

TREBALL FINAL DE GRAU

Grau en Arquitectura Tècnica

Escola Politècnica Superior



PROJECTE D'HABITATGE UNIFAMILIAR AMB  
ENTRAMAT LLEUGER DE FUSTA I CRITERIS  
PASSIVHAUS

Autor: Maria Abella Rius

Director: Josep Ramon Castro Chicot

Setembre de 2017



# ÍNDEX

1	MEMÒRIA DESCRIPTIVA .....	3
1.1	Objecte del projecte.....	3
1.2	Entorn.....	3
1.3	Descripció del projecte.....	4
1.3.1	Superfícies d'actuació .....	6
1.4	Sostenibilitat.....	7
1.4.1	Descripció del sistema Passivhaus .....	7
1.4.2	Orientació de l'edifici .....	9
1.4.3	Anàlisi de l'eficiència energètica de l'edifici.....	19
2	MEMÒRIA CONSTRUCTIVA .....	24
2.1	Fonamentació.....	24
2.2	Estructura .....	24
2.2.1	Estructura vertical .....	24
2.2.2	Estructura horitzontal .....	24
2.3	Envolupant .....	25
2.4	Coberta a una aigua .....	25
2.5	Divisions interiors.....	26
2.6	Fusteries .....	26
2.6.1	Fusteries interiors.....	26
2.6.2	Fusteries exteriors.....	26
2.7	Escales .....	26
2.7.1	Escala interior.....	26
2.7.2	Escales exteriors.....	27
2.8	Instal·lacions.....	27
2.8.1	Xarxa de sanejament.....	27



2.8.2	Xarxa de fontaneria .....	27
2.8.3	Electricitat i il·luminació .....	28
2.8.4	Climatització i refrigeració .....	28
2.8.5	Recuperador de calor .....	28
3	COMPLIMENT DEL CTE .....	31
3.1	CTE DB SI – Seguretat contra incendis .....	31
3.2	CTE DB SUA – Seguretat d'utilització i accessibilitat .....	39
3.3	CTE DB HE – Estalvi energètic.....	48
3.4	CTE DB HR – Protecció contra el soroll .....	49
3.5	CTE DB HS – Higiene, salut i protecció del medi ambient.....	52
4	BIBLIOGRAFIA.....	57
	ANNEX 1: Documentació gràfica .....	58
	ANNEX 2: Estudi tèrmic de l'edifici .....	80
	ANNEX 3: Càlcul de la instal·lació d'aigua calenta sanitària.....	114
	ANNEX 4: Càlcul de l'estructura de fusta .....	118



# 1 MEMÒRIA DESCRIPTIVA

---

## 1.1 Objecte del projecte

El projecte a desenvolupar consisteix en la nova construcció d'un habitatge unifamiliar aïllat. El que s'ha volgut prioritzar ha estat l'elecció dels materials utilitzats en la seva estructura, que és de fusta, i els criteris de sostenibilitat.

El projecte ha estat dissenyat amb la finalitat de mostrar l'estalvi energètic que es pot aconseguir seguint els criteris del sistema Passivhaus, que seran d'obligatori compliment a partir del 2020, com per exemple, la col·locació de grans gruixos d'aïllament en façanes i forjats. A més, també es vol mostrar les grans capacitats que té un material com la fusta estructuralment, que actualment passa desapercebut entre els sistemes estructurals més utilitzats del nostre país.

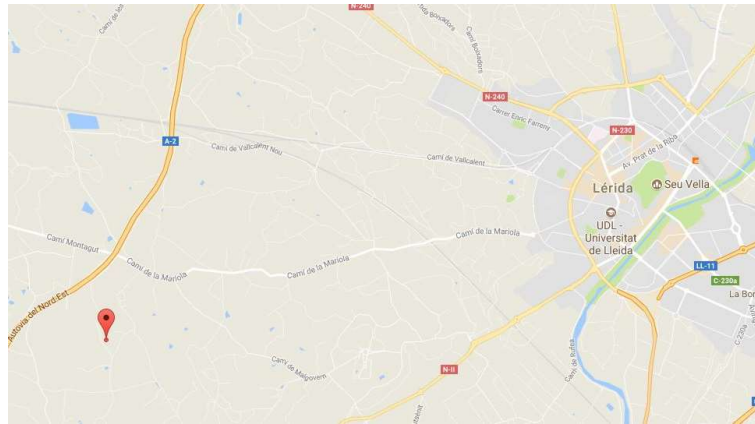
## 1.2 Entorn

L'habitatge unifamiliar es troba situat en el polígon 2 – parcel·la 7 de la partida d'Horta Vella en el municipi d'Alcarràs (Lleida) a 169m d'altitud respecte el nivell del mar. La distància respecte el municipi de Lleida és de 8,3km.



