

Figura 11.3 Axonometria del sistema estructural

**SEGURETAT EN CAS D'INCENDI**

Tot el disseny i predimensionament del projecte s'ha dut a terme seguint les indicacions del CTE DB Seguretat en cas d'incendi. A continuació es presenta una relació de les indicacions d'aquest Document Bàsic, estructurat en diferents Seccions i com s'actua en cada cas en el moment del disseny dels edificis.

**Secció SI.1 Propagació Interior**

En primer lloc, es calculen les superfícies de cada un dels edificis per comprovar la sectorització dels espais.  
 $S_{total} = 331m^2$   $S_{habitatge} = 194m^2$   $S_{hostal} = 38m^2$   
 Compartimentació en sectors d'incendi:  
 - Taula 1.1 DB CTE SI.1. Us Residencial Públic  
 Es complex que les superfícies tenen menys de 500m<sup>2</sup> i per tant no cal sectoritzar cap dels edificis en més d'un sector d'incendi. També s'extreu que els tancaments habitacions compleixen EI60  
 - Taula 1.2 DB CTE SI.1. Residencial Públic, h<15m  
 Parets i sostre compleixen EI60

**Secció SI.2 Propagació Exterior**

D'aquesta Secció s'extreu que els components que donen a l'exterior compleixen EI60.

**Secció SI.3 Evacuació d'Ocupants**

Seguint els punts d'aquesta Secció es dissenyen els recorreguts d'evacuació en cas d'incendi. S'ha de complir les següents distàncies màximes d'evacuació:  
 25m en habitacions amb una sola sortida  
 50 m en habitacions amb més d'una sortida  
 35m en aparcaments  
 El present projecte compleix amb escreix aquests requeriments, gràcies a les múltiples sortides presents als edificis i a les dimensions reduïdes d'aquests.

**Secció SI.4 Instal·lacions de Protecció contra Incendis**

Complint amb les indicacions d'aquesta Secció es col·loquen extintors portàtils - eficàcia 21A-113B - a cada sala de risc especial i 1 per a cadascun dels mòduls d'habitacions.

**Secció SI.5 Intervenció dels Bombers**

Les característiques pròpies dels edificis i de l'entorn compleixen amb totes les indicacions d'aquesta Secció àmpliament.

**Secció SI.6 Resistència al Foc de l'Estructura**

De la Taula 3.1 Resistència al foc suficient dels elements estructurals s'extreu que els elements estructurals han de complir R60.

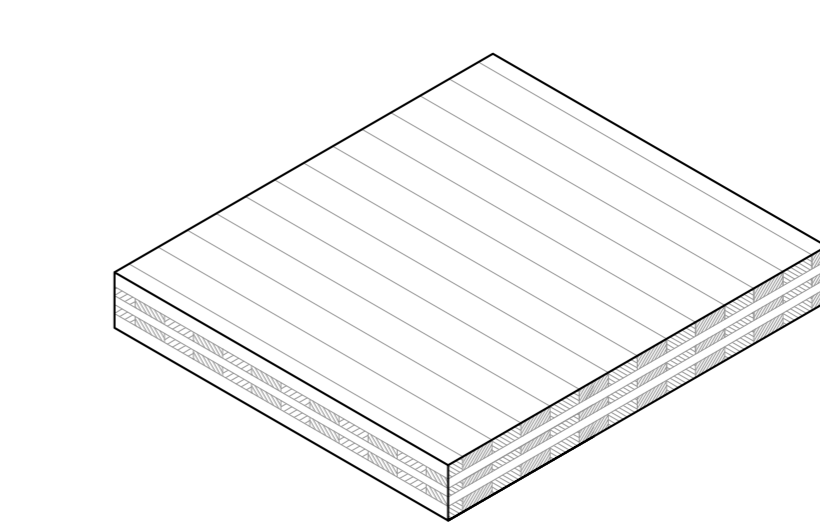


Figura 11.1 Taullell de fusta contralaminat (CLT)

