Índex Annexos

ÍNDEX ANNEXOS 1

A. ZONAS CLIMÁTICAS (CTE, 2006, PHE1-31) 3

A.1. Determinación de la zona climática a partir de valores tabulados 3

A.2. Determinación de la zona climática a partir de registros climáticos 4

A.2.1. Cálculo de las severidades climáticas 5

A.2.1.1. Severidad climática de Invierno (SCI) 5

A.2.1.2. Severidad climática de Verano (SCV) 6

B. SISTEMA CONSTRUCTIU DE PANELLS PAMODIN 9

B.1. Introducció 9

B.2. Materials bàsics del panell 9

B.2.1. Poliestirè expandit 9

B.2.2. Malla electrosoldada espacial 11

B.3. Fabricació, emmagatzematge i transport 12

B.4. Tipus de panell i peces d'unió 13

C. TRANSMISSIÓ DE CALOR EN TANCAMENTS 19

C.1. Conducció 19

C.2. Convecció 20

C.3. Radiació 21

D. INFORME LIDER DE LA VIVENDA DE REFERÈNCIA 23

E. PRESSUPOST DEL PROJECTE 31

E.1. Cost dels recursos humans 31

E.2. Cost dels recursos materials 33

E.3. Cost total del projecte 34

F. ARTICLE REVISTA ECOCONSTRUCCIÓN 35

A. Zonas climáticas (CTE, 2006, pHE1-31)

A.1. Determinación de la zona climática a partir de valores tabulados

1. La zona climática de cualquier localidad en la que se ubiquen los edificios se obtiene de la tabla D.1 en función de la diferencia de altura que exista entre dicha localidad y la altura de referencia de la capital de su provincia. Si la diferencia de altura fuese menor de 200 m o la localidad se encontrase a una altura inferior que la de referencia, se tomará, para dicha localidad, la misma zona climática que la que corresponde a la capital de provincia.

Tabla D.1.- Zonas climáticas

Provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1
Almería	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Ávila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1
Cáceres	C4	385	D3	D1	E1	E1	E1
Cádiz	A3	0	B3	B3	C1	C1	D1
Castellón de la Plana	B3	18	C2	C1	D1	D1	E1
Ceuta	B3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Ciudad real	D3	630	D2	E1	E1	E1	E1
Córdoba	B4	113	C3	C2	D1	D1	E1
Coruña (a)	C1	0	C1	D1	D1	E1	E1
Cuenca	D2	975	E1	E1	E1	E1	E1
Donostia-San Sebastián	C1	5	D1	D1	E1	E1	E1
Girona	C2	143	D1	D1	E1	E1	E1
Granada	C3	754	D2	D1	E1	E1	E1
Guadalajara	D3	708	D1	E1	E1	E1	E1
Huelva	B4	50	B3	C1	C1	D1	D1
Huesca	D2	432	E1	E1	E1	E1	E1
Jaén	C4	436	C3	D2	D1	E1	E1
León	E1	346	E1	E1	E1	E1	E1
Lleida	D3	131	D2	E1	E1	E1	E1
Logroño	D2	379	D1	E1	E1	E1	E1
Lugo	D1	412	E1	E1	E1	E1	E1
Madrid	D3	589	D1	E1	E1	E1	E1
Málaga	A3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Melilla	A3	130	B3	B3	C1	C1	D1
Murcia	B3	25	C2	C1	D1	D1	E1
Ourense	C2	327	D1	E1	E1	E1	E1
Oviedo	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Palencia	D1	722	E1	E1	E1	E1	E1
Palma de Mallorca	B3	1	B3	C1	C1	D1	D1
Palmas de gran canaria (las)	A3	114	A3	A3	A3	B3	B3
Pamplona	D1	456	E1	E1	E1	E1	E1
Pontevedra	C1	77	C1	D1	D1	E1	E1
Salamanca	D2	770	E1	E1	E1	E1	E1
Santa cruz de Tenerife	A3	0	A3	A3	A3	B3	B3
Santander	C1	1	C1	D1	D1	E1	E1
Segovia	D2	1013	E1	E1	E1	E1	E1
Sevilla	B4	9	B3	C2	C1	D1	E1
Soria	E1	984	E1	E1	E1	E1	E1
Tarragona	B3	1	C2	C1	D1	D1	E1
Teruel	D2	995	E1	E1	E1	E1	E1
Toledo	C4	445	D3	D2	E1	E1	E1
Valencia	B3	8	C2	C1	D1	D1	E1
Valladolid	D2	704	E1	E1	E1	E1	E1
Vitoria-Gasteiz	D1	512	E1	E1	E1	E1	E1
Zamora	D2	617	E1	E1	E1	E1	E1
Zaragoza	D3	207	D2	E1	E1	E1	E1

A.2. Determinación de la zona climática a partir de registros climáticos

1. La determinación de zonas climáticas, para localidades que dispongan de registros climáticos contrastados, se obtendrá a partir del cálculo de las severidades climáticas de invierno y de verano para dichas localidades.

2. Una vez obtenidas las dos severidades climáticas, la zona climática se determinará localizando los dos intervalos correspondientes en los que se encuentran dichas severidades, de acuerdo con la figura D.1.

3. La severidad climática combina los *grados-día* y la radiación solar de la localidad, de forma que se puede demostrar que cuando dos localidades tienen la misma severidad climática de invierno (SCI) la demanda energética de calefacción de un mismo edificio situado en ambas localidades es sensiblemente igual. Lo mismo es aplicable para la severidad climática de verano (SCV).

4. Para invierno se definen cinco divisiones distintas correspondientes a los siguientes intervalos de valores:

Tabla D.2a - Severidad climática de invierno

A	B	C	D	E
SCI ≤0,3	0,3 <SCI ≤0,6	0,6 <SCI ≤0,95	0,95 <SCI ≤1,3	SCI>1,3

5. Para verano se definen 4 divisiones distintas correspondientes a los siguientes intervalos de valores:

Tabla D.2b - Severidad climática de verano

1	2	3	4
SCV ≤0,6	0,6 <SCV ≤0,9	0,9 <SCV ≤1,25	SCV>1,25

6. Combinando las 5 divisiones de invierno con las 4 de verano se obtendrían 20 zonas distintas, de las cuales se han retenido únicamente las 12 en las cuales se ubican las localidades españolas.

7. Las 12 zonas retenidas se identifican mediante una letra, correspondiente a la división de invierno, y un número, correspondiente a la división de verano, como se muestra en la figura D.1.

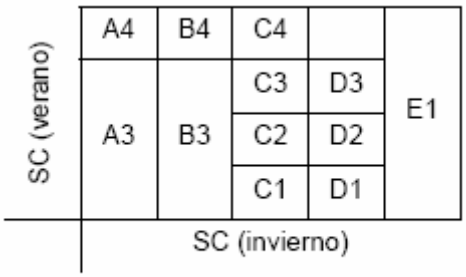


Figura D1. Zonas climáticas

8. Para las zonas A1 y A2 se considerarán a todos los efectos, las mismas exigencias correspondientes a la zona climática A3.

9. Para las zonas B1 y B2 se considerarán a todos los efectos, las mismas exigencias correspondientes a la zona climática B3.

10. Para las zonas E2, E3, E4 se considerarán a todos los efectos, las mismas exigencias correspondientes a la zona climática E1.

A.2.1. Cálculo de las severidades climáticas

A.2.1.1. Severidad climática de Invierno (SCI)

1. En función de la disponibilidad de datos climáticos existen dos correlaciones alternativas:

a) correlación 1: a partir de los grados-día de invierno, y de la radiación global acumulada.

$$SCI = a \cdot Rad + b \cdot GD + c \cdot Rad \cdot GD + d \cdot (Rad)^2 + e \cdot (GD)^2 + f \qquad (D.1)$$

Siendo,

GD, la media de los grados-día de invierno en base 20 para los meses de enero, febrero, y diciembre. Para cada mes están calculados en base horaria, y posteriormente divididos por 24;

Rad, la media de la radiación global acumulada para los meses de enero, febrero, y diciembre [kW h / m2].

a	b	c	d	e	f
$-8{,}35 \cdot 10^{-3}$	$3{,}72 \cdot 10^{-3}$	$-8{,}62 \cdot 10^{-6}$	$4{,}88 \cdot 10^{-5}$	$7{,}15 \cdot 10^{-7}$	$-6{,}81 \cdot 10^{-2}$

b) correlación 2: a partir de los grados-día de invierno, y del ratio entre número de horas de sol y número de horas de sol máximas.

$$SCI = a \cdot GD + b \cdot n/N + c \cdot (GD)^2 + d \cdot (n/N)^2 + e \qquad (D.2)$$

Siendo,

GD, la media de los grados-día de invierno en base 20 para los meses de enero, febrero, y diciembre. Para cada mes están calculados en base horaria, y posteriormente divididos por 24;

n/N, el ratio entre número de horas de sol y número de horas de sol máximas sumadas cada una de ellas por separado para los meses de enero, febrero, y diciembre.