*Imatge 1: Vista satèl·lit del terreny*





*Imatge 2: Localització respecte del municipi de Lleida*

La finca en la que està ubicada l'edifici llinda amb una parcel·la construïda a l'extrem Nord-Est i amb una parcel·la sense construir a l'extrem Sud-Oest.



*Imatge 3: Mapa cartogràfic*

### 1.3 Descripció del projecte

A partir del terreny del que disposem, on trobem un magatzem d'uns 50 anys de vida, s'ha analitzat la zona més òptima per a la col·locació i orientació del nou edifici. La seva situació, més enretirada que la construcció existent, li aporta una gran sensació de privacitat i intimitat deixant-la més allunyada de la carretera. Els voltants s'han adaptat permetent que es puguin aparcar cotxes en la part de baix al costat de l'entrada. Per a accedir a l'habitatge, situat en un desnivell d'uns 2m respecte la cota zero de la parcel·la, s'habilitarà una rampa amb un pendent del 19%.

La casa unifamiliar de nova construcció estarà formada per dues plantes (planta baixa i planta primera). Aquesta es trobarà aixecada respecte el nivell del terreny uns 70 cm ja que el forjat de PB serà un forjat sanitari. D'aquesta manera podrem mantenir-lo constantment ventilat de manera que evitem l'aparició d'humitats.



L'habitatge serà majoritàriament construït amb fusta, tant la seva estructura com els tancaments i els revestiments, exceptuant-ne la coberta que serà metàl·lica de zinc, de manera que encara s'aportarà més singularitat a aquest element. Tindrà un pendent del 15% i sobresortirà en totes les cares de l'edifici, especialment en la façana Sud-Est, on s'arriba al seu punt més alt. D'aquesta manera aconseguim millorar el control de la incidència solar fent que la coberta projecti ombres a l'estiu i es permeti l'entrada dels rajos a l'hivern.

La distribució interior i exterior de l'edifici s'ha estudiat en funció de la seva orientació. De manera que s'ha col·locat el porxo i el jardí de la casa en les cares Sud per tal d'aprofitar al màxim la llum solar i evitar que l'edifici ens faci ombra. En l'interior s'ha prioritzat ubicar la sala d'estar-menjador orientat al sud perquè es tenia molt clar que és on s'hi volia col·locar grans obertures.

En planta baixa trobem un distribuïdor que comunica a una sala d'instal·lacions, a un bany i a la sala d'estar. Des de la sala d'estar podem accedir a la cuina, al porxo i a les escales que comuniquen amb la planta superior.

En planta primera trobem un únic distribuïdor que dona pas a totes les estances de la planta: dos habitacions dobles (una d'elles amb vestidor) i un bany. Aquest distribuïdor també es pot aprofitar com a zona d'estudi. Des del distribuïdor es pot accedir al balcó que voreja part de l'habitatge. També s'ha dissenyat una passarel·la de 80cm d'ample en la zona del doble espai que comunica la planta primera i la planta baixa. S'ha pensat per a ser utilitzat com a zona d'emmagatzematge de llibres donant-li un aire de biblioteca a la zona.

El porxo envoltarà gairebé un 50% de l'habitatge. Aquest s'ha pensat per ser un espai de transició entre l'exterior i l'interior de la casa. De manera que mitjançant les escales situades en un extrem de la façana Sud-Est, es pot accedir al jardí i hort de la casa. Aquesta doble funció permetrà, en un futur, la col·locació de fusteries en les obertures i tancar-lo donant lloc a una extensió de la sala d'estar. La seva estructura, tant vertical com horitzontal, està preparada per a actuar com a tancament exterior complint els requisits necessaris per convertir-se en un afegit de l'habitatge. En la primera planta, la coberta d'aquest espai es transforma en un balcó amb vistes cap al pati, jardí i hort de l'habitatge dominant tota la parcel·la.



