràfica de Projecte, deduint els buits de superfície major de 6 m<sup>2</sup>.
- Criteri de mesura d'obra: Es mesurarà, en veritable magnitud, des de les cares exteriors dels cercols del perímetre, la superfície realment executada segons especificacions de Projecte, deduint els buits de superfície major de 6 m<sup>2</sup>. Es consideren inclosos tots els elements integrants de l'estructura senyalats en els plànols i detalls del Projecte.

	Uts.	Superfície	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Forjat	1	187,800			187,800	
					187,800	187,800
		<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>187,800</b>	<b>69,96 €</b>		<b>13.138,49 €</b>

- 6.2 M Ampit format per muret de 1,25 m de altura de 14 cm d'espessor de fàbrica, de maó ceràmic buit (H-16), per revestir, 24x19x14 cm, rebuda amb morter de ciment M-7,5, amb passamans metàl·lic format per tub buit de 50 mm de diàmetre d'acer laminat en fred. Inclús arrebossat en ambdues cares amb morter de ciment, peça superior de coronació, p/p d'execució d'encontres, pilastres de travament, peces especials, garres d'ancoratge i fixació del passamà metàl·lic mitjançant rebut en obra de fàbrica amb morter de ciment M-5 (inclosa en aquest preu) i trencaments.
- Inclou: Neteja i preparació de la superfície de recolzament. Replanteig de la fàbrica a realitzar. Col·locació i aplomat de mires de referència. Estesa de fils entre mires. Col·locació de ploms fixos a les arestes. Col·locació de les peces per filades a nivell. Replanteig d'alineacions i nivells. Arrebossat de paraments. Col·locació del passamans.
- Criteri d'amidament de projecte: Longitud mesurada a eixos, segons documentació gràfica de Projecte.
- Criteri de mesura d'obra: Es mesurarà a eixos, la longitud realment executada segons especificacions de Projecte.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Mur perimetral	1	70,200			70,200	
					70,200	70,200
		<b>Total m :</b>	<b>70,200</b>	<b>132,46 €</b>		<b>9.298,69 €</b>



## Capitol nº 6 COBERTA PLANA NO VENTILADA

Nº	Ut	Descripció	Amidament	Preu	Import
----	----	------------	-----------	------	--------

- 6.3 M<sup>2</sup> Formació de coberta plana transitable, no ventilada, amb enrajolat fix, tipo convencional, pendent del 1% al 5%, per a trànsit peatonal privat, composta dels següents elements: FORMACIÓ DE PENDENTS: mitjançant vorada de tremujals, aiguafons i juntes amb mestres de maó ceràmic buit doble i capa de 6 cm d'espessor medi a base de formigó cel·lular de ciment escumat, a base de ciment CEM II/A-P 32,5 R i additiu airejant, resistència a compressió major o igual a 0,2 MPa, densitat 350 kg/m<sup>3</sup> i conductivitat tèrmica 0,093 W/(mK); acabat amb capa de regularització de morter de ciment M-5 de 2 cm d'espessor, arremolinada i neta; AÏLLAMENT TÈRMIC: 3 capes de plafó rígid de poliestirè extrudit, de superfície llisa i mecanitzat lateral de mitja mossa, de 70 mm d'espessor cada capa, resistència a compressió >= 300 kPa, resistència tèrmica 1,95 m<sup>2</sup>K/W, conductivitat tèrmica 0,034 W/(mK); CAPA SEPARADORA SOTA IMPERMEABILITZACIÓ: geotèxtil no teixit compost per fibres de polièster unides per tiretes, amb una resistència a la tracció longitudinal de 1,2 kN/m, una resistència a la tracció transversal de 1,2 kN/m, una obertura de con a l'assaig de perforació dinàmica segons UNE-EN ISO 13433 inferior a 40 mm, resistència CBR a punxonament 0,3 kN i una massa superficial de 150 g/m<sup>2</sup>; IMPERMEABILITZACIÓ: tipus monocapa, no adherida, formada per una làmina de betum modificat amb elastòmer SBS, LBM(SBS)-40/FP (160), amb armadura de feltre de polièster no teixit de 160 g/m<sup>2</sup>, de superfície no protegida; CAPA SEPARADORA SOTA PROTECCIÓ: geotèxtil no teixit compost per fibres de polièster unides per tiretes, amb una resistència a la tracció longitudinal de 2 kN/m, una resistència a la tracció transversal de 2 kN/m, una obertura de con a l'assaig de perforació dinàmica segons UNE-EN ISO 13433 inferior a 27 mm, resistència CBR a punxonament 0,4 kN i una massa superficial de 200 g/m<sup>2</sup>; CAPA DE PROTECCIÓ: Paviment de rajoles de gres rústic 4/0/-/E (paviments per a trànsit per vianant medi, tipus 4; terres exteriors i terres amb requisits específics, tipus 3; exterior, tipus -/E), 30x30 cm col·locades en capa fina amb adhesiu de ciment normal, C1 sense cap característica addicional, color gris, sobre una capa de regularització de morter M-5 de 4 cm d'espessor, rejuntat amb morter de juntes de ciment amb resistència elevada a l'abrasió i absorció d'aigua reduïda, CG2, per junta oberta (entre 3 i 15 mm), amb la mateixa tonalitat de les peces. Inclús p/p de creuetes de PVC, "fajeado" de juntes i punts singulars, formació i segellat de juntes de paviment i perimetrals, i neteja final.
- Inclou: Replanteig dels punts singulars. Replanteig dels pendents i traçat de tremujals, aiguafons i juntes. Formació de pendents mitjançant vorada de tremujals, aiguafons i juntes amb mestres de maó. Replè de juntes amb poliestirè expandit. Abocada i reglejat del formigó cel·lular fins arribar el nivell de coronació de les mestres. Abocament, estès i reglat del morter de regularització. Revisió de la superfície base en la que es realitza la fixació de l'aïllament d'acord amb les exigències de la tècnica a emprar. Tall, ajust i col·locació de l'aïllament. Col·locació de la capa separadora sota impermeabilització. Neteja i preparació de la superfície en la qual ha d'aplicar-se la làmina asfàltica. Col·locació de la impermeabilització. Col·locació de la capa separadora sota protecció. Abocat, estès i reglejat del material d'unió o anivellació. Replantejament dels junts del paviment. Replantejament del paviment i faixat de juntes i punts singulars. Col·locació de les rajoles amb junta oberta. Segellat de juntes de paviment i perimetrals. Rejuntat del paviment.
- Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada en projecció horitzontal, segons documentació gràfica de Projecte, des de les cares interiors dels ampits o plastrons perimetrals que la limiten.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Coberta plana	1	177,360			177,360	
					177,360	177,360
		<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>177,360</b>	<b>123,68 €</b>		<b>21.935,88 €</b>

## Capitol nº 6 COBERTA PLANA NO VENTILADA

Nº	Ut	Descripció	Amidament	Preu	Import
----	----	------------	-----------	------	--------