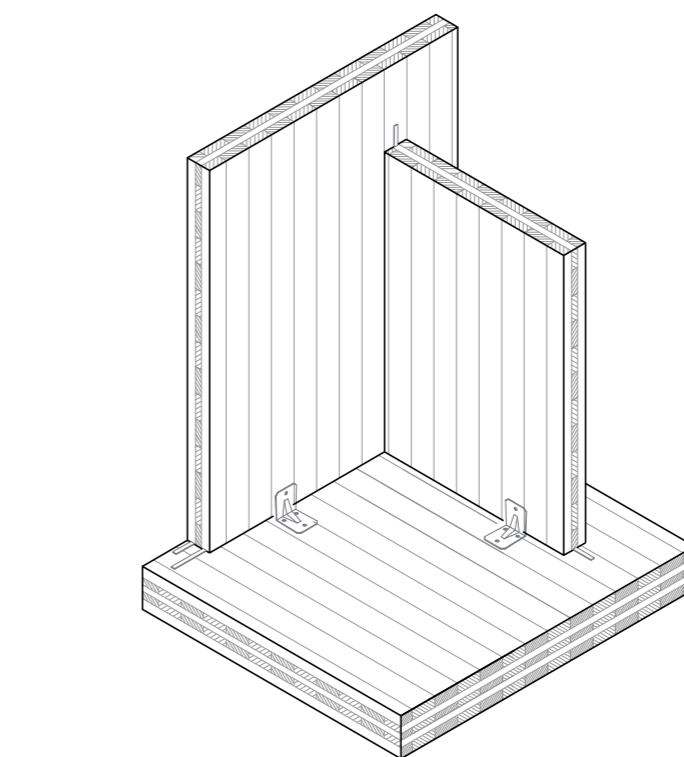


Figura 11.2 Unions entre taullells CLT

**ACCIONS**

A continuació es detalla el càlcul de les Accions, seguint el Document Bàsic Accions a l'Edificació del CTE. Donat que l'edifici Habitatge i l'edifici Hostal tenen els mateixos usos i tant la disposició com l'estructura són molt similars, es consideren iguals a l'hora de calcular les Accions. Pel que fa als diferents nivells, es calculen per separat les Accions de la Coberta de les de les plantes Baixa i Primera.

**COBERTA**

PERMANENT: Pes Propi (PP)  
 $Q_{pe} = 0,77 \text{ kN/m}^2$   
 VARIABES: Sobrecàrrega d'ús (SC), Vent (p | s), Neu (n)  
 $Q_k = 2 \text{ kN/m}^2$  - Taula 3.1 CTE DB SE-AE  
 $Q_k = Q_k \cdot c_s \cdot c_e$   
 $Q_k = 0,5 \text{ kN/m}^2$  - Valor normalitzat |  $c_s = 2,7$  - Taula 3.4 CTE DB SE-AE Zona I  
 Altura 6m |  $c_e = 0,7$   
 $c_s = -0,3$  - Taula 3.5 CTE DB SE-AE Esvelltesa 0,19  
 $Q_k = 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,7 \cdot 0,7 = 0,945 \text{ kN/m}^2$   
 $Q_k = -0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,7 \cdot 0,3 = -0,405 \text{ kN/m}^2$   
 $Q_k = 3,5 \text{ kN/m}^2$  - Taula E.2 CTE DB SE-AE Zona 2, Altura 1.600m

**PLANTA Baixa i PLANTA 1**

PERMANENT: Pes Propi (PP), Càrregues permanents (PE)  
 $Q_{pe} = 0,72 \text{ kN/m}^2$   
 $Q_{pe} = 1 \text{ kN/m}^2$   
 VARIABES: Sobrecàrrega d'ús (SC)  
 $Q_k = 2 \text{ kN/m}^2$  - Taula 3.1 CTE DB SE-AE