a	b	c	d	e
$2{,}395 \cdot 10^{-3}$	-1,111	$1{,}885 \cdot 10^{-6}$	$7{,}026 \cdot 10^{-1}$	$5{,}709 \cdot 10^{-2}$

A.2.1.2. Severidad climática de Verano (SCV)

1. Al igual que para invierno, en función de la disponibilidad de datos climáticos existen dos correlaciones alternativas:

a) correlación1: a partir de los grados-día de verano y de la radiación global acumulada.

$$SCV = a \cdot Rad + b \cdot GD + c \cdot Rad \cdot GD + d \cdot (Rad)^2 + e \cdot (GD)^2 + f \qquad (D.3)$$

Siendo,

GD, la media de los grados-día de verano en base 20 para los meses de junio, julio, agosto, y septiembre. Para cada mes están calculados en base horaria, y posteriormente divididos por 24;

Rad, la media de la radiación global acumulada para los meses de junio, julio, agosto, y septiembre [kW h / m2].

a	b	c	d	e	f
$3{,}724 \cdot 10^{-3}$	$1{,}409 \cdot 10^{-2}$	$-1{,}869 \cdot 10^{-5}$	$-2{,}053 \cdot 10^{-6}$	$-1{,}389 \cdot 10^{-5}$	$-5{,}434 \cdot 10^{-1}$

b) correlación 2: a partir de los grados-día de verano, y del ratio entre número de horas de sol y número de horas de sol máximas.

$$SCV = a \cdot GD + b \cdot n/N + c \cdot (GD)^2 + d \cdot (n/N)^2 + e \qquad (D.4)$$

Siendo,

GD, la media de los grados-día de verano en base 20 para los meses de junio, julio, agosto, y septiembre. Para cada mes están calculados en base horaria, y posteriormente divididos por 24;

n/N, el ratio entre número de horas de sol y número de horas de sol máximas sumadas cada una de ellas por separado para los meses de junio, julio, agosto, y septiembre.

a	b	c	d	e
$1{,}090 \cdot 10^{-2}$	1,023	$-1{,}638 \cdot 10^{-5}$	$-5{,}977 \cdot 10^{-1}$	$-3{,}370 \cdot 10^{-1}$

B. Sistema constructiu de panells PAMODIN

B.1. Introducció

S'ha inclòs aquest capítol ja que aquesta panells són els que es fan servir en l'estudi com a tancaments de la vivenda tant interiors com exteriors. No s'inclou a dins de la memòria per no interferir amb massa informació de la mateixa.

A la tendència actual de buscar alternatives constructives, que millorin el rendiment, qualitat i costos, sorgeixen els panells modulars PAMODIN, on s conjuguen rendiment i qualitat a un cost competent. El principal avantatge d'aquests panells és que aquests poder exercir una doble funció, es poden fer servir tant de parets com de murs de càrrega, no fent falta així la necessitat de col·locar pilars a l'estructura.

Aquest sistema constructiu pot ser aplicat en tot tipus de tancaments i murs divisoris, ja sigui a vivendes o edificis industrials. Es dirigeix a tot aquell que vulgui edificar, inclús en zones sísmiques o zones amb requeriments importants d'aïllament tèrmic i acústic. Tanmateix també permet una notable avantatja econòmica per la rapidesa i simplicitat del seu muntatge.

PAMODIN és un sistema semi-prefabricat industrialitzat, i per tant amb una fabricació a mida per a cada client. La seva versatilitat dona a l'enginyer la possibilitat de contar amb murs de diversos espessors i formes tant planes com corbades, sens restriccions per la col·locació de les obertures.

Aquest sistema constructiu està format per panells alleugerats, conformats per una ànima de poliestirè expandit amb dues malles electrosoldades espacialment, tipus gelosia. A la posta en obra, el panell s'acaba in situ amb morter o formigó projectat i/o moldejat per ambdues cares.

L'objectiu d'aquest punt es descriure els materials que composen el panell (poliestirè expandit i malla espacial), especificant les característiques principals dels mateixos.

B.2. Materials bàsics del panell

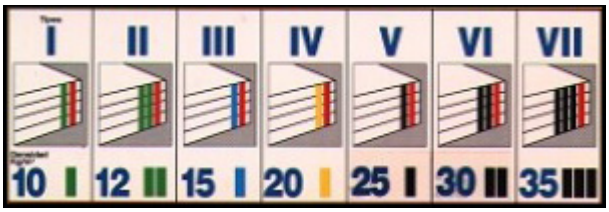
B.2.1. Poliestirè expandit

El poliestirè expandit o EPS és un material plàstic escumat utilitzat en el sector de la construcció, principalment com aïllant tèrmic i acústic, al camp de l'envàs i embalatge també presenta una sèrie d'aplicacions. El poliestirè expandit – EPS segons l'Assossiació Naciional

de Poliestirè Expandit (ANAPE), es defineix tècnicament com: “Material plàstic cel·lular i rígid fabricat a parir del moldejat de perles pre-expandides de poliestirè expandible o un dels seus copolímers, que presenta una estructura cel·lular tancada i plena d’aire” (ANAPE, 1992). Familiarment l’EPS és conegut també com suro blanc.

L’EPS es un plàstic inert i no degradable, es caracteritza principalment per les seves bones condicions d’estalvi energètic. Degut a les seves propietats i característiques tècniques, l’EPS és el material idoni per l’aïllament, tant tèrmic com acústic, que és el que pretén aquest tipus de panell, a més del seu poc pes i resistència a la humitat.

En la funció d’aplicació l’EPS es classifica segons la seva densitat, aquestes es situen en l’interval que va des dels 10 kg/m^3 fins als 35 kg/m^3. La norma UNE 92.110 segons l’ANAPE, estableix una sèrie de tipus normalitzats en funció de la seva densitat, tal i com e mostra a la taula B.2.1.



Taula B.2.1. Normes d’identificació de l’EPS (ANAPE, 1992)

El poliestirè usat als panells de la vivenda és del tipus VI de densitat de 30 kg/m^3 per donar una major qualitat acústica i tèrmica.

Per la conformació del panell , l’EPS es talla en ones simultànies amb una profunditat que varia entre 10 i 20 mm i la seva espessor varia entre 60 i 240mm (figura B.2.1). Ara bé, a l’acabar el panell in-situ amb el morter, es forma el que es podria denominar com *morter armat*, presentant major rigidesa a l’element (figura B.2.2).

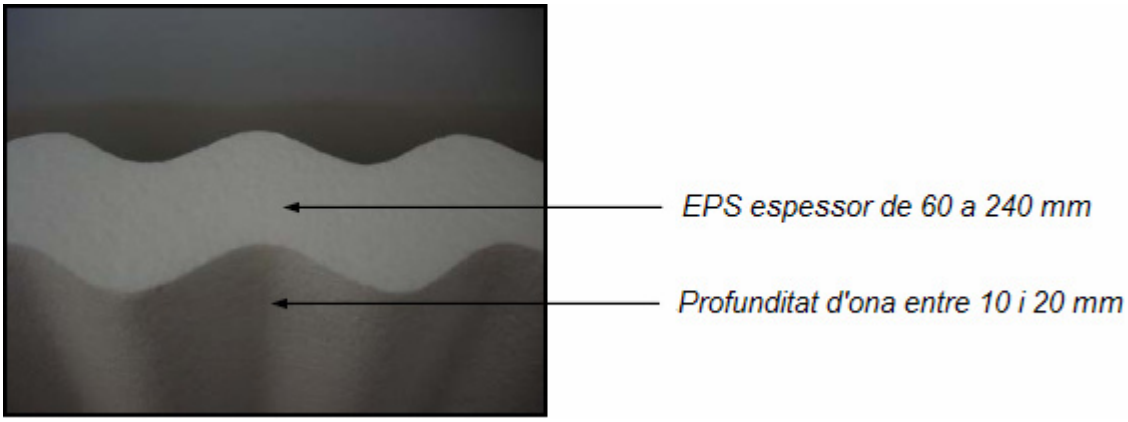


Figura B.2.1. Poliestirè expandit

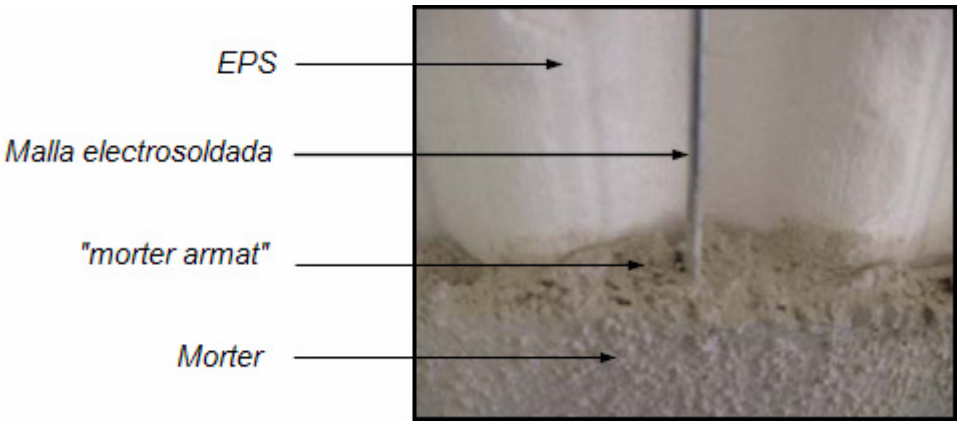


Figura B.2.2. Morter armat

Les làmines de poliestirè li confereixen al panell PAMODIN les següents propietats.