- 6.4 M Execució de encontre de parament vertical amb coberta plana transitable, no ventilada, amb enrajolat fix, tipus convencional; mitjançant la realització d'una regata de 3x3 cm, reblerta de morter de ciment M-2,5, per a encastar la impermeabilització composta per: banda de reforç de 33 cm d'ample, realitzada a partir de làmina de betum modificat amb elastòmer SBS, LBM(SBS)-30/FP (160), amb armadura de feltre de polièster no teixit de 160 g/m<sup>2</sup>, de superfície no protegida, completament adherida al suport, prèviament emprimat amb emprimació asfàltica, tipus EA, i rematada amb banda de terminació de 50 cm de desenvolupament amb làmina de betum modificat amb elastòmer SBS, LBM(SBS)-40/FP (160), amb armadura de feltre de polièster no teixit de 160 g/m<sup>2</sup>, de superfície no protegida, acabat amb un revestiment d'entornpeus de gres rústic 4/0/-/E (paviments per a trànsit per vianant medi, tipus 4; terres exteriors i terres amb requisits específics, tipus 3; exterior, tipus -/E), de 7 cm, 3 €/m col·locats amb junt obert (separació entre 3 i 15 mm), en capa fina amb adhesiu de ciment normal, C1 sense cap característica addicional, color gris i rejuntats con morter de juntes de ciment amb resistència elevada a l'abradió i absorció d'aigua reduïda, CG2, per junta oberta (entre 3 i 15 mm), amb la mateixa tonalitat de les peces.
- Inclou: Execució regata perimètrica. Neteja i preparació de la superfície en la qual ha d'aplicar-se la làmina asfàltica. Aplicació de l'emulsió asfàltica. Col·locació de la banda de reforç. Col·locació de la banda de finalització. Replantejament de les peces de sòcol. Tall de les peces i formació d'encaixos en cantonades i racons. Col·locació de l'entornpeu. Rejuntat amb morter de juntes.
- Criteri d'amidament de projecte: Longitud mesurada en projecció horitzontal, segons documentació gràfica de Projecte.
- Criteri de mesura d'obra: Es mesurarà en projecció horitzontal, la longitud realment executada segons especificacions de Projecte.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Trobada amb ampit	1	69,000			69,000	
					69,000	69,000
		<b>Total m :</b>	<b>69,000</b>	<b>23,69 €</b>		<b>1.634,61 €</b>

Parcial nº 6 COBERTA PLANA NO VENTILADA : **46.007,67 €**

## Capitol nº 7 COBERTA PLANA VENTILADA

Nº	Ut	Descripció	Amidament	Preu	Import
----	----	------------	-----------	------	--------

- 7.1 M<sup>2</sup> Formació de sostre reticular de formigó armat, horitzontal, amb alçada lliure de planta de fins a 3 m, cantell total 30 = 25+5 cm, realitzat amb formigó HA-25/B/20/IIa fabricat en central, i abocada amb cubilot, volum 0,151 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, i acer UNE-EN 10080 B 500 S en zona d'àbacs, nervis i cercols, quantia 15 kg/m<sup>2</sup>; muntatge i desmuntatge del sistema d'encofrat continu amb puntals, sotaponts metàl·lics i superfície encofrant de fusta tractada reforçada amb barnilles i perfils; nervis de formigó "in situ" de 10 cm de gruix, intereix 80 cm; bloc de formigó, 70x23x25 cm; capa de compressió de 5 cm de gruix, amb armadura de repartiment formada per malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080. Inclús p/p de massissat de capitells, reforç de buits, i cercols perimetrals de planta. Sense incloure repercussió de pilars.
- Inclou: Replanteig del sistema d'encofrat. Muntatge del sistema d'encofrat. Replanteig de la geometria de la planta sobre l'encofrat. Col·locació de cassetons. Col·locació de les armadures amb separadors homologats. Abocament i compactació del formigó. Reglejat i anivellació de la capa de compressió. Curat del formigó. Desmuntatge del sistema d'encofrat. Reparació de defectes superficials.
- Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada en veritable magnitud des de les cares exteriors dels cercols del perímetre, segons documentació gràfica de Projecte, deduint els buits de superfície major de 6 m<sup>2</sup>.
- Criteri de mesura d'obra: Es mesurarà, en veritable magnitud, des de les cares exteriors dels cercols del perímetre, la superfície realment executada segons especificacions de Projecte, deduint els buits de superfície major de 6 m<sup>2</sup>. Es consideren inclosos tots els elements integrants de l'estructura senyalats en els plànols i detalls del Projecte.

	Uts.	Superfície	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Forjat	1	187,800			187,800	
					187,800	187,800
		<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>187,800</b>	<b>69,96 €</b>		<b>13.138,49 €</b>

- 7.2 M Ampit format per muret de 1,25 m de altura de 14 cm d'espessor de fàbrica, de maó ceràmic buit (H-16), per revestir, 24x19x14 cm, rebuda amb morter de ciment M-7,5, amb passamans metàl·lic format per tub buit de 50 mm de diàmetre d'acer laminat en fred. Inclús arrebossat en ambdues cares amb morter de ciment, peça superior de coronació, p/p d'execució d'encontres, pilastres de travament, peces especials, garres d'ancoratge i fixació del passamà metàl·lic mitjançant rebut en obra de fàbrica amb morter de ciment M-5 (inclosa en aquest preu) i trencaments.
- Inclou: Neteja i preparació de la superfície de recolzament. Replanteig de la fàbrica a realitzar. Col·locació i aplomat de mires de referència. Estesa de fils entre mires. Col·locació de ploms fixos a les arestes. Col·locació de les peces per filades a nivell. Replanteig d'alineacions i nivells. Arrebossat de paraments. Col·locació del passamans.
- Criteri d'amidament de projecte: Longitud mesurada a eixos, segons documentació gràfica de Projecte.
- Criteri de mesura d'obra: Es mesurarà a eixos, la longitud realment executada segons especificacions de Projecte.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Mur perimetral	1	70,200			70,200	
					70,200	70,200
		<b>Total m :</b>	<b>70,200</b>	<b>132,46 €</b>		<b>9.298,69 €</b>

## Capitol nº 7 COBERTA PLANA VENTILADA

Nº	Ut	Descripció	Amidament	Preu	Import
----	----	------------	-----------	------	--------