**PREDIMENSIONAMENT**

Per al predimensionament s'han tingut en compte les següents consideracions: el sistema constructiu és de fusta contra laminada KLH, s'utilitza el programa de càlcul estructural propi del KLH per a poder decidir quins panells s'utilitzen en cada cas. S'ha tingut en compte també que l'estructura serà vista a l'interior amb EI60. Es distingeix entre elements verticals - parets - i elements horitzontals - forjats i coberta -. En ambdós edificis, les parets principals interiors són parets de càrrega i actuen com a pòrtics, suportant els elements horitzontals dels forjats i la coberta. L'Hostal, doncs, està format per 5 pòrtics i l'Habitatge, 4. Els elements horitzontals estan calculats com una biga contínua de 4 i 3 segments, respectivament. Els criteris determinants per al predimensionament són els compliment de les restriccions de flexió - ELS -, capacitat estructural - ELU - i seguretat davant incendi - SI -. A continuació, es detalla una relació de tots els panells, segons la seva posició i funció i el seu estat de càrregues, calculat amb el programari.

ELEMENTS VERTICALS		ELEMENTS HORIZONTALS	
FHo1	KLH 5s 100 DQ	FHoPB	KLH 5s 130 DL
FHa2	KLH 5s 100 DQ	FHoP1	KLH 5s 130 DL
FHa3	KLH 5s 100 DQ	CHo	KLH 5s 140 DL
FHa1	KLH 5s 100 DQ	FHaPB	KLH 5s 110 DL
FHa2	KLH 5s 100 DQ	FHaP1	KLH 5s 110 DL
FHa3	KLH 5s 100 DQ	CHa	KLH 5s 130 DL