- Propietats hidròfugues. Al ser el nucli de EPS, forma una barera pel pas de l'aigua, evitant filtracions i condensacions.

- Propietats d'aïllament tèrmic. L'EPS, gràcies a la gran resistència tèrmica, i la seva baixa conductivitat tèrmica, confereix al panell un aïllament tèrmic excel·lent. Utilitzant els panells com a tancament exterior, s'obtenen grans estalvis d'energia en calefacció i refrigeració. Precisament aquest és el tema del projecte en qüestió.

- Resistència al foc. El panell amb la capa de morter, a cada costat, fan del panell un element amb una elevada resistència al foc.

- Lleugeresa. El panell a través del morter i la malla d'acer ofereix una gran resistència a compressió i a flexió. A més a més al tenir el nucli d'EPS, queda alleugerat, donant com a resultat un element resistent, i lleuger.

B.2.2. Malla electrosoldada espacial

La malla que conforma el panell és un reforç d'acer prefabricat tipus gelosia, que consisteix en dos malles paral·leles de diàmetre 3,4 m, interconnectades entre sí a través de connectors d'acer de diàmetre 3 mm (figura B.2.3).

El tipus d'acer de la malla és B-500-S, de baix contingut en carboni (inferior al 0.1%), que li proporciona qualitat soldable ja que aquesta va electrosoldada. Aquest acer és galvanitzat, amb tractament de Zinc, per evitar la corrosió del mateix.

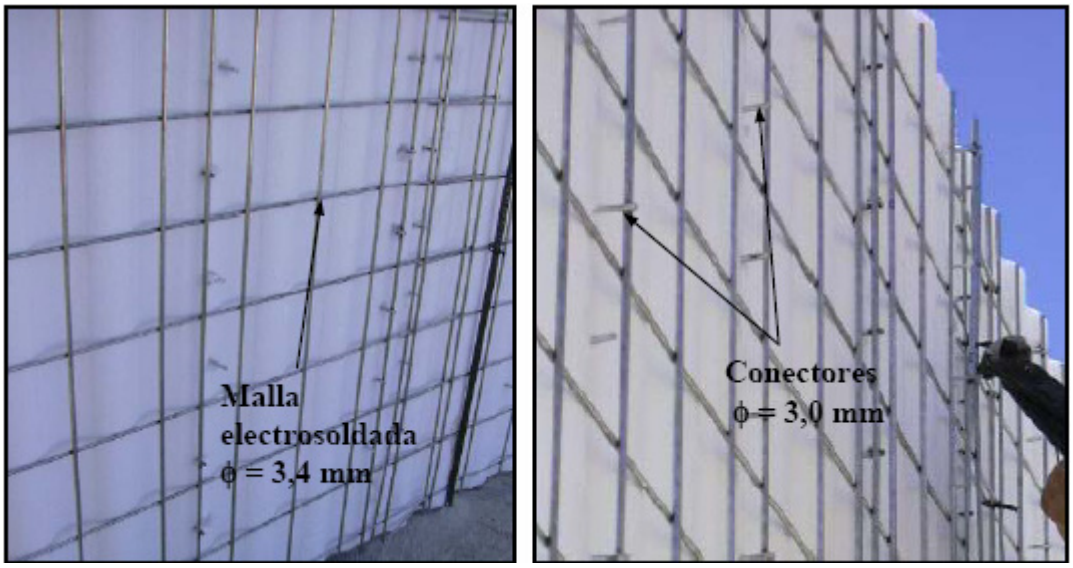


Figura B.2.3. Malla electrosoldada galvanitzada (ϕ =3,4 mm) i connectors (ϕ =3,0 mm)

L'acer utilitzat tant per les malles com pels connectors té un límit elàstic nominal de 500 MPa. Les malles ubicades de forma paral·lela a cada costat de l'EPS formen un retícula de 75x75 mm, igualment els connectors es solden cada 215 mm en horitzonal i 75 mm en vertical, tal i com es mostra a la figura B.2.3.

Les malles d'acer, com que estan recobertes de morter o micro-formigó li confereixen al panell PAMODIN les següents propietats.

- *Resistència a compressió i a flexió*. El panell es converteix en un element amb les característiques del formigó armat, que dependran dependran del tipus de morter o micro-formigó utilitzat. Així doncs, a major resistència a la compressió del morter, major capacitat de suport tindrà el mur PAMODIN.

- Resistència als impactes. El panell, gràcies a les característiques de la malla (diàmetre i tamany de la retícula), ofereix una elevada resistència als impactes, tant de grans objectes com de petits.

B.3. Fabricació, emmagatzematge i transport

La fabricació del panell es automatitzada, i de baix cost energètic. Les màquines són elèctriques, per tant no hi ha emissions de gasos a l'exterior de la planta. El procés de fabricació esdevé senzill, es tallen les plaques d'EPS que arriben a la planta i s'hi col·loquen els cables d'acer amb els seus connectors que prèviament també s'han de tallar. Es considera que el procés és de baix risc laboral.

Els panells, poden es poden emmagatzemar en naus o temporalment a l'aire lliure si es cobreix amb plàstic per protegir-lo de la intempèrie.

Finalment en quant al transport, dir que el panell ocupa un gran volum però no obstant ofereix un poc pes, això fa que la càrrega i descàrrega dels camions sigui aparatosa però sense cap perill per als operaris.

B.4. Tipus de panell i peces d'unió

Es fabriquen dos tipus de panells que es descriuen a continuació.

- Panells per a murs. S'utilitzen en murs de càrrega, parets de tancament exterior i parets divisòries interiors, que designem amb la nomenclatura *PM-i*, on les lletres *"PM"* signifiquen panell de mur, i la lletra "i" indica l'espessor de la làmina de poliestirè en centímetres. Les característiques geomètriques del panell, diàmetres de l'acer longitudinal, del transversal i dels connectors, tamany de la retícula de la mala i espessors de poliestirè s'indiquen a la figura B.4.1. i a la taula B.4.1.

- Panell per a forjats. S'utilitzen en forjats de coberta i forjats entre nivells, que designem amb la nomenclatura *PF-i*, on les lletres *"PF"* signifiquen panells de forjat i la lletra *"i"* indica l'espessor de la làmina de poliestirè en centímetres. Igual que el cas anteriors es troben caracteritzats els paràmetres que defineixen aquest panell a la figura B.4.2. i a la taula B.4.2.

Un cop definits els tipus de panells es descriuen les tres peces d'unió existents entre ells.

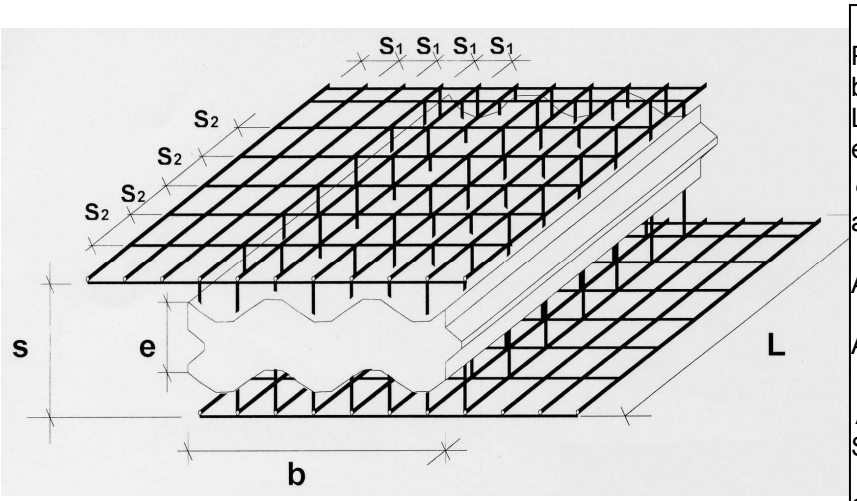
- Malles planes. És la mateixa malla que duen els panells, i s'utilitza per empalmar els panells, fer reforços a cantonades de portes i finestres i armar amb malla en direcció diagonal. Les característiques geomètriques de la malla, diàmetres de l'acer longitudinal i transversal, separacions entre acers i les seves aplicacions es troben a la figura B.4.3. i a la taula B.4.3.

- Malles en L. Aquestes malles s'utilitzen per les unions entre panells de mur que formen cantonades ja sigui en angle recte o no, i per les unions entre mur i forjat. Igual que en el cas anterior es troben les característiques corresponents a aquesta malla a la figura B.4.4. i a la taula B.4.4.