- 7.3 M<sup>2</sup> Formació de coberta plana transitable, ventilada, amb enrajolat fix, tipus convencional, pendent del 1% al 5%, per a tràfic peatonal privat, composta dels següents elements: FORMACIÓ DE PENDENTS: solera de tauler ceràmic buit encadellat de 50x20x3 cm amb una capa de regularització de morter de ciment M-5 de 3 cm d'espessor i acabat arremolinat, recolzada sobre envans alleugerats de maó ceràmic buit de 29x14x9 cm, rebut amb morter de ciment M-5, disposats cada 50 cm i amb 20 cm d'alçària mitja, rematats superiorment amb mestres de morter de ciment M-5; AÏLLAMENT TÈRMIC: 3 capes de plafó rigid de poliestirè extrudit, de superfície llisa i mecanitzat lateral de mitja mossa, dos de 70 mm d'espessor i una de 80 mm, resistència a compressió  $\geq 300$  kPa, resistència tèrmica 1,95 m<sup>2</sup>K/W, conductivitat tèrmica 0,034 W/(mK); CAPA SEPARADORA SOTA IMPERMEABILITZACIÓ: geotèxtil no teixit compost per fibres de polièster unides per tiretes, amb una resistència a la tracció longitudinal de 1,2 kN/m, una resistència a la tracció transversal de 1,2 kN/m, una obertura de con a l'assaig de perforació dinàmica segons UNE-EN ISO 13433 inferior a 40 mm, resistència CBR a punxonament 0,3 kN i una massa superficial de 150 g/m<sup>2</sup>; IMPERMEABILITZACIÓ: tipus monocapa, no adherida, formada per una làmina de betum modificat amb elastòmer SBS, LBM(SBS)-40/FP (160), amb armadura de feltre de polièster no teixit de 160 g/m<sup>2</sup>, de superfície no protegida; CAPA SEPARADORA SOTA PROTECCIÓ: geotèxtil no teixit compost per fibres de polièster unides per tiretes, amb una resistència a la tracció longitudinal de 2 kN/m, una resistència a la tracció transversal de 2 kN/m, una obertura de con a l'assaig de perforació dinàmica segons UNE-EN ISO 13433 inferior a 27 mm, resistència CBR a punxonament 0,4 kN i una massa superficial de 200 g/m<sup>2</sup>; CAPA DE PROTECCIÓ: Paviment de rajoles de gres rústic 4/0/-/E (paviments per a trànsit per vianant medi, tipus 4; terres exteriors i terres amb requisits específics, tipus 3; exterior, tipus -/E), 30x30 cm col·locades en capa fina amb adhesiu de ciment normal, C1 sense cap característica addicional, color gris, sobre una capa de regularització de morter M-5 de 4 cm d'espessor, rejuntat amb morter de juntes de ciment amb resistència elevada a l'abrasió i absorció d'aigua reduïda, CG2, per junta oberta (entre 3 i 15 mm), amb la mateixa tonalitat de les peces. Inclús p/p de creuetes de PVC, "fajeado" de juntes i punts singulars, formació i segellat de juntes de paviment i perimetrals, i neteja final. Inclou: Replanteig dels punts singulars. Replanteig dels pendents i traçat de tremujals, aiguafons i juntes. Formació de pendents mitjançant vorada de tremujals, aiguafons i juntes amb mestres de maó. Replè de juntes amb poliestirè expandit. Execució dels envans alleugerats. Revisió de la superfície base en la que es realitza la fixació de l'aïllament d'acord amb les exigències de la tècnica a emprar. Tall, ajust i col·locació de l'aïllament. Execució del tauler ceràmic encadellat sobre els envans alleugerats. Abocat, estesa i reglejat de la capa de morter de regularització. Col·locació de la capa separadora sota impermeabilització. Neteja i preparació de la superfície en la qual ha d'aplicar-se la làmina asfàltica. Col·locació de la impermeabilització. Col·locació de la capa separadora sota protecció. Abocat, estès i reglejat del material d'unió o anivellació. Replanteig de les juntes del paviment. Replantejament del paviment i faixat de juntes i punts singulars. Col·locació de les rajoles amb junta oberta. Segellat de juntes de paviment i perimetrals. Rejuntat del paviment.
- Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada en projecció horitzontal, segons documentació gràfica de Projecte, des de les cares interiors dels ampits o plastrons perimetrals que la limiten.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Coberta plana	1	177,360			177,360	
					177,360	177,360
		<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>177,360</b>	<b>152,67 €</b>		<b>27.077,55 €</b>

## Capitol nº 7 COBERTA PLANA VENTILADA

Nº	Ut	Descripció	Amidament	Preu	Import
----	----	------------	-----------	------	--------

- 7.4 M Execució de encontre de parament vertical amb coberta plana transitable, ventilada, amb enrajolat fix, tipus convencional; mitjançant la realització d'una reculada perimetral de més de 5 cm respecte al parament vertical i de més de 20 cm d'alçada sobre la protecció de la coberta, reblert amb morter de ciment M-2,5 col·locat sobre la impermeabilització soldada a la vegada al suport i composta per: banda de reforç de 33 cm d'ample, realitzada a partir de làmina de betum modificat amb elastòmer SBS, LBM(SBS)-30/FP (160), amb armadura de feltre de polièster no teixit de 160 g/m<sup>2</sup>, de superfície no protegida, completament adherida al suport, prèviament emprimat amb emprimació asfàltica, tipus EA, i rematada amb banda de terminació de 50 cm de desenvolupament amb làmina de betum modificat amb elastòmer SBS, LBM(SBS)-40/FP (160), amb armadura de feltre de polièster no teixit de 160 g/m<sup>2</sup>, de superfície no protegida, acabat amb un revestiment d'entornpeus de gres rústic 4/0/-/E (paviments per a trànsit per vianant medi, tipus 4; terres exteriors i terres amb requisits específics, tipus 3; exterior, tipus -/E), de 7 cm, 3 €/m col·locats amb junt obert (separació entre 3 i 15 mm), en capa fina amb adhesiu de ciment normal, C1 sense cap característica addicional, color gris i rejuntats con morter de juntes de ciment amb resistència elevada a l'abració i absorció d'aigua reduïda, CG2, per junta oberta (entre 3 i 15 mm), amb la mateixa tonalitat de les peces. Inclús p/p de formació de ventilació perimetral de la cambra amb maó ceràmic buit, i col·locació d'escopidor ceràmic de 11x24 cm, fixat al parament, com acabat de la ventilació perimetral de la cambra.
- Inclou: Formació de la ventilació perimetral de la càmera i de la reculada perimetral. Neteja i preparació de la superfície en la qual ha d'aplicar-se la làmina asfàltica. Aplicació de l'emulsió asfàltica. Col·locació de la banda de reforç. Col·locació de la banda de finalització. Replantejament de les peces de sòcol. Tall de les peces i formació d'encaixos en cantonades i racons. Col·locació de l'entornpeu. Rejuntat amb morter de juntes. Col·locació de l'escopidor sobre la ventilació perimetral de la cambra.
- Criteri d'amidament de projecte: Longitud mesurada en projecció horitzontal, segons documentació gràfica de Projecte.
- Criteri de mesura d'obra: Es mesurarà en projecció horitzontal, la longitud realment executada segons especificacions de Projecte.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Trobada amb ampit	1	69,000			69,000	
					69,000	69,000
		<b>Total m :</b>	<b>69,000</b>		<b>44,76 €</b>	<b>3.088,44 €</b>

Parcial nº 7 COBERTA PLANA VENTILADA : **52.603,17 €**

## Capitol nº 8 COBERTA PLANA ENJARDINADA

Nº	Ut	Descripció	Amidament	Preu	Import
----	----	------------	-----------	------	--------

- 8.1 M<sup>2</sup> Formació de sostre reticular de formigó armat, horitzontal, amb alçada lliure de planta de fins a 3 m, cantell total 30 = 25+5 cm, realitzat amb formigó HA-25/B/20/IIa fabricat en central, i abocada amb cubilot, volum 0,151 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, i acer UNE-EN 10080 B 500 S en zona d'àbacs, nervis i cercols, quantia 15 kg/m<sup>2</sup>; muntatge i desmuntatge del sistema d'encofrat continu amb puntals, sotaponts metàl·lics i superfície encofrant de fusta tractada reforçada amb barnilles i perfils; nervis de formigó "in situ" de 10 cm de gruix, intereix 80 cm; bloc de formigó, 70x23x25 cm; capa de compressió de 5 cm de gruix, amb armadura de repartiment formada per malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080. Inclús p/p de massissat de capitells, reforç de buits, i cercols perimetrals de planta. Sense incloure repercussió de pilars.
- Inclou: Replanteig del sistema d'encofrat. Muntatge del sistema d'encofrat. Replanteig de la geometria de la planta sobre l'encofrat. Col·locació de cassetons. Col·locació de les armadures amb separadors homologats. Abocament i compactació del formigó. Reglejat i anivellació de la capa de compressió. Curat del formigó. Desmuntatge del sistema d'encofrat. Reparació de defectes superficials.
- Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada en veritable magnitud des de les cares exteriors dels cercols del perímetre, segons documentació gràfica de Projecte, deduint els buits de superfície major de 6 m<sup>2</sup>.
- Criteri de mesura d'obra: Es mesurarà, en veritable magnitud, des de les cares exteriors dels cercols del perímetre, la superfície realment executada segons especificacions de Projecte, deduint els buits de superfície major de 6 m<sup>2</sup>. Es consideren inclosos tots els elements integrants de l'estructura senyalats en els plànols i detalls del Projecte.