KLH 5s 110	110
KLH 5s 130	130
KLH 5s 140	140
KLH 5s 100	100

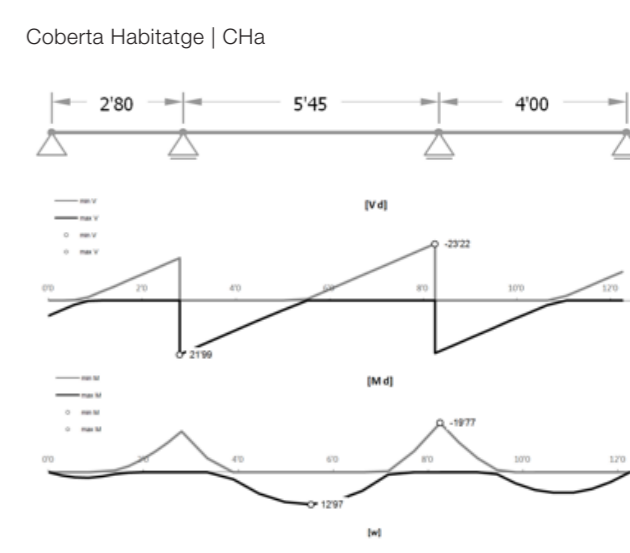
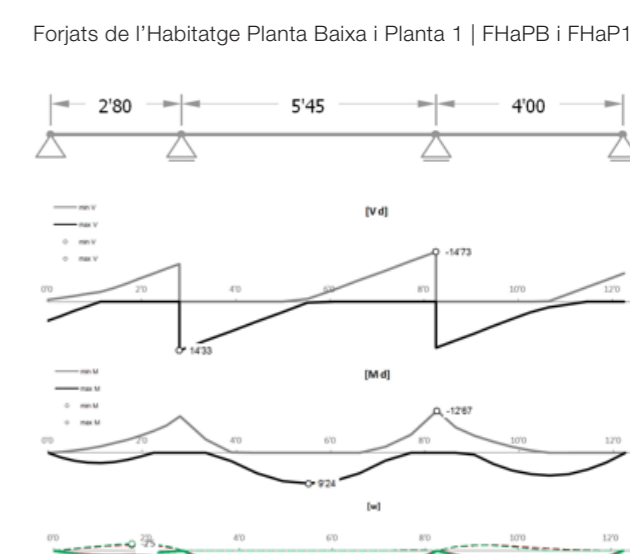
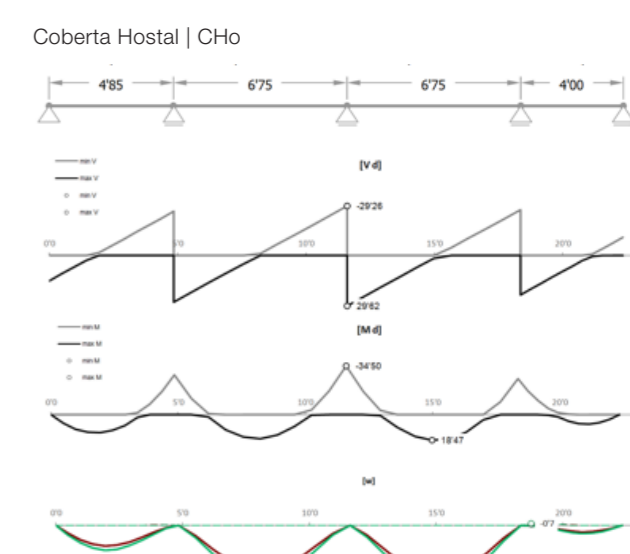
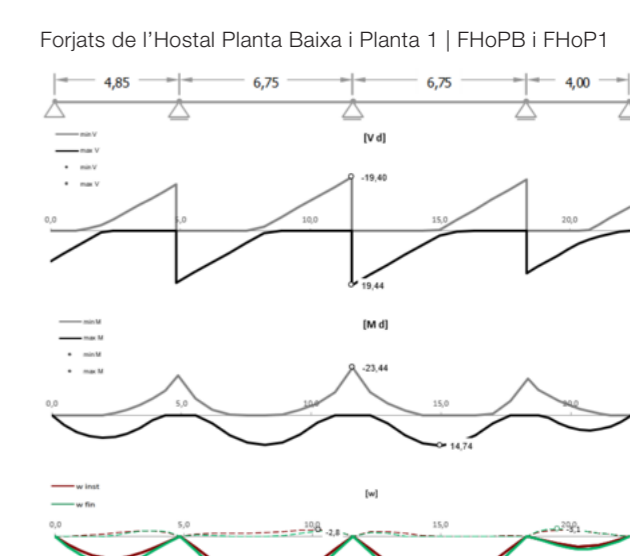
**PRESENTACIÓ DEL SISTEMA**

S'utilitza el sistema constructiu CLT Contra Laminated Timber, conformat per listons de fusta encolats i sotmesos a pressió fins a formar làmines de gran format amb una element constructiu molt interessant. Els listons estan disposats en creu entre ells, augmentant considerablement la seva capacitat estructural alhora que en disminueixen la dilatació.

L'elecció d'aquest sistema constructiu es basa en dos eixos. Tenint en compte que la climatologia d'Íslandia és adversa per a la construcció, és molt positiu comptar amb un temps d'execució curt i construcció en sec. En aquest sentit, la fusta i, en especial el CLT, on tots els elements són prefabricats, es presenta com un sistema ideal per a construir aquest projecte. Per altra banda, la fusta és un dels elements tradicionals de l'arquitectura islandesa i, seguint aquesta línia, s'adopta també per al projecte. S'aprofiten les qualitats aliants intrínseques d'aquest material i la seva calidesa per a deixar-la vista a l'interior.

Per a fer el detallat dels elements que conformaran l'estructura, es pren l'industrial KLH per a utilitzar com a referència per la fase d'execució. Els càlculs es realitzen mitjançant el programari propi d'aquest sistema, KLH V 18.6.2. Referent a la normativa, se segueix les indicacions del Codi Tècnic de l'Edificació.