- Malles en U. Aquestes malles s'utilitzen per reforçar les cantonades de les obertures, rematar murs i panells de forjat en vol. La taula B.4.5 i la figura B.4.5. reflecteixen les característiques d'aquesta malla.

Tipus de Panell	Poliestirè (EPS) ρ=15kg/m^3			Acer B-500-S Malles i connectors entre malles								
	Dimensions panell			Barres longitudinals			Barres transversals			Connectors. Barres ortogonals		
Tipus de panell	b	L	e	ϕ	S1	A_{slong}	ϕ	S2	A_{stran}	ϕ	axb	ρ_{connec}
	m	*m*	*m*	*mm*	*cm*	*cm^2*	*mm*	*cm*	*cm^2*	*mm*	*mxm*	$\frac{n^o \phi}{m^2}$
PM-06	0,95	3,00	0,06	3,40	7,50	1,21	3,00	15,00	0,47	3,00	15x21,55	31
PM-08	0,95	3,00	0,08	3,40	7,50	1,21	3,00	15,00	0,47	3,00	15x21,55	31
PM-10	0,95	3,00	0,10	3,40	7,50	1,21	3,00	15,00	0,47	3,00	15x21,55	31
PM-12	0,95	3,00	0,12	3,40	7,50	1,21	3,00	15,00	0,47	3,00	15x21,55	31
PM-14	0,95	3,00	0,14	3,40	7,50	1,21	3,00	15,00	0,47	3,00	15x21,55	31
PM-16	0,95	3,00	0,16	3,40	7,50	1,21	3,00	15,00	0,47	3,00	15x21,55	31
PM-18	0,95	3,00	0,18	3,40	7,50	1,21	3,00	15,00	0,47	3,00	15x21,55	31
PM-20	0,95	3,00	0,20	3,40	7,50	1,21	3,00	15,00	0,47	3,00	15x21,55	31

Taula B.4.1. Característiques Panells PM



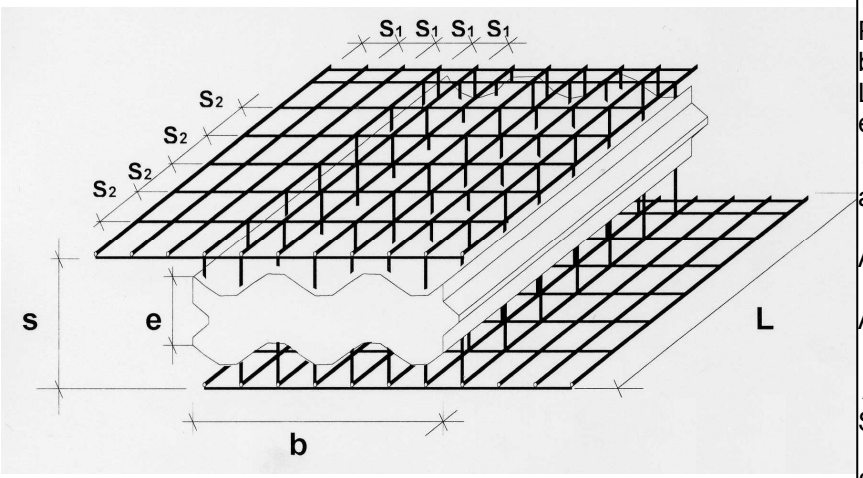
Llegenda

PM-i:	Panell PM d'EPS
b:	Amplada
L:	Longitud
e:	Espessor de EPS
ϕ:	Diàmetre de l'acer
axb:	Separació entre connectors
A_{slong}:	Àrea d'acer longitudinal
A_{strans}:	Àrea d'acer transversal
ρ_{connec}:	Densitat connectors
S1:	Separació entre acers longitudinals
S2:	Separació entre acers transversals

Figura B.4.1. Esquema Panells PF

Tipus de Panell	Poliestirè (EPS) ρ=15kg/m^3			Acer B-500-S Malles i connectors entre malles								
	Dimensions panell			Barres longitudinals			Barres transversals			Connectors. Barres ortogonals		
Tipus de panell	b	L	e	ϕ	S1	A_{slong}	ϕ	S2	A_{stran}	ϕ	a x b	ρ_{connec}
	m	*m*	*m*	*mm*	*cm*	*cm^2*	*mm*	*cm*	*cm^2*	*mm*	*m x m*	$\frac{n^o \phi}{m^2}$
PF-06	0,95	2-6	0,06	3,40	7,50	1,21	3,00	5,00	1,41	3,00	5x21,55	93
PF-08	0,95	2-6	0,08	3,40	7,50	1,21	3,00	5,00	1,41	3,00	5x21,55	93
PF-10	0,95	2-6	0,10	3,40	7,50	1,21	3,00	5,00	1,41	3,00	5x21,55	93
PF-12	0,95	2-6	0,12	3,40	7,50	1,21	3,00	5,00	1,41	3,00	5x21,55	93
PF-14	0,95	2-6	0,14	3,40	7,50	1,21	3,00	5,00	1,41	3,00	5x21,55	93
PF-16	0,95	2-6	0,16	3,40	7,50	1,21	3,00	5,00	1,41	3,00	5x21,55	93
PF-18	0,95	2-6	0,18	3,40	7,50	1,21	3,00	5,00	1,41	3,00	5x21,55	93
PF-20	0,95	2-6	0,20	3,40	7,50	1,21	3,00	5,00	1,41	3,00	5x21,55	93

Taula B.4.2. Característiques Panells PF



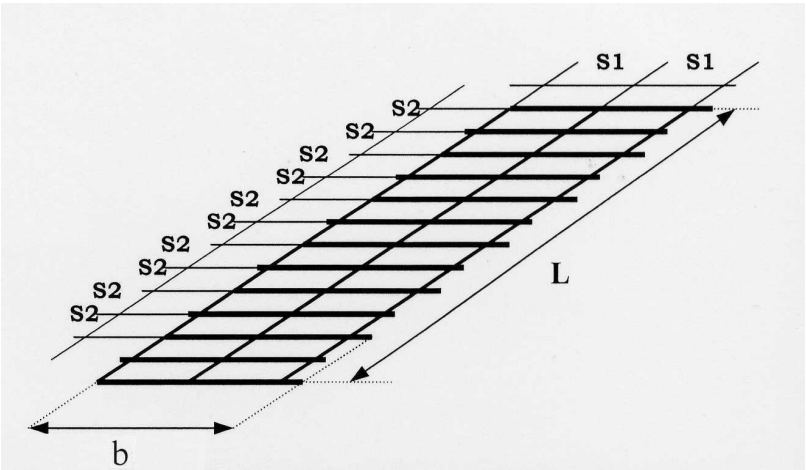
Llegenda

PF-i:	Panell PF d'EPS
b:	Amplada
L:	Longitud
e:	Espessor de EPS
ϕ:	Diàmetre de l'acer
axb:	Separació entre connectors
A_{slong}:	Àrea d'acer longitudinal
A_{strans}:	Àrea d'acer transversal
ρ_{connec}:	Densitat connectors
S1:	Separació entre acers longitudinals
S2:	Separació entre acers transversals

Figura B.4.2. Esquema Panells PF

	Malla empalmar panells i reforç de cantonades d'obertures									
	Dimensions malla		Barres longitudinals			Barres transversals			Peso de una unidad	ÚS
Tipus	b	L	ϕ	S1	A_{slong}	ϕ	S2	A_{stran}		
	m	*m*	*mm*	*cm*	*cm²*	*mm*	*cm*	*cm²*	*kg*	
Malla plana	0,30	1,00	3,00	15,00	0,47	3,40	7,50	1,21	0,54	Cantonada obertures Empalmar panells

Taula B.4.3. Característiques Malla Plana



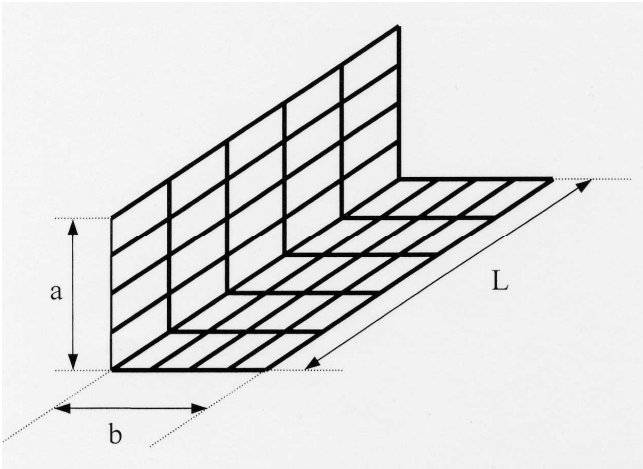
Llegenda

b: Amplada
L: Longitud
ϕ: Diàmetre de l'acer
A_{slong}: Àrea d'acer longitudinal
A_{strans}: Àrea d'acer transversal
S1: Separació entre acers longitudinals
S2: Separació entre acers transversals