	Uts.	Superfície	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Forjat	1	187,800			187,800	
					187,800	187,800
		<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>187,800</b>	<b>69,96 €</b>		<b>13.138,49 €</b>

- 8.2 M Ampit format per muret de 1,25 m de altura de 14 cm d'espessor de fàbrica, de maó ceràmic buit (H-16), per revestir, 24x19x14 cm, rebuda amb morter de ciment M-7,5, amb passamans metàl·lic format per tub buit de 50 mm de diàmetre d'acer laminat en fred. Inclús arrebossat en ambdues cares amb morter de ciment, peça superior de coronació, p/p d'execució d'encontres, pilastres de travament, peces especials, garres d'ancoratge i fixació del passamà metàl·lic mitjançant rebut en obra de fàbrica amb morter de ciment M-5 (inclosa en aquest preu) i trencaments.
- Inclou: Neteja i preparació de la superfície de recolzament. Replanteig de la fàbrica a realitzar. Col·locació i aplomat de mires de referència. Estesa de fils entre mires. Col·locació de ploms fixos a les arestes. Col·locació de les peces per filades a nivell. Replanteig d'alineacions i nivells. Arrebossat de paraments. Col·locació del passamans.
- Criteri d'amidament de projecte: Longitud mesurada a eixos, segons documentació gràfica de Projecte.
- Criteri de mesura d'obra: Es mesurarà a eixos, la longitud realment executada segons especificacions de Projecte.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Mur perimetral	1	70,200			70,200	
					70,200	70,200
		<b>Total m :</b>	<b>70,200</b>	<b>132,46 €</b>		<b>9.298,69 €</b>

## Capitol nº 8 COBERTA PLANA ENJARDINADA

Nº	Ut	Descripció	Amidament	Preu	Import
----	----	------------	-----------	------	--------

- 8.3 M<sup>2</sup> Formació de coberta plana no transitable, no ventilada, enjardinada extensiva (ecològica), tipus invertida, pendent del 1% al 5%, composta dels següents elements: FORMACIÓ DE PENDENTS: mitjançant vorada de tremujals, aiguafons i juntes amb mestres de maó ceràmic buit doble i capa de 10 cm d'espessor medi a base de formigó cel·lular de ciment escumat, a base de ciment CEM II/A-P 32,5 R i additiu airejant, resistència a compressió major o igual a 0,2 MPa, densitat 350 kg/m<sup>3</sup> i conductivitat tèrmica 0,093 W/(mK); acabat amb capa de regularització de morter de ciment M-5 de 2 cm d'espessor, arremolinada i neta; IMPERMEABILITZACIÓ: tipus monocapa, adherida, formada per una làmina de betum modificat amb elastòmer SBS LBM(SBS)-50/G-FP (150), amb armadura de feltre de polièster reforçat i estabilitzat de 150 g/m<sup>2</sup>, amb autoprotecció mineral col·locada amb emprimació asfàltica, tipus EA; CAPA SEPARADORA SOTA AÏLLAMENT: geotèxtil no teixit compost per fibres de polièster unides per tiretes, amb una resistència a la tracció longitudinal de 1,2 kN/m, una resistència a la tracció transversal de 1,2 kN/m, una obertura de con a l'assaig de perforació dinàmica segons UNE-EN ISO 13433 inferior a 40 mm, resistència CBR a punxonament 0,3 kN i una massa superficial de 150 g/m<sup>2</sup>; AÏLLAMENT TÈRMIC: doble capa de plafó rigid de poliestirè extrudit, de superfície llisa i mecanitzat lateral de mitja mossa, de 100 mm d'espessor, resistència a compressió >= 300 kPa, resistència tèrmica 2,8 m<sup>2</sup>K/W, conductivitat tèrmica 0,034 W/(mK); CAPA SEPARADORA SOTA PROTECCIÓ: geotèxtil no teixit compost per fibres de polièster unides per tiretes, amb una resistència a la tracció longitudinal de 1,2 kN/m, una resistència a la tracció transversal de 1,2 kN/m, una obertura de con a l'assaig de perforació dinàmica segons UNE-EN ISO 13433 inferior a 40 mm, resistència CBR a punxonament 0,3 kN i una massa superficial de 150 g/m<sup>2</sup>; CAPA DRENANT I RETENIDORA D'AIGUA: làmina drenant i retenedora d'aigua formada per membrana de polietilè d'alta densitat amb relleu en cono truncat i perforacions en la part superior; CAPA FILTRANT: geotèxtil no teixit sintètic, termosoldat, de polipropilè-polietilè, de 160 g/m<sup>2</sup>; CAPA DE PROTECCIÓ: base de substrat orgànic de 10 cm d'espessor, acabada amb una capa de roca volcànica de 5 cm d'espessor.
- Inclou: Replanteig dels punts singulars. Replanteig dels pendents i traçat de tremujals, aiguafons i juntes. Formació de pendents mitjançant vorada de tremujals, aiguafons i juntes amb mestres de maó. Replè de juntes amb poliestirè expandit. Abocada i reglejat del formigó cel·lular fins arribar el nivell de coronació de les mestres. Abocat, estesa i reglejat de la capa de morter de regularització. Neteja i preparació de la superfície en la qual ha d'aplicar-se la làmina asfàltica. Aplicació de l'emulsió asfàltica. Col·locació de la impermeabilització. Col·locació de la capa separadora sota aïllament. Revisió de la superfície base en la que es realitza la fixació de l'aïllament d'acord amb les exigències de la tècnica a emprar. Tall, ajust i col·locació de l'aïllament. Col·locació de la capa separadora sota protecció. Col·locació de la capa drenant i retenedora d'aigua. Col·locació de la capa filtrant. Estès del substrat i la roca volcànica.
- Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada en projecció horitzontal, segons documentació gràfica de Projecte, des de les cares interiors dels ampits o plastrons perimetrals que la limiten.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Coberta plana	1	177,360			177,360	
					177,360	177,360
		<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>177,360</b>	<b>165,27 €</b>		<b>29.312,29 €</b>