**ANÀLISI DE RESULTATS**



Element	FHoPB	FHoP1	CHo	FHaPB	FHaP1	CHa
f [N/mm <sup>2</sup> ]	14,77	14,77	14,77	14,77	14,77	14,77
$\sigma_{ed}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	11,04	11,04	13,88	6,31	6,31	9,88
$T_{ed}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66
$T_{ed}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	0,20	0,20	0,29	0,15	0,15	0,24
$W_{ed}$ [mm]	33,75	33,75	33,75	27,25	27,25	27,25
Resultat	ok	ok	ok	ok	ok	ok

**TANCAMENTS**

A continuació segueixen les consideracions preses referents a l'estalvi energètic, segons les especificacions del DB HE Estalvi Energètic del CTE. **Secció HE1 Limitació de la Demanda Energètica**  
 Per al present projecte s'estableix que l'emplaçament pertany a la Zona Climàtica de l'Hivern E.

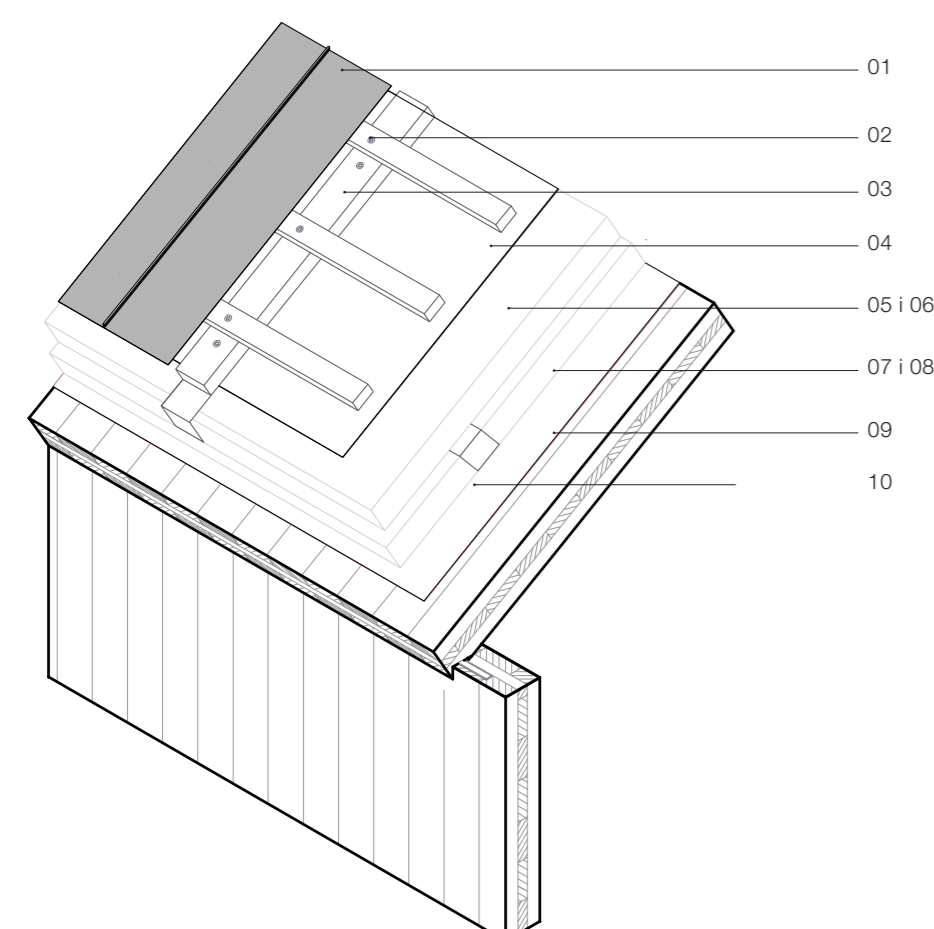
**Taula 2.1 Transmissió tèrmica màxima i permeabilitat a l'aire dels elements de l'envoltant tèrmica s'extremen els següents valors límit:**  
 Murs i elements en contacte amb el terreny 0,55 W/m<sup>2</sup>·K  
 Cobertes i sòls en contacte amb l'aire 0,35 W/m<sup>2</sup>·K  
 Transmissió tèrmica de butls 2,50 W/m<sup>2</sup>·K  
 Permeabilitat a l'aire de butls ≤ 27 m<sup>3</sup>/h·m<sup>2</sup>