Figura B.4.3 Esquema Malla Plana

	Malla en L de Pamodin										
	Dimensions malla			Barres longitudinals			Barres transversals			Peso de una unidad	ÚS
Tipus de peça	a	b	L	ϕ	S1	A_{slong}	ϕ	S2	A_{stran}		
	m	*m*	*m*	*mm*	*cm*	*cm*^{2}	*mm*	*cm*	*cm*^{2}	*kg*	
Malla en L	0,30	0,30	1,00	3,00	15,00	0,47	3,40	7,50	1,21	0,96	Unions cantonades

Taula B.4.4 Característiques Malla en L



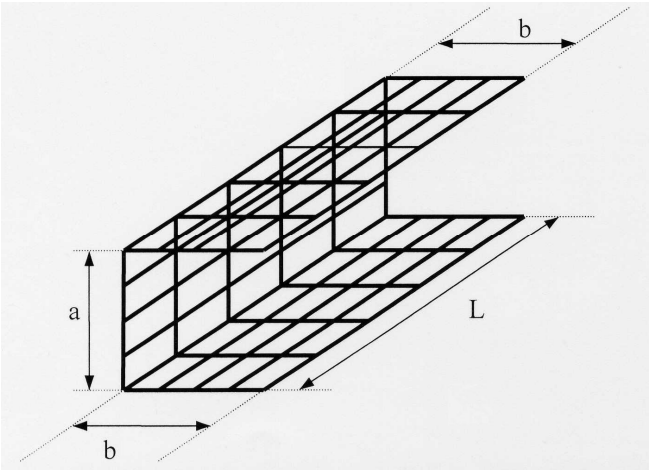
Llegenda

a: Alçada
b: Amplada
L: Longitud
ϕ: Diàmetre de l'acer
A_{slong}: Àrea d'acer longitudinal
A_{strans}: Àrea d'acer transversal
S1: Separació entre acers longitudinals
S2: Separació entre acers transversals

Figura B.4.4. Esquema Malla en L

	Malla en U de Pamodin									
	Dimensions				Acer B-500-S				Peso de una unidad	ÚS
Tipus de peça	b1	a	b2	L	ϕ	retícula	A_{slong}	A_{stran}		
	M	*m*	*m*	*m*	*mm*	*cm x cm*	*cm²*	*cm²*	*kg*	
U-06	0,32	0,09	0,32	1,00	3 i 3,4	7,5 x 15	0,47	1,21	1,11	Obertures
U-08	0,32	0,11	0,32	1,00	3 i 3,4	7,5 x 15	0,47	1,21	1,14	
U-10	0,32	0,13	0,32	1,00	3 i 3,4	7,5 x 15	0,47	1,21	1,16	
U-12	0,32	0,15	0,32	1,00	3 i 3,4	7,5 x 15	0,47	1,21	1,18	
U-14	0,32	0,17	0,32	1,00	3 i 3,4	7,5 x 15	0,47	1,21	1,27	
U-16	0,32	0,19	0,32	1,00	3 i 3,4	7,5 x 15	0,47	1,21	1,29	
U-18	0,32	0,21	0,32	1,00	3 i 3,4	7,5 x 15	0,47	1,21	1,31	
U-20	0,32	0,23	0,32	1,00	3 i 3,4	7,5 x 15	0,47	1,21	1,34	

Taula B.4.5. Característiques Malla en U



Llegenda

a: Alçada
b: Amplada
L: Longitud
ϕ: Diàmetre de l'acer
A_{slong}: Àrea d'acer longitudinal
A_{strans}: Àrea d'acer transversal
retícula: dimensiones quadrícula de la malla

Figura B.4.4. Esquema Malla en U

C. Transmissió de calor en tancaments

La calor és la energia transmesa entre cossos com a conseqüència d'una diferència de temperatura. La major part de pèrdues de calor en un edifici succeeix a través dels seus tancaments. Això és així perquè independentment de la estació a la que estem i independentment de si ens trobem a un cas de pèrdues o de guanys tèrmics, la capacitat de un edifici per propiciar o impedir la transmissió d'energia a través dels seus tancaments, ja siguin opacs, translúcids o transparents, serà funció de la resistència tèrmica dels mateixos.

Quan disposem d'un tancament o element constructiu que ens separa dos ambients a diferent temperatures, es produeix una transferència de calor des de l'ambient calent al fred. Els mecanismes físics que regeixen aquesta transmissió de calor són tres: la conducció, la convecció i la radiació. Tots ells succeeixen simultàniament i a vegades resulta molt difícil separar-los. Per tots ells es compleix la equació de transferència de calor:

$$\boxed{\frac{\dot{Q}}{A} = U \cdot \Delta T = \frac{\Delta T}{R}} \qquad \textit{Eq. C.1.}$$

on $\dot{Q}$ és el flux d'energia per unitat de temps [W], A és la superfície de transmissió, U és una constant de proporcionalitat que es diu conductància tèrmica i R el seu invers, és la resistència tèrmica.

C.1. Conducció

És deguda a la interacció mecànica entre les molècules veïnes en tots els estats de la matèria però és un tipus d'interacció que es representa especialment en sòlids per mitja dels nuclis i dels electrons. L'aire és un mal conductor de calor, per tant se'n desprecia dita conducció.

L'equació anterior, pel cas de conducció, rep el nom de llei de Fourier i estableix que el flux de calor en règim permanent és proporcional al gradient de temperatura, agafa la forma:

$$\boxed{\vec{q}_{CD} = -\lambda \cdot A \cdot \nabla(\vec{r}, t)} \qquad \textit{Eq. C.2.}$$

A partir d'aquesta primera equació farem tres hipòtesis,

i) Estat estacionari, $\left.\frac{\partial T}{\partial t}\right] = 0 \rightarrow q = cte$

ii) La conductivitat no varia amb la temperatura, $\lambda = cte$

iii) Estudi unidimensional, $\left.\frac{\dot{q}}{A}\right]_x = -\lambda \cdot \frac{dT}{dx}$

Finalment queda:

$$\boxed{\dot{q}_{CD} = -\lambda \cdot A_{CD} \cdot \frac{dT}{dx} \approx -\lambda \cdot A_{CD} \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x}} \quad ; \text{ [W]} \qquad \textit{Eq. C.3.}$$

on, λ [W/m·K] rep el nom de coeficient de conductivitat tèrmica i és una característica física del mitjà de transport, en el nostre cas de les capes del tancament, i A_{CD} [m^2] és l'àrea perpendicular al flux de calor.

Per un tancament compost per capes paral·leles podem parlar de la resistència global de conducció, que equivaldrà, per aquesta configuració, a la suma de les resistències que conformen cada capa, depenent aquestes de l'espessor i de la conductivitat. L'efecte combinat queda recollit pel denominat coeficient de transmissió tèrmica d'un tancament U_c.

$$\boxed{R_{conducció} = \sum \frac{e_i}{\lambda_i} \left[\frac{m^2 \cdot K}{W}\right] \Leftrightarrow U_c = \frac{1}{R_{conducció}} \left[\frac{W}{m^2 \cdot K}\right]} \qquad \textit{Eq. C.4.}$$

C.2. Convecció

És el tipus de transmissió de calor característic de les interfícies (superfícies comuns a sòlid i fluid) ja siguin sòlid-liquid o sòlid-gas. La interacció mecànica entre el cos i el fluid juntament amb la deformitat i densitat variable (en funció de T) d'aquest últim, provoca el moviment del fluid i la seva deformació a causa de la temperatura i la transmissió de calor. La convecció es pot entendre com una conducció més un moviment. Si aquest moviment del fluid és natural, simplement afectat per la gravetat, parlem de convecció natural. Si, pel contrari, afegim moviment artificial (agitació, ventilació,etc,...) parlem de convecció forçada. L'equació B.1 aplicada al cas de convecció rep el nom de llei de Newton de la convecció i s'expressa com:

$$\boxed{\dot{q}_{CV} = h \cdot A_{CV} \cdot \Delta T = h \cdot A_{CV} \cdot (T_{\sup erficie} - T_\infty)} \quad ; \text{ [W]} \qquad \textit{Eq. C.5.}$$

On, h és el coeficient superficial de transferència de calor per convecció i, a diferència de λ, no és una propietat del fluid només sinó del sòlid a la vegada: es calcula a partir de números adimensionals com els de Nusselt (Nu), Reynolds (Re), Prandlt (Pr),... que tenen en compte

variables com la densitat, la velocitat del fluid, la geometria del cos que contacta, ,... Les seves unitats son [W/m^2·K].

C.3. Radiació

Per últim, la radiació és la transferència d'energia a través d'ones electromagnètiques degudes a la pròpia temperatura d'un cos (per T>0K) que es produeix des d'aquest, cap a fora i en totes direccions. La radiació és un procés de transmissió d'ones o partícules a través de l'espai o d'algun medi. Totes les formes de radiació són produïdes per càrregues accelerades. Diferent als cassos anteriors, les ones electromagnètiques no necessiten un medi material per propagar-se. Així, aquestes ones poden travessar l'espai interplanetari i interestel·lar i arribar a la Terra provinents del Sol i les estrelles. La longitud d'ona (λ) i la freqüència (ν) de les ones electromagnètiques, relacionades mitjançant l'expressió $\lambda \cdot \nu = c$, són importants per determinar la seva energia, visibilitat, poder de penetració i altres característiques. Independentment de la seva freqüència i longitud d'ona, totes les ones electromagnètiques es desplacen al buit a una velocitat de la llum c = 299,792 km/s.