- 8.4 M Execució de encontre de parament vertical amb coberta plana no transitable, no ventilada, enjardinada, tipus invertida, amb làmina drenant; mitjançant la col·locació de perfil de xapa d'acer galvanitzat, per a acabament i protecció de la impermeabilització composta per: banda de reforç de 33 cm d'ample, realitzada a partir de làmina de betum modificat amb elastòmer SBS, LBM(SBS)-30/FP (160), amb armadura de feltre de polièster no teixit de 160 g/m<sup>2</sup>, de superfície no protegida, completament adherida al suport, prèviament emprimat amb emprimació asfàltica, tipus EA, i rematada amb banda de terminació de 50 cm de desenvolupament amb làmina de betum modificat amb elastòmer SBS LBM(SBS)-50/G-FP (150), amb armadura de feltre de polièster reforçat i estabilitzat de 150 g/m<sup>2</sup>, amb autoprotecció mineral. També p/p de cordó de segellat aplicat entre el perfil metàl·lic i el parament.
- Inclou: Neteja i preparació de la superfície en la qual ha d'aplicar-se la làmina asfàltica. Aplicació de l'emulsió asfàltica. Col·locació de la banda de reforç. Col·locació de la banda de finalització. Replantejament de les peces de sòcol. Tall de les peces i formació d'encaixos en cantonades i racons. Col·locació del perfil metàl·lic d'entornpeu. Aplicació del cordó de segellat entre el perfil i el mur.
- Criteri d'amidament de projecte: Longitud mesurada en projecció horitzontal, segons documentació gràfica de Projecte.
- Criteri de mesura d'obra: Es mesurarà en projecció horitzontal, la longitud realment executada segons especificacions de Projecte.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Trobada amb amplit	1	69,000			69,000	
					69,000	69,000

## Capitol nº 8 COBERTA PLANA ENJARDINADA

Nº	Ut	Descripció	Amidament	Preu	Import	
			<b>Total m :</b>	<b>69,000</b>	<b>21,03 €</b>	<b>1.451,07 €</b>
			<b>Parcial nº 8 COBERTA PLANA ENJARDINADA :</b>			<b>53.200,54 €</b>



## Capitol nº 9 EDIFICI 2013

Nº	Ut	Descripció	Amidament	Preu	Import
----	----	------------	-----------	------	--------

- 9.1 M<sup>2</sup> Formació en façanes de capa d'acabat per a revestiments continus bicapa amb pintura plàstica, color a escollir, textura llisa, mitjançant l'aplicació d'una mà de fons de pintura autonetejadora, basada en resines de Pliolite i dissolvents orgànics, com a fixador de superfície, i dues mans d'acabat amb pintura plàstica llisa, acabat mat, diluït amb un 10% d'aigua, a base d'un copolímer acrílic-vinílic, impermeable a l'aigua de pluja i permeable al vapor d'aigua, antifloridura, (rendiment: 0,1 l/m<sup>2</sup> cada mà). També p/p de preparació i neteja prèvia del suport de morter tradicional, en bon estat de conservació, mitjançant raspalls o elements adequats i fegat de petites adherències i imperfeccions formació de junts, racons, arestes i acabaments en les trobades amb paraments, revestiments o altres elements rebuts en la seva superfície.  
Inclou: Preparació, neteja i escatrat previ del suport. Aplicació d'una mà de fons. Aplicació de dues mans d'acabat.  
Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada segons documentació gràfica de Projecte, amb el mateix criteri que el suport base.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Façanes	1	70,200		3,000	210,600	
					210,600	210,600
		<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>210,600</b>	<b>12,96 €</b>		<b>2.729,38 €</b>

- 9.2 M<sup>2</sup> Formació de revestiment continuu de morter de ciment M-5, mestrejat, de 20 mm de gruix, realitzat en dues capes successives, aplicat sobre un parament vertical exterior acabat superficial remolinat. Inclús p/p de formació de juntes, racons, mestres amb separació entre elles no superior a un metre, arestes, queixals, brancals, llindes, acabaments en els trobament amb paraments, revestiments o altres elements rebuts en la seva superfície.  
Inclou: Especejament de panys de treball. Col·locació de regles i estès de corretges. Col·locació de tocs. Realització de mestres. Aplicació del morter. Realització de juntes i punts de trobada. Acabat superficial. Cura del morter.  
Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada segons documentació gràfica de Projecte, sense deduir forats menors de 4 m<sup>2</sup> i deduïnt, en els buits de superfície major de 4 m<sup>2</sup>, l'excés sobre els 4 m<sup>2</sup>.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Façanes	1	70,200		3,000	210,600	
					210,600	210,600
		<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>210,600</b>	<b>22,82 €</b>		<b>4.805,89 €</b>

- 9.3 M<sup>2</sup> Execució de fulla exterior de 14 cm d'espessor de fàbrica, en tancament de façana, de maó ceràmic buit (totxana), per revestir, 29x14x10 cm, rebuda amb morter de ciment M-5, amb recolzament mínim dels 2/3 parts del maó sobre el forjat, o sobre angulars d'acer laminat galvanització en calenta fixats als fronts de forjat si, per errors d'execució, el maó no dóna suport els seus 2/3 parts sobre el forjat. Inclús p/p de minvaments, trencaments, lligades, trobada amb pilars, formació de cantonades, parapets de coberta, formació de llindes mitjançant bigueta prefabricada T-18, revestida amb peces ceràmiques, col·locades amb morter d'alta adherència, brancals i queixals, junts de dilatació, execució de trobades i punts singulars.  
Inclou: Definició dels plànols de façana mitjançant ploms. Replanteig, planta a planta. Rectificació d'irregularitats del forjat acabat. Marcat en els pilars dels nivells de referència general de planta i de nivell de paviment. Seient de la primera filada sobre capa de morter. Col·locació de mires. Estesa de fils entre mires. Col·locació de ploms fixos a les arestes. Col·locació de les peces per filades a nivell. Realització de tots els treballs necessaris per a la resolució dels buits.  
Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada segons documentació gràfica de Projecte, sense duplicar cantonades ni encontres, sense incloure el revestiment dels fronts de forjat, deduïnt els buits de superfície major de 4 m<sup>2</sup>.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Façanes	1	70,200		3,000	210,600	
					210,600	210,600
		<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>210,600</b>	<b>38,15 €</b>		<b>8.034,39 €</b>

## Capitol nº 9 EDIFICI 2013

Nº	Ut	Descripció	Amidament	Preu	Import
----	----	------------	-----------	------	--------

- 9.4 M<sup>2</sup> Subministrament i col·locació d'aïllament per l'interior en tancament de doble fulla de fàbrica per a revestir format per dos capes de plafó rígid de poliestirè extrudit, de superfície llisa i mecanitzat lateral encadellat, de 60 mm d'espessor, resistència a compressió >= 300 kPa, resistència tèrmica 1,8 m<sup>2</sup>K/W, conductivitat tèrmica 0,034 W/(mK), fixat mecànicament. Fins i tot p/p de talls, fixacions i neteja.  
Inclou: Tall i preparació de l'aïllament. Col·locació de l'aïllament.  
Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada segons documentació gràfica de Projecte.