**Taula 2.4 Transmissió tèrmica límit de particions interiors, quan delimitin unitats de diferent ús, zones comunes i mitgeres**  
 Particions horitzontals i verticals: 0,7 W/m<sup>2</sup>·K

**APÈNDIX D.2.16 ZONA CLIMÀTICA E1**

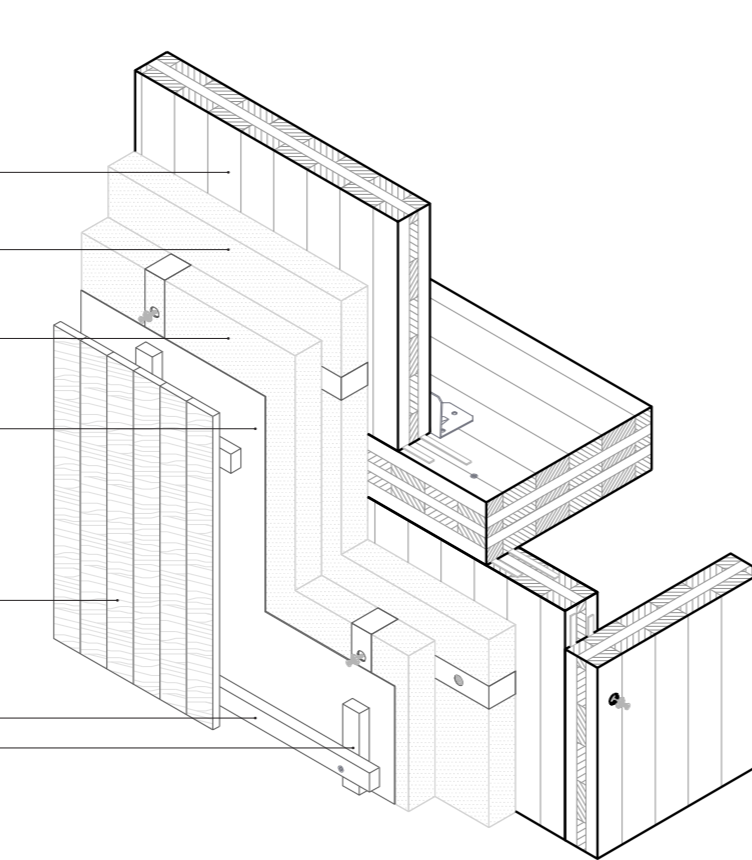
Transmissió límit dels següents elements:  
 Murs de façana en contacte amb el terreny 0,57 W/m<sup>2</sup>·K  
 Terres 0,48 W/m<sup>2</sup>·K  
 Cobertes 0,35 W/m<sup>2</sup>·K

El disseny dels elements s'ha fet tenint en compte aquestes consideracions, als detalls constructius es detalla el càlcul de la seva transmissió tèrmica per comprovar que compleixen amb les especificacions.