Un cos gris és independent de la freqüència i emet una fracció ε de l'energia emesa pel cos negre, absorbeix la mateixa fracció i reflecteix la resta. L'equació de intercanvi d'energia radiant és la següent:

$$\boxed{\dot{q}_{RAD} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot \left(T^4_{\sup erficie} - T^4_{\infty^*}\right)} \text{ ; [W]} \qquad \textit{Eq. C.6.}$$

on, σ és la constant de Stefan-Boltzman, 5,67·10^{-8} W/m^2·K^{-4} i T_{∞^*} és la temperatura de l'entorn radiant que no té perquè ser igual a la temperatura ambient T_∞.

En el cas que ens ocupa, ens centrarem en la radiació solar incident a la vivenda provinent del sol i com aquesta afecta a l'escalfament interior de la mateixa. La radiació solar que arriba a la Terra es coneix també amb el nom de radiació d'ona curta. Considerant que arriba a l'atmosfera un **100**% de radiació solar, un 25% arriba directament a la superfície terrestre i un 26% és dispersat per l'atmosfera com radiació difusa també cap a la superfície terrestre. Per tant en total arriba un **51%** de radiació solar a la superfície terrestre. Un **19%** és absorbit pels núvols i gasos atmosfèrics i l'altre **30%** es perd reflectida cap a l'espai.

A la Terra només rebem dues milionèsimes parts de l'energia que genera el Sol. Arran de terra l'energia varia segons l'indret geogràfic i en funció de l'estació de l'any. L'avaluació de la radiació **incident** total en un punt determinat és la suma de la radiació **directa** "*beam radiation*" (radiació rebuda des del Sol sense que hagi sofert cap desviació en el seu camí al llarg de l'atmosfera) i de la radiació **difusa** "*diffuse radiation*" (radiació solar que ha sofert

canvis en la seva direcció, principalment deguts a la reflexió i a la difusió de l'atmosfera) condicionada també pels dies ennuvolats o altres condicions atmosfèriques. Aquest paràmetre, l'anomenem insolació i es mesura amb kJ/m^2. Lògicament, a la nostra latitud varia entre l'estiu i l'hivern. Curiosament, els valors de màxima insolació no es produeixen a l'equador sinó a la latitud 40º N, la nostra aproximadament. Això és el fet que a l'estiu el Sol passa per la nostra vertical, el dia s'allarga i podem tenir fins a 13 hores i mitja de llum.

D. Informe LIDER de la vivenda de Referència

Calificación Energética	Proyecto ECOPAM	
	Localidad MADRID	Comunidad MADRID

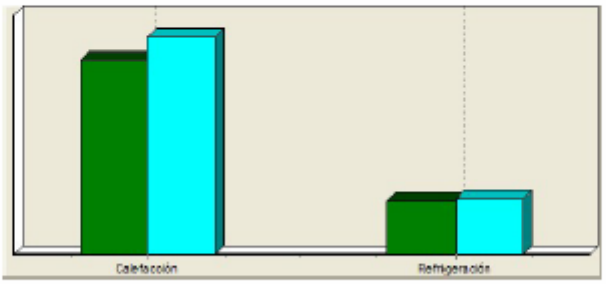
1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto ECOPAM	
Localidad MADRID	**Comunidad Autónoma** MADRID
Dirección del Proyecto	
Autor del Proyecto DAVID FORNE MASSONI	
Autor de la Calificación PAMODIN	
E-mail de contacto david.forne@gmail.com	**Teléfono de contacto** 605159955
Tipo de edificio	

2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	89,6	96,8
Proporción realtiva calefacción refrigeración	78,5	21,5



Fecha: 13/07/2006 Ref: 3CA7B112816D39C Página: 1

Calificación Energética	Proyecto ECOPAM	
	Localidad MADRID	Comunidad MADRID

3. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA

3.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrométrica	Área (m²)	Altura (m)
Planta Baixa_E01	Planta Baixa	Residencial	3	61,28	2,40
Planta Baixa_E02	Planta Baixa	Residencial	3	22,47	2,40
Planta Baixa_E03	Planta Baixa	Residencial	3	9,03	2,40
Planta Baixa_E04	Planta Baixa	Residencial	3	12,24	2,40
Planta Baixa_E05	Planta Baixa	Residencial	3	5,37	2,40
Planta Baixa_E06	Planta Baixa	Residencial	3	12,16	2,40

3.2. Cerramientos opacos

3.2.1 Materiales

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m³)	cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/Kg)	Just.
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W	0,03	30,00	1000,00	-	2,000E+01	--
EPS Poliestireno Expandido [0.037 W	0,04	30,00	1000,00	-	2,000E+01	--
EPS Poliestireno Expandido [0.046 W	0,05	30,00	1000,00	-	2,000E+01	--
Hormigón con áridos ligeros 1600 < d	1,15	1700,00	1000,00	-	6,000E+01	--
Mortero de cemento o cal para albañil	0,55	1125,00	1000,00	-	1,000E+01	--
Mortero de cemento o cal para albañil	0,70	1350,00	1000,00	-	1,000E+01	--
Mortero de cemento o cal para albañil	0,80	1525,00	1000,00	-	1,000E+01	--
Mortero de cemento o cal para albañil	1,00	1525,00	1000,00	-	1,000E+01	--
Mortero de cemento o cal para albañil	1,30	1900,00	1000,00	-	1,000E+01	--

Calificación Energética	Proyecto ECOPAM	
	Localidad MADRID	Comunidad MADRID

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m²)	cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/Kg)	Just.
Mortero de cemento o cal para albañil	0,30	625,00	1000,00	-	1,000E+01	--
Mortero de cemento o cal para albañil	0,40	875,00	1000,00	-	1,000E+01	--
Mortero de cemento o cal para albañil	1,80	2100,00	1000,00	-	1,000E+01	--
EPS Poliestireno Expandido [PAMOD	0,04	30,00	1200,00	-	2,000E+01	SI
Hormigón con áridos ligeros 1800 < d	1,35	1900,00	1000,00	-	6,000E+01	--
Hormigón en masa 2000 < d < 2300	1,65	2150,00	1000,00	-	7,000E+01	--
Hormigón en masa 2300 < d < 2600	2,00	2450,00	1000,00	-	8,000E+01	--
Arena y grava [1700 < d < 2200]	2,00	1450,00	1050,00	-	5,000E+01	--
Hormigón baja densidad	0,49	1000,00	1000,00	-	6,000E+01	SI
Grava	0,18	1000,00	1000,00	-	5,000E+01	SI
Parquet	0,21	800,00	2800,00	-	5,000E+01	SI
Frondosa, pesada 750 < d < 870	0,23	775,00	1600,00	-	5,000E+01	--

3.2.2 Composición de Cerramientos

Nombre	U (W/m²K)	Peso (kg/m²)	Material	Espesor (m)
ParetExt	0,54	0,00	Mortero de cemento o cal para albañilería	0,04
			EPS Poliestireno Expandido [PAMODIN]	0,06
			Mortero de cemento o cal para albañilería	0,04
ParetInt	0,54	0,00	Mortero de cemento o cal para albañilería	0,04
			EPS Poliestireno Expandido [PAMODIN]	0,06
			Mortero de cemento o cal para albañilería	0,04
Coberta	0,34	0,00	Mortero de cemento o cal para albañilería	0,03
			EPS Poliestireno Expandido [PAMODIN]	0,10

Calificación Energética	Proyecto ECOPAM	
	Localidad MADRID	Comunidad MADRID

Nombre	U (W/m²K)	Peso (kg/m²)	Material	Espesor (m)
Coberta	0,34	0,00	Mortero de cemento o cal para albañilería	0,05
Terra	0,40	0,00	Grava	0,04
			EPS Poliestireno Expandido [PAMODIN]	0,06
			Hormigón baja densidad	0,05
			Mortero de cemento o cal para albañilería	0,04
			Hormigón en masa 2300 < d < 2600	0,20
			Parquet	0,05

3.3. Cerramientos semitransparentes

3.3.1 Vidrios

Nombre	Coef. global (W/m²K)	Factor solar	Just.
Vidrio Doble	2,48	0,76	SI
Puerta Opaca Madera	2,00	0,85	SI

3.3.2 Marcos

Nombre	Coef. global (W/m²K)	Just.
Marco Aluminio	2,20	SI
VER_Normal sin rotura de puente térmico	5,70	–
Marco Madera	2,00	SI

3.3.3 Huecos

Nombre	Acristalamiento	Marco	% Hueco	Permeabilidad m³/hm² a 100Pa)	Just.
Hueco Ventana	Vidrio Doble	Marco Aluminio	15,00	25,00	SI

Calificación Energética	Proyecto ECOPAM	
	Localidad MADRID	Comunidad MADRID

Nombre			Coef. global (W/m²K)		Just.
Hueco	Puerta Opaca Madera	Marco Madera	10,00	25,00	SI

Calificación Energética	Proyecto ECOPAM	
	Localidad MADRID	Comunidad MADRID

4. Resultados

4.1. Resultados por espacios

Espacios	Área (m²)	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
Planta Baixa_E01	61,3	1	46,2	8,9	103,9	102,8
Planta Baixa_E02	22,5	1	61,6	76,2	119,9	119,7
Planta Baixa_E03	9,0	1	91,1	30,7	69,6	81,8
Planta Baixa_E04	12,2	1	74,8	23,9	79,8	87,2
Planta Baixa_E05	5,4	1	100,0	100,0	61,8	74,7
Planta Baixa_E06	12,2		38,1	38,7	67,5	77,5

Calificación Energética	Proyecto ECOPAM	
	Localidad MADRID	Comunidad MADRID

5. Lista de comprobación

Los siguientes elementos del edificio no proviene de la base de datos estándar, debiéndose acreditar sus propiedades térmicas.