	Uts.	Llargada	Alçada	Superfície	Parcial	Subtotal
Façanes	2	69,000	3,000		414,000	
Dedució obertures	-2			29,310	-58,620	
					355,380	355,380
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>355,380</b>		<b>19,93 €</b>	<b>7.082,72 €</b>

- 9.5 M<sup>2</sup> Execució de fulla interior de tancament de façana de 7 cm d'espessor, de fàbrica de maó ceràmic buit (súper mascletó), per revestir, 50x20x7 cm, rebuda amb una barreja en aigua de goma d'enganxar de cola preparada i fins un 25% de guix de qualitat B1. Inclús p/p de minves, trencaments, lligades, formació de llindes mitjançant bigueta prefabricada T-18, revestida amb peces ceràmiques, col·locades amb morter d'alta adherència, brancals i queixals, encaixonat en el perímetre dels forats per a allotjar els elements de fixació de la fusteria exterior, juntes de dilatació, execució de trobaments i punts singulars; tira de desolidarització de poliestirè expandit en l'arrencament dels envans en la capçalera i en els últims 15 cm dels muntats dels bastiments de base de les portes, rematada amb 3 cm de guix en la trobada de la fàbrica de maó de gran format amb el forjat superior per a absorbir fletxes.

Inclou: Replanteig, planta a planta. Rectificació d'irregularitats del forjat acabat. Marcat en els pilars dels nivells de referència general de planta i de nivell de paviment. Seient de la primera filada sobre capa de morter. Col·locació i aplomat de mires de referència. Estesa de fils entre mires. Col·locació de ploms fixos a les arestes. Col·locació de les peces per filades a nivell. Realització de tots els treballs necessaris per a la resolució dels buits. Col·locació de la tira de desolidarització de poliestirè expandit en arrencaments d'envans i part superior de bastiments de base de portes. Rematada amb guix en la trobada de la fàbrica de maó de gran format amb el forjat superior.

Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada segons documentació gràfica de Projecte, sense duplicar cantonades ni encontres, deduint els buits de superfície major de 4 m<sup>2</sup>.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Façanes	1	68,360		3,000	205,080	
					205,080	205,080
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>205,080</b>		<b>16,23 €</b>	<b>3.328,45 €</b>

- 9.6 M Subministrament i col·locació d'escopidor de xapa d'alumini lacat en color, amb 60 micres de gruix mínim de pel·licula seca, espessor 1,5 mm, desenvolupament 30 cm, amb trencaigües, amb clara pendent i encastat en els brancals, cobrint els ampits d'una finestra, els sortints dels paràmetres, les cornises de façana, etc., compost d'una capa de regularització de morter de ciment hidròfug M-5 de 4 cm d'espessor, creant un pendent suficient per a evacuar l'aigua, sobre la qual s'aplica l'adhesiu bituminós d'aplicació en fred per a xapes metàl·liques, que serveix de base al perfil de alumini. Inclús p/p de preparació i regularització del suport amb morter de ciment hidròfug M-5, segellat de peces i unions amb els murs.

Inclou: Replanteig de les peces en el forat o acabament. Preparació i regularització del suport. Col·locació i fixació de les peces metàl·liques, anivellades i aplomades. Segellat de junts i neteja del trencaigües.

Criteri d'amidament de projecte: Longitud del ample del buit, amidada segons documentació gràfica de Projecte, incrementada en 5 cm a cada costat.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
F1	3	1,300			3,900	
F2	7	0,700			4,900	
					8,800	8,800
<b>Total m :</b>			<b>8,800</b>		<b>29,92 €</b>	<b>263,30 €</b>

## Capitol nº 9 EDIFICI 2013

Nº	Ut	Descripció	Amidament	Preu	Import
----	----	------------	-----------	------	--------

- 9.7 M<sup>2</sup> Formació de sostre reticular de formigó armat, horitzontal, amb alçada lliure de planta de fins a 3 m, cantell total 30 = 25+5 cm, realitzat amb formigó HA-25/B/20/IIa fabricat en central, i abocada amb cubilot, volum 0,151 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, i acer UNE-EN 10080 B 500 S en zona d'àbacs, nervis i cercols, quantia 15 kg/m<sup>2</sup>; muntatge i desmuntatge del sistema d'encofrat continu amb puntals, sotaponts metàl·lics i superfície encofrant de fusta tractada reforçada amb barnilles i perfils; nervis de formigó "in situ" de 10 cm de gruix, intereix 80 cm; bloc de formigó, 70x23x25 cm; capa de compressió de 5 cm de gruix, amb armadura de repartiment formada per malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080. Inclús p/p de massissat de capitells, reforç de buits, i cercols perimetrals de planta. Sense incloure repercussió de pilars.
- Inclou: Replanteig del sistema d'encofrat. Muntatge del sistema d'encofrat. Replanteig de la geometria de la planta sobre l'encofrat. Col·locació de cassetons. Col·locació de les armadures amb separadors homologats. Abocament i compactació del formigó. Reglejat i anivellació de la capa de compressió. Curat del formigó. Desmuntatge del sistema d'encofrat. Reparació de defectes superficials.
- Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada en veritable magnitud des de les cares exteriors dels cercols del perímetre, segons documentació gràfica de Projecte, deduint els buits de superfície major de 6 m<sup>2</sup>.
- Criteri de mesura d'obra: Es mesurarà, en veritable magnitud, des de les cares exteriors dels cercols del perímetre, la superfície realment executada segons especificacions de Projecte, deduint els buits de superfície major de 6 m<sup>2</sup>. Es consideren inclosos tots els elements integrants de l'estructura senyalats en els plànols i detalls del Projecte.

	Uts.	Superfície	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Forjat	1	187,800			187,800	
					187,800	187,800
		<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>187,800</b>	<b>69,96 €</b>		<b>13.138,49 €</b>

- 9.8 M<sup>2</sup> Subministrament i col·locació d'aïllament per l'interior sobre espai no habitable en cobertes inclinades format per plafó rigid de poliestirè extrudit, de superfície llisa i mecanitzat lateral encadellat, de 80+60 mm d'espessor, resistència tèrmica 1,8 m<sup>2</sup>K/W, conductivitat tèrmica 0,034 W/(mK), fixat amb tac d'expansió i clau de polipropilè, amb cercol d'estanquitat. Inclús p/p de tall i neteja.
- Inclou: Neteja del supradós del sostre. Tall, ajustament i fixació de l'aïllament.
- Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada segons documentació gràfica de Projecte.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Sobre forjat	1	187,800			187,800	
					187,800	187,800
		<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>187,800</b>	<b>43,80 €</b>		<b>8.225,64 €</b>

- 9.9 M<sup>2</sup> Formació de coberta inclinada de teules ceràmiques, sobre espai no habitable, amb un pendent mig del 30%, composta de: FORMACIÓ DE PENDENTS: maó ceràmic buit (super maó), per revestir, 50x20x4 cm, recolzat sobre paredons alleugerats de maó ceràmic buit, rebuts amb morter de ciment M-5, amb una alçària mitja de 65 cm, travats transversalment cada 2 m aproximadament, tot allò sobre forjat de formigó (no inclòs en aquest preu); IMPERMEABILITZACIÓ: placa sota teula, fixada amb cargols al suport; COBERTURA: teula ceràmica corba, 40x19x16 cm, color vermell, rebuda amb morter de ciment M-2,5 confeccionat en obra. Inclús p/p de teules de ventilació.
- Inclou: Neteja del supradós del sostre. Formació de davanters perimetrals amb peces ceràmiques. Formació de envans alleugerats. Reglejat de l'acabament dels envans alleugerats per rebre el tauler. Col·locació de les cintes de paper en el cantell de recolzament del tauler sobre els envans alleugerats. Col·locació de les peces ceràmiques que formen el tauler. Col·locació de la placa sota teula. Col·locació de les teules rebudes amb morter.
- Criteri d'amidament de projecte: Superfície de l'aiguavés mesurada en veritable magnitud, segons documentació gràfica de Projecte.