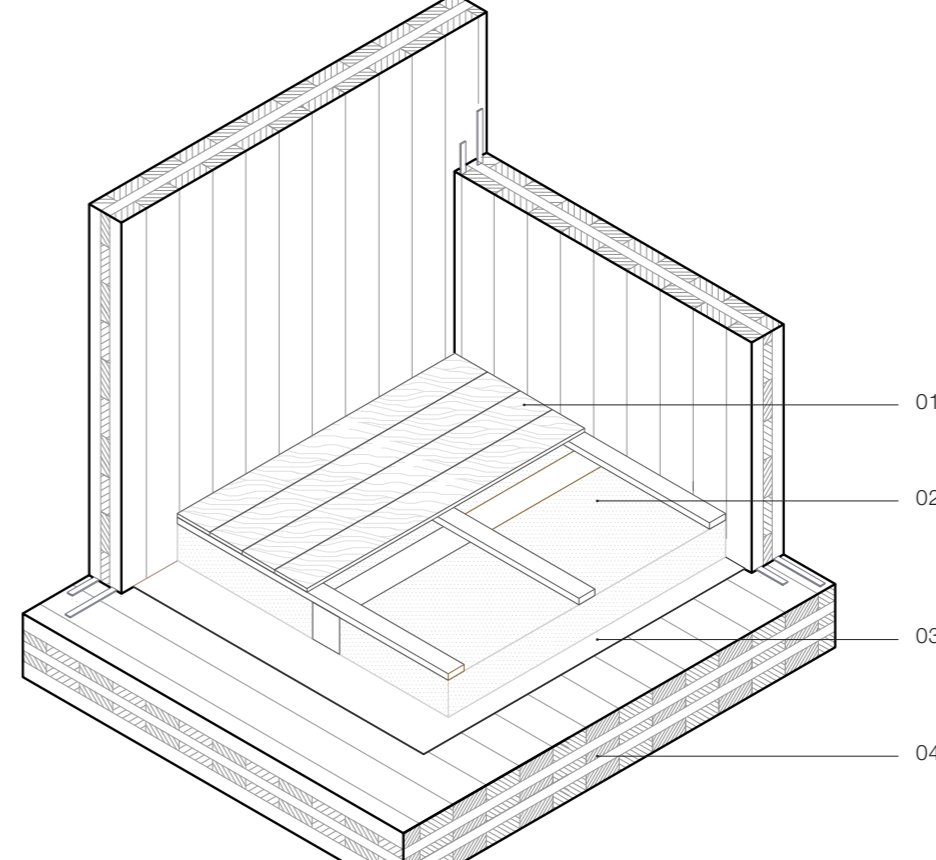
Coberta ventilada, taullells CLT i acabat amb xapa de zinc

Capas	e (m)	λ (W/m·K)	R	μ
01 Xapa de zinc	0,040	106	4·10 <sup>-4</sup>	-
02 Listons de suport	-	-	-	-
03 Cambra d'aire	0,040	-	-	-
04 Làmina impermeable	0,001	0,17	0,01	22
05 Biga 6x18cm	0,180	0,13	1,38	-
06 Allament entre bigues	0,180	0,04	4,50	1
07 Biga 6x20cm	0,200	0,13	1,54	-
08 Allament entre bigues	0,200	0,04	5,00	1
09 Estantquitat a l'aire	0,001	0,50	0,00	100,000
10 Panell CLT	0,145	0,13	1,12	25
<b>Total</b>			<b>13,55</b>	<b>0'07</b>



Façana amb cambra ventilada, taullells CLT i acabat de fusta

Capas	e (m)	λ	R	μ
01 Acabat de fusta	0,040	0,13	0,31	25
02 Listons de suport	-	-	-	-
03 Cambra d'aire	0,040	-	-	-
04 Làmina impermeable	0,001	0,17	0,01	22
05 Biga 6x18cm	0,180	0,13	1,38	-
06 Allament entre bigues	0,180	0,04	4,50	1
07 Biga 6x16cm	0,160	0,13	1,23	-
08 Allament entre bigues	0,160	0,04	4,00	1
09 Panell CLT	0,100	0,13	0,77	25
<b>Total</b>			<b>12,20</b>	<b>0'08</b>



Forjat de taullells CLT i acabat de fusta

Capas	e (m)	λ	R	μ
01 Acabat de fusta	0,04	0,13	0,31	25
02 Listons de suport	0,04	-	-	-
03 Làmina separadora	0,04	0,17	0,24	22
04 Panell CLT	0,14	0,13	1,08	25
<b>Total</b>			<b>1,62</b>	<b>0'12</b>