Tipo	Nombre
Material	EPS Poliestireno Expandido [PAMODIN] Hormigón baja densidad Grava Parquet
Acristalamiento	Vidrio Doble Puerta Opaca Madera
Marco	Marco Aluminio Marco Madera
Puentes térmicos	Hueco ventana

E. Pressupost del projecte

Tot projecte ha de contenir un pressupost del mateix, és per això tot seguit es detalla la relació de costos generats durant la realització d'aquest projecte, associades tant a la documentació, al càlcul i anàlisi de les dades i a la redacció dels resultats. Les despeses es separen en dues categories.

- Cost dels recursos materials
- Cost dels recursos humans

El cost dels recursos materials d'aquest projecte es centren principalment en el cost del material informàtic que s'han utilitzat al llarg del mateix. Aquest inclou partides com programes específics i científics, programes no gratuïts d'ofimàtica i ordinadors.

No obstant, el cost dels recursos humans és la partida més important del total del pressupost, on es quantifiquen els costos relacionats amb els treballs realitzats pels enginyers i personal administratiu. La valoració econòmica d'aquests recursos ha tingut en compte les hores de dedicació d'aquest personal per la tarifa horària corresponent a cada categoria.

E.1. Cost dels recursos humans

La finalitat d'aquest punt és obtenir els euros a que equivalen a la feina realitzada pel personal involucrat en el projecte. Fer els costos dels recursos humans és molt relatiu a la valoració que pot fer cadascú d'aquest recursos. En el cas que ens ocupa s'han tingut en compte tres aspectes alhora de fer una valoració del treball humà.

- Fases del projecte
- Categoria del personal en la realització de les fases
- Assignació horària de les fases

Els tres punts estan relacionats amb les fases del projecte, les quals es recullen a continuació per ordre cronològic de l'1 al 5.

1. *Documentació*. Aquesta fase fa referència a la recerca d'informació relacionada amb el projecte i que ens pot ser d'utilitat per a la realització del mateix. S'inclou bibliografia especialitzada i sobretot la recerca per Internet, molt útil en el temps

d'avui en dia. Una bona recerca d'informació, prèvia a la realització del projecte, ens assegura anar ben encaminats en fases posteriors.

2. *Recopilació i processat de dades*. En aquesta fase s'inclouen les hores dedicades pels enginyers en ordenar, processar i seleccionar les dades i la informació recollida a la fase de documentació. S'ha de descartar la informació que pugui desviar-nos del projecte en qüestió.

3. *Interpretació dels resultats*. Aquesta fase és la fase que compren el nucli del treball i inclou les hores dedicades pels enginyers a analitzar les dades obtingudes de l'anterior fase i enfocar-les al treball en qüestió obtenint resultats.

4. *Revisió dels resultats*. Tot projecte ha d'estar supervisat per algú amb més formació i per tant amb més càrrec que el que realitza el projecte. Supervisar vol dir corregir càlculs i plantejaments erronis en la interpretació del resultats. En el meu cas s'inclouen en aquesta fase les hores dedicades pel meu tutor de projecte Dr. José Mª Baldasano i pels professors de la Universitat de Lleida Joan Ignasi Rossell i Manuel Ibañez.

5. *Redacció*. Constitueix la fase final del projecte i tal com indica el títol s'inclouen les hores dedicades pels enginyers a fer la redacció de totes les parts del document, incloent la presentació i la estètica del mateix.

Un cop realitzada la descripció de cada una de les fases, es defineixen dos tipus de personal per a la realització d'aquestes fases, l'enginyer junior i l'enginyer sènior. El primer és un enginyer en formació i que no té la maduresa professional com per esdevenir enginyer sènior.

La carrera d'un enginyer comença a la fase acadèmica, que es caracteritza per una diversificació relativament reduïda de les temàtiques que l'alumna aborda, i per la condició d'usuari que aquest posseeix. Al final del camí s'hi troba l'enginyer sènior, especialitzat en proveir un determinat servei, en general amb característiques diferenciades a les que ofereixen els seus companys de professió. Així doncs, l'enginyer junior es diferencia del sènior en termes de sou, tarifant el primer a uns 30€/hora i el segon a uns 90€/hora.

Finalment, el tercer aspecte de la valoració del treball humà corresponent a l'assignació horària de les fases s'ha definit tenint en compte l'experiència pròpia en la realització del projecte. La taula E.1.1 recull el cost global dels recursos humans, desglossat en les cinc fases, la categoria del personal que les realitza, la assignació horària de les mateixes i els euros que corresponen a aquesta tasca d'acord amb les tarifes descrites.

El projecte ha durat sis mesos des de l'enregistrament fins al lliurament, el que equival a 182 dies aproximadament. Si es treuen els caps de setmana, queden 134 dies laborals. La dedicació diària al projecte ha estat de mitjana 6 hores al dia, per tant el còmput global d'hores dedicades al projecte són 804 hores. Fent números rodons fa 800 hores.

Fase	Categoria	Dedicació *h*	Tarifa *€/h*	Cost *€*
1. Documentació	Enginyer Junior	60	30	1.800
2. Recopilació i processat de dades	Enginyer Junior	300	30	9.000
3. Interpretació de resultats	Enginyer Junior	160	30	4.800
4. Revisió dels resultats	Enginyer Sènior	80	90	7.200
5. Redacció	Enginyer Junior	200	30	6.000
COST TOTAL RECURSOS HUMANS		**800**	**28.800€**	

Taula E.1.1. Recull del cost global dels recursos humans dividit en les fases del projecte

E.2. Cost dels recursos materials

El cost dels recursos materials comprèn tot aquell aspecte material que hagi pogut esdevenir un cost alhora de realitzar el projecte. En el primer punt s'inclouen els costos que són amortitzables en tres anys, amb la corresponent despesa realitzada tal i com escenifica la taula E.2.1.

Concepte	Import (€)
Ordinador personal AMD Athlon 3200Mhz	1000
Impressora EPSON CX3200	200
Llicència Microsoft ® Word 2003	350
Llicència Microsoft ® Excel 2003	350
Llicència TRNSYS v.16	3.800
TOTAL	**5.700**
Amortització a tres anys	**1.900€/any**

Taula E.2.1. Costos amortitzables a tres anys

Les llicències de Microsoft s'obtenen directament de la pàgina web de Microsoft, en canvi la llicència del programa de simulació TRNSYS v16 s'adquireix a Espanya a partir de l'empresa d'enginyeria AIGUASOL ja que aquesta té l'exclusiva.

El segon punt de costos materials correspon als costos fixes que els desglossem en subministres de primera necessitat (aigua, llum i electricitat) i la connexió a Internet ADSL, indispensable actualment. La taula E.2.2. cita aquests costos fixes.

Concepte	Import (€/any)
Subministres	300
Connexió servei ADSL 24h Telefònica	400
TOTAL	**700**

Taula E.2.1. Costos amortitzables a tres anys

Així doncs, el total de costos fixes són 2600€/any. Si es té en compte que les hores de treball anuals en mitjana es situen en 1600h/any i que el projecte ha tingut una inversió en hores de 800h es troba el cost fix del projecte segons la equació E.2.1.

$$Cost\ material\ projecte = \frac{2600€}{any} \cdot \frac{1\,any}{1600h} \cdot \frac{800h}{projecte} = 1300€$$ *Eq. E.2.1*

Finalment s'ha de sumar el cost material de material d'oficina (cartutxos de tinta, paper, cd's) que el situem en 150 €. El cost total dels recursos materials del projecte doncs és **1.450€** ja amb l'iva inclòs.

E.3. Cost total del projecte

L'únic que s'ha de fer en aquest punt és posar en comú els dos costos anteriors, els de recursos humans i els de recursos materials. Aquest fet es recull a la taula E.3.1.

Concepte	Import (€)
Cost recursos humans	28.800
Cost recursos materials	1.450
TOTAL	**30.250**

Taula E.2.1. Costos amortitzables a tres anys

F. Article revista ecoconstrucción

Aquest article va ser presentat i publicat a la revista ecoconstruccion i correspon al número de Juliol a Setembre. S'ha cregut oportú adjuntar-lo als annexos com a justificació de la feina realitzada i la connexió d'aquest projecte amb el projecte global ECOPAM.