	Uts.	Superfície	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Coberta inclinada	1	197,190			197,190	
					197,190	197,190
		<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>197,190</b>	<b>103,90 €</b>		<b>20.488,04 €</b>

## Capitol nº 9 EDIFICI 2013

Nº	Ut	Descripció	Amidament	Preu	Import
----	----	------------	-----------	------	--------

9.10 M<sup>2</sup> Subministrament i col·locació d'aïllament tèrmic de sòls flotants format per dos capes de plafó rígid de poliestirè extrudit, de superfície llisa i mecanitzat lateral recte, de 40 mm d'espessor cada una, resistència a compressió  $\geq 300$  kPa, resistència tèrmica 1,2 m<sup>2</sup>K/W, conductivitat tèrmica 0,034 W/(mK) preparat per a rebre una solera de morter o formigó (no inclosa en aquest preu), dipositat sobre el suport i unit mitjançant encadellat lateral, prèvia protecció de l'aïllament amb un film de polietilè de 0,2 mm de gruix. Inclús p/p de preparació de la superfície suport, talls, desolidarització perimetral realitzada amb el mateix material aïllant i segellat de junts del film de polietilè protector de l'aïllament amb cinta adhesiva.  
 Inclou: Neteja i preparació de la superfície suport. Preparació de l'aïllament. Col·locació de l'aïllament sobre el forjat. Col·locació del film de polietilè.  
 Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada segons documentació gràfica de Projecte.  
 Criteri de mesura d'obra: Es mesurarà la superfície realment executada segons especificacions de Projecte.

	Uts.	Superfície	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Terra	1	161,230			161,230	
					161,230	161,230
		<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>161,230</b>	<b>27,54 €</b>		<b>4.440,27 €</b>

Parcial nº 9 EDIFICI 2013 : **72.536,57 €**

## Capitol nº 10 EDIFICI CONSUM QUASI NUL

Nº	Ut	Descripció	Amidament	Preu	Import
----	----	------------	-----------	------	--------

- 10.1 M<sup>2</sup> Subministrament i col·locació d'aïllament tèrmic per l'exterior de façanes, amb el sistema Traditem "GRUPO PUMA", format per: morter hidràulic Traditem "GRUPO PUMA", color gris, per a la fixació i el revestiment de panells de poliestirè expandit en paraments verticals, disposat en tres capes: una primera capa d'adhesió alsuport, una segona capa de protecció contra la intempèrie de l'aïllament i una tercera capa d'adhesió de la malla; doble plafó rígid de poliestirè extrudit, de superfície llisa i mecanitzat lateral recte, de 120 mm d'espessor cada un, color gris, resistència tèrmica 1,8 m<sup>2</sup>K/W, conductivitat tèrmica 0,034 W/(mK) (situat entre les dues capes de morter hidràulic, com aïllant tèrmic); tac d'expansió i clau de polipropilè, amb cercle d'estanquitat, per a fixació mecànica de l'aïllament; malla de fibra de vidre, de 3,7x4,3 mm de llum, antiàlcals, de 160 g/m<sup>2</sup> i 0,49 mm d'espessor, per reforç del morter (en la capa de protecció); Fondo Morcemcrl "GRUPO PUMA" i morter acrílic Morcemcrl "GRUPO PUMA", de 2 a 3 mm de gruix, color Crema 125, acabat fi. Fins i tot p/p de preparació de la superfície suport, col·locació de perfils d'arrencada i de cantó, formació de juntes, racons, mestres, arestes, queixals, brancals, llindes, rematades en els encontres amb paraments, revestiments o altres elements rebuts en la seva superfície.
- Inclou: Preparació de la superfície suport. Col·locació de la malla d'arrencada. Col·locació del perfil d'arrencada. Tall i preparació de l'aïllament. Col·locació de l'aïllament sobre el parament. Escatat de tota la superfície. Resolució dels punts singulars. Aplicació del morter base i la malla de fibra de vidre. Aplicació de l'emprimació. Aplicació de la capa d'acabat amb morter acrílic.
- Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada segons documentació gràfica de Projecte, deduint els buits de superfície major de 1 m<sup>2</sup>, afegint a canvi la superfície de la part interior del buit, corresponent al desenvolupament de brancals i llindes. No s'ha incrementat l'amidament per trencaments i retallades, ja que en la descomposició s'ha considerat un 5% més de peces.
- Criteri de mesura d'obra: Es mesurarà la superfície realment executada segons especificacions de Projecte, deduint els buits de superfície major de 1 m<sup>2</sup>, afegint a canvi la superfície de la part interior del buit, corresponent al desenvolupament de brancals i llindes.

	Uts.	Llargada	Alçada	Superfície	Parcial	Subtotal
Façanes	1	70,200	3,000		210,600	
Dedució obertures	-1			25,950	-25,950	
					184,650	184,650
			<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>184,650</b>	<b>129,29 €</b>	<b>23.873,40 €</b>

- 10.2 M<sup>2</sup> Execució de fulla exterior de 14 cm d'espessor de fàbrica, en tancament de façana, de maó ceràmic buit (totxana), per revestir, 29x14x10 cm, rebuda amb morter de ciment M-5, amb recolzament mínim dels 2/3 parts del maó sobre el forjat, o sobre angulars d'acer laminat galvanització en calenta fixats als fronts de forjat si, per errors d'execució, el maó no dóna suport els seus 2/3 parts sobre el forjat. Inclús p/p de minvaments, trencaments, lligades, trobada amb pilars, formació de cantonades, parapets de coberta, formació de llindes mitjançant bigueta prefabricada T-18, revestida amb peces ceràmiques, col·locades amb morter d'alta adherència, brancals i queixals, junts de dilatació, execució de trobades i punts singulars.
- Inclou: Definició dels plànols de façana mitjançant ploms. Replanteig, planta a planta. Rectificació d'irregularitats del forjat acabat. Marcat en els pilars dels nivells de referència general de planta i de nivell de paviment. Seient de la primera filada sobre capa de morter. Col·locació de mires. Estesa de fils entre mires. Col·locació de ploms fixos a les arestes. Col·locació de les peces per filades a nivell. Realització de tots els treballs necessaris per a la resolució dels buits.
- Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada segons documentació gràfica de Projecte, sense duplicar cantonades ni encontres, sense incloure el revestiment dels fronts de forjat, deduint els buits de superfície major de 4 m<sup>2</sup>.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Façanes	1	69,680		3,000	209,040	
					209,040	209,040
			<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>209,040</b>	<b>38,15 €</b>	<b>7.974,88 €</b>

## Capitol nº 10 EDIFICI CONSUM QUASI NUL

Nº	Ut	Descripció	Amidament	Preu	Import
----	----	------------	-----------	------	--------

- 10.3 M Subministrament i col·locació d'escopidor de xapa d'alumini lacat en color, amb 60 micres de gruix mínim de pel·lícula seca, espessor 1,5 mm, desenvolupament 40 cm, amb trencaaigües, amb clara pendent i encastat en els brancals, cobrint els ampits d'una finestra, els sortints dels paràmetres, les cornises de façana, etc., compost d'una capa de regularització de morter de ciment hidròfug M-5 de 4 cm d'espessor, creant un pendent suficient per a evacuar l'aigua, sobre la qual s'aplica l'adhesiu bituminós d'aplicació en fred per a xapes metàl·liques, que serveix de base al perfil de alumini. Inclús p/p de preparació i regularització del suport amb morter de ciment hidròfug M-5, segellat de peces i unions amb els murs.  
Inclou: Replanteig de les peces en el forat o acabament. Preparació i regularització del suport. Col·locació i fixació de les peces metàl·liques, anivellades i aplomades. Segellat de junts i neteja del trencaaigües.  
Criteri d'amidament de projecte: Longitud de l'ample del buit, amidada segons documentació gràfica de Projecte, incrementada en 5 cm a cada costat.  
Criteri de mesura d'obra: Es mesurarà la longitud realment executada segons especificacions de Projecte, incloent els encastaments en els brancals.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
F1	3	1,300			3,900	
F2	7	0,700			4,900	
					8,800	8,800
<b>Total m :</b>			<b>8,800</b>	<b>32,95 €</b>		<b>289,96 €</b>

- 10.4 M<sup>2</sup> Formació de sostre reticular de formigó armat, horitzontal, amb alçada lliure de planta de fins a 3 m, cantell total 30 = 25+5 cm, realitzat amb formigó HA-25/B/20/IIa fabricat en central, i abocada amb cubilot, volum 0,151 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, i acer UNE-EN 10080 B 500 S en zona d'àbacs, nervis i cercols, quantia 15 kg/m<sup>2</sup>; muntatge i desmuntatge del sistema d'encofrat continu amb puntals, sotaponts metàl·lics i superfície encofrant de fusta tractada reforçada amb barnilles i perfils; nervis de formigó "in situ" de 10 cm de gruix, intereix 80 cm; bloc de formigó, 70x23x25 cm; capa de compressió de 5 cm de gruix, amb armadura de repartiment formada per malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080. Inclús p/p de massissat de capitells, reforç de buits, i cercols perimetrals de planta. Sense incloure repercussió de pilars.  
Inclou: Replanteig del sistema d'encofrat. Muntatge del sistema d'encofrat. Replanteig de la geometria de la planta sobre l'encofrat. Col·locació de cassetons. Col·locació de les armadures amb separadors homologats. Abocament i compactació del formigó. Reglejat i anivellació de la capa de compressió. Curat del formigó. Desmuntatge del sistema d'encofrat. Reparació de defectes superficials.  
Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada en veritable magnitud des de les cares exteriors dels cercols del perímetre, segons documentació gràfica de Projecte, deduint els buits de superfície major de 6 m<sup>2</sup>.  
Criteri de mesura d'obra: Es mesurarà, en veritable magnitud, des de les cares exteriors dels cercols del perímetre, la superfície realment executada segons especificacions de Projecte, deduint els buits de superfície major de 6 m<sup>2</sup>. Es consideren inclosos tots els elements integrants de l'estructura senyalats en els plànols i detalls del Projecte.

	Uts.	Superfície	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Forjat	1	187,800			187,800	
					187,800	187,800
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>187,800</b>	<b>69,96 €</b>		<b>13.138,49 €</b>

- 10.5 M<sup>2</sup> Subministrament i col·locació d'aïllament per l'interior sobre espai no habitable en cobertes inclinades format per tres capes de plafó rígid de poliestirè extrudit, de superfície llisa i mecanitzat lateral encadellat, de 80 mm d'espessor cada una, conductivitat tèrmica 0,034 W/(mK), fixat amb tac d'expansió i clau de polipropilè, amb cercol d'estanquitat. Inclús p/p de tall i neteja.  
Inclou: Neteja del supradós del sostre. Tall, ajustament i fixació de l'aïllament.  
Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada segons documentació gràfica de Projecte.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Sobre forjat	1	187,800			187,800	
					187,800	187,800
<b>Total m<sup>2</sup> :</b>			<b>187,800</b>	<b>63,11 €</b>		<b>11.852,06 €</b>

## Capitol nº 10 EDIFICI CONSUM QUASI NUL

Nº	Ut	Descripció	Amidament	Preu	Import
----	----	------------	-----------	------	--------

- 10.6 M<sup>2</sup> Formació de coberta inclinada de teules ceràmiques, sobre espai no habitable, amb un pendent mig del 30%, composta de: FORMACIÓ DE PENDENTS: maó ceràmic buit (súper maó), per revestir, 50x20x4 cm, recolzat sobre paredons alleugerats de maó ceràmic buit, rebuts amb morter de ciment M-5, amb una alçària mitja de 65 cm, travats transversalment cada 2 m aproximadament, tot allò sobre forjat de formigó (no inclòs en aquest preu); IMPERMEABILITZACIÓ: placa sota teula, fixada amb cargols al suport; COBERTURA: teula ceràmica corba, 40x19x16 cm, color vermell, rebuda amb morter de ciment M-2,5 confeccionat en obra. Inclús p/p de teules de ventilació.
- Inclou: Neteja del supradós del sostre. Formació de davanters perimetrals amb peces ceràmiques. Formació de envans alleugerats. Reglejat de l'acabament dels envans alleugerats per rebre el tauler. Col·locació de les cintes de paper en el cantell de recolzament del tauler sobre els envans alleugerats. Col·locació de les peces ceràmiques que formen el tauler. Col·locació de la placa sota teula. Col·locació de les teules rebudes amb morter.
- Criteri d'amidament de projecte: Superfície de l'aiguavés mesurada en veritable magnitud, segons documentació gràfica de Projecte.

	Uts.	Superfície	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Coberta inclinada	1	197,190			197,190	
					197,190	197,190
		<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>197,190</b>	<b>103,90 €</b>		<b>20.488,04 €</b>

- 10.7 M<sup>2</sup> Subministrament i col·locació d'aïllament tèrmic de sòls flotants format per plafó rígid de poliestirè extrudit, de superfície llisa i mecanitzat lateral recte, tres capes de 50 mm d'espessor i una de 30 mm, resistència a compressió >= 300 kPa, resistència tèrmica 1,5 m<sup>2</sup>K/W, conductivitat tèrmica 0,034 W/(mK) preparat per a rebre una solera de morter o formigó (no inclosa en aquest preu), dipositat sobre el suport i unit mitjançant encadellat lateral, prèvia protecció de l'aïllament amb un film de polietilè de 0,2 mm de gruix. Inclús p/p de preparació de la superfície suport, talls, desolidarització perimetral realitzada amb el mateix material aïllant i segellat de junts del film de polietilè protector de l'aïllament amb cinta adhesiva.
- Inclou: Neteja i preparació de la superfície suport. Preparació de l'aïllament. Col·locació de l'aïllament sobre el forjat. Col·locació del film de polietilè.
- Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada segons documentació gràfica de Projecte.
- Criteri de mesura d'obra: Es mesurarà la superfície realment executada segons especificacions de Projecte.

	Uts.	Llargada	Amplada	Alçada	Parcial	Subtotal
Terra	1	161,230			161,230	
					161,230	161,230
		<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>161,230</b>	<b>62,74 €</b>		<b>10.115,57 €</b>

**Parcial nº 10 EDIFICI CONSUM QUASI NUL : 87.732,40 €**