DAVID FORNÉ MASSONI. INGENIERO INDUSTRIAL-DEPARTAMENTO I+D PAMODIN

La novedad de la vivienda ECOPAM será la obtención de un gran confort térmico de la manera más natural, mediante la utilización, diseño, geometría y orientación de los paneles Pamodin.

Nos apoyaremos en los estudios térmicos facilitados por El Departament de Medi ambient i Ciencias del Sol de la Universitat de Lleida, integrado en el CREA (Centre de Recerca d'Energia Aplicada) y el CIMNE (Centro internacional de Métodos Numéricos aplicados a la Ingenieria de la Universitat Politecnica de Catalunya). Otro apoyo será el diseño arquitectónico de la vivienda ECOPAM realizado por los arquitectos David Buchaca y Marc Forés de Estudi Vértex de Barcelona.

La vivienda incorporará un sencillo pero completo sistema control domótico táctil, que proporciona de forma integrada funciones de control energético, telecomunicaciones, control de automatismos, iluminación y sistema de seguridad. Todos estos criterios utilizados tanto en el diseño como en la elección de los materiales empleados, nos darán como resultado una vivienda ecológica y 100% sostenible.

Este proyecto está formado por un total de seis tareas. De todas ellas, en este artículo vamos a centrarnos en aquella que trata del estudio y las simulaciones térmicas de la vivienda.

Es un proyecto novedoso en cuanto a los materiales utilizados para la construcción de la vivienda. Se va a conseguir desarrollar una vivienda semi-prefabricada de paneles PAMODIN, compuestos por un núcleo de Poliestireno expandido (EPS), rodeado de acero para ganar resistencia y acabado con 4cm de mortero en ambos lados del panel. Estos paneles proporcionan unas cualidades inigualables en cuanto a aislamiento térmico a bajo coste y rapidez de construcción.

LOS CRITERIOS UTILIZADOS EN EL DISEÑO Y EN LA ELECCIÓN DE MATERIALES DARÁN COMO RESULTADO UNA VIVIENDA ECOLÓGICA Y CIEN POR CIEN SOSTENIBLE

El objetivo de este estudio es obtener una vivienda óptima para cuatro ciudades de España situadas en zonas climáticas distintas, mediante simulaciones térmicas dinámicas por ordenador mediante el programa TRNSYS v.16. Para conseguirlo se partirá de una vivienda de referencia en la cual se aplicarán estrategias pasivas de eficiencia energética que harán fluctuar las cargas de calefacción y refrigeración (kWh/m²·año). Cuando se llegue al mínimo de carga energética se considerará acabado el proceso.

La vivienda de referencia consta de un total de 62m² de superficie total, de una sola planta y a dos aguas. El modelo de la vivienda se centra en cinco zonas térmicas, las cuales han sido introducidas al programa de simulación térmica para realizar el estudio. Se han definido los límites de calefacción y refrigeración a 21 y 25ºC respectivamente, consiguiendo obtener una temperatura de confort en el interior de la vivienda siempre dentro de estos límites.

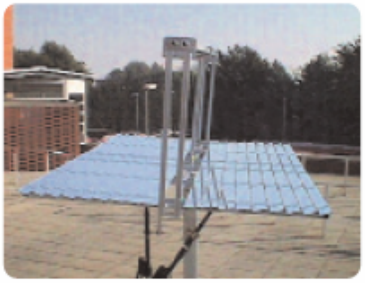
En cuanto a la ventilación de la vivienda, su objetivo es garantizar la calidad de aire ne-

cesaria para la respiración y para evitar posibles olores. El orden de renovación de aire, que se mide en caudal absoluto (m^3/h) o relativo respecto el volumen del local (renovaciones/hora=$m^3/h \cdot m^3$local) es de 0,5 renovaciones/h para usos residenciales, un valor que aumenta según la ocupación y el tipo de actividad. Se sitúa la renovación mínima higiénica en unos 25 m^3/pers·h; como la vivienda está pensada para tres personas se sitúa aproximadamente a 0,5 renovaciones/h. En cocinas y baños es preferible que haya 1 renovación/h ya que son lugares susceptibles de olores y humos más frecuentes. Las infiltraciones incontroladas de aire también son un punto a tener en cuenta en todos los edificios, por eso se va a hacer una hipótesis de infiltraciones de 0,05 renovaciones/h.

Incorporación de sistemas de producción solar termo-fotovoltaico

Con este proyecto, se pretende demostrar que la industrialización y la integración de sistemas energéticos es viable en los modulos Pamodin.

La vivienda de referencia cumple la normativa HE-1 del nuevo Código Técnico de la Edificación. Se ha escogido pasar la opción general ya que nuestro proyecto no es muy complicado de introducirlo a LIDER v1.0. Obviamente el sistema estructural Pamodin, al ser nuevo, no figura dentro de las librerías de LIDER y se han debido introducir. Después de hacer los cálculos y comprobar que los resultados de nuestra vivienda son correctos, se debe adjuntar la documentación necesaria conforme a la cual los valores introducidos son verdaderos. El programa nos da 2 valores, un % de calefacción y un % de refrigeración. Es condición indispensable pero no suficiente que los 2 valores sean inferiores al 100% (edificio de referencia creado por LIDER). El programa compara el edificio introducido con uno que no necesariamente es de igual forma pero si que cumple los límites de la HE-1, por tanto estos valores no son significativos en cuanto a consumo real de energía. Los resultados son 89,6% de calefacción y 96,8% de refrigeración, y una proporción relativa de calefacción y refrigeración del 78,5% (lo que quiere decir que nuestra vivienda tiene más demanda de calefacción que de refrigeración).



El programa LIDER no es comparable con los grandes y potentes programas de simulación dinámica de sistemas como TRNSYS, y no comprende aspectos tan importantes como son las ganancias internas, la ventilación, las infiltraciones no deseadas, la climatización y, sobre todo, el confort. Es por eso que tras el CUMPLE de LIDER, se ha introducido la vivienda a TRNSYS v16 con las mismas características que LIDER y los parámetros no contemplados en este último.

CON ESTE PROYECTO, SE PRETENDE DEMOSTRAR QUE LA INDUSTRIALIZACIÓN Y LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS ENERGÉTICOS ES VIABLE EN LOS MODULOS PAMODIN

Los resultados de una primera simulación de la vivienda son, para Madrid, una carga de calefacción de 46,836 kWh/m^2·año y una de refrigeración de 46,639 kWh/m^2·año. Estos valores son realmente bajos teniendo en cuenta que no hay instalada ninguna estrategia pasiva en la vivienda, sólo los paneles ecológicos PAMODIN de 6 cm. Para darnos cuenta de la importancia de este hecho se ha hecho una simulación utilizando los sistemas clásicos constructivos, como son ladrillos, los resultados han sido 225,276 kWh/m^2·año de calefacción y 126,358 kWh/m^2·año de refrigeración. El aumento de carga energética es considerable, 381% en calefacción y 171% en refrigeración.

Una primera estrategia pasiva de mejora energética que se ha realizado es aumentar tanto el grueso de aislante PAMODIN hasta 12cm en paredes exteriores y en la cubierta. Los resultados han sido 30,223 kWh/m^2·año de calefacción y 44,388 kWh/m^2·año de refrigeración.

Seguidamente se ha decidido instalar voladizos que actúen como elementos de sombra. En este apartado lo que se pretende es rebajar las cargas de refrigeración sin aumentar demasiado las de calefacción. Es por este motivo que se han hecho simulaciones con distintos grosores de voladizos en las fachadas Este, Oeste y Sur, sin tener en cuenta la fachada Norte ya que es de carácter umbrío. Los resultados han indicado que se deben instalar voladizos de 60cm de largo, dándonos cargas de 33,439 kWh/m^2·año de calefacción y 32,666 kWh/m^2·año de refrigeración.

En tercer lugar se han cambiado los cristales de las ventanas, y se ha pasado del cristal doble simple a un cristal de última generación reflectante con un coeficiente de transmisión térmica de 0,59W/m^2K (inicialmente de 2,48W/m^2K), obteniendo una carga de 30,519 kWh/m^2·año de calefacción y 29,073 kWh/m^2·año de refrigeración.

Finalmente se instalaran persianas móviles en las ventanas de las fachadas Sur, Este y Oeste, y se variará la distribución de las ventanas con el fin de reducir las cargas energéticas hasta 20 kWh/m^2·año tanto en calefacción como en refrigeración, atendiendo al clima de Madrid.

Para concluir, decir que la combinación entre la utilización de los paneles modulares PAMODIN como material constructivo y las estrategias para conseguir una vivienda eficiente, resulta sin lugar a dudas efectiva. La reducción de la carga energética en comparación con las técnicas constructivas actuales es notable. El uso de esta tecnología nos permitirá construir viviendas con muy bajo consumo energético, a precio económico y con reducido tiempo de construcción.