### 1.3.1 Superfícies d'actuació

Actualment, la finca ja consta d'una edificació de 62m<sup>2</sup> dels 2.441m<sup>2</sup> que té la parcel·la. La geometria de l'edifici existent és rectangular i està format únicament per una planta. En aquest cas, no s'actuarà en aquesta edificació i es mantindrà com a zona d'emmagatzematge. Per tant, totes les superfícies d'actuació seran d'obra nova. A continuació es poden observar les superfícies de cada estança de l'habitatge:

<b>EDIFICACIÓ EXISTENT</b>	
Magatzem	62 m <sup>2</sup>
<b>EDIFICACIÓ NOVA</b>	
<b>PLANTA BAIXA</b>	<b>100 m<sup>2</sup></b>
Distribuïdor	7,50 m <sup>2</sup>
Bany	7,50 m <sup>2</sup>
Sala d'instal·lacions	9,10 m <sup>2</sup>
Cuina	15 m <sup>2</sup>
Rebost	6,45 m <sup>2</sup>
Sala d'estar-Menjador	54,45 m <sup>2</sup>
<b>PLANTA PRIMERA</b>	<b>98,1 m<sup>2</sup></b>
Distribuïdor	15,30 m <sup>2</sup>
Dormitori 1	31,20 m <sup>2</sup>
Dormitori 2	18,65 m <sup>2</sup>
Passarel·la	17,95 m <sup>2</sup>
Bany	15 m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>198,10 m<sup>2</sup></b>

*Taula 1: Relació de superfícies*



## 1.4 Sostenibilitat

### 1.4.1 Descripció del sistema Passivhaus

L'objectiu principal del sistema és limitar la demanda energètica a **15 kWh/m<sup>2</sup>any** tant per calefacció com per refrigeració. Si parlem de la demanda total de l'edifici, es limita a 120 kWh/m<sup>2</sup>any.

Per tant, l'estàndard de la "casa passiva", suposa que la demanda per a escalfar o refrigerar la casa és tan baixa que és innecessari un sistema tradicional d'aportació d'energia. La que és necessària s'aporta de l'aire de renovació i, només serà en moments puntuals quan es necessitarà una font addicional de calor. És a dir, un edifici Passivhaus és una edificació sense necessitat de calefacció activa.

El valor més important dels que exigeix el sistema és el de demanda de calefacció que es limita a 15 kWh/m<sup>2</sup>any. Aquest valor és el balanç entre pèrdues i guanys de calor. Les pèrdues es produeixen a través de l'envolupant tèrmica i per infiltracions de l'exterior. Els guanys, en canvi, es produeixen a través de fonts de calor internes (ocupants, electrodomèstics...) i guanys solars (sempre evitant que es produeixin sobreescalfaments).

L'elevada eficiència energètica dels edificis que segueixen aquest sistema, redueix radicalment les emissions de CO<sub>2</sub> a l'atmosfera, contribuint a la preservació de les fonts d'energia no renovables, com els derivats del petroli. Com que el consum d'energia és molt baix, el poc consum es limita a ser provinent d'energies renovables.

A més, l'ús d'aquesta tipologia d'edificis no requereix cap coneixement ni activitat fora de l'habitual. Per exemple, deixa de ser necessari estar pendent de ventilar les estances.

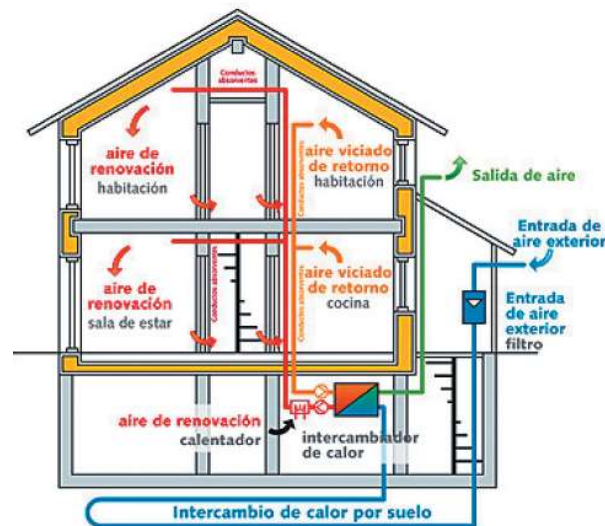
El sistema Passivhaus es basa en 7 principis, els quals donen lloc a edificacions càlides a l'hivern i fresques a l'estiu estalviant un 90% d'energia respecte als edificis convencionals. Aquests principis són:

- a) Un bon **aïllament**. És molt important que l'envolupant tèrmica de l'habitatge tingui una molt baixa transmitància tèrmica. El sistema Passivhaus ho soluciona implementant grans gruixos d'aïllament tèrmic. D'aquesta manera aconseguim mantenir la temperatura òptima en l'interior de l'habitatge sense necessitat d'ús d'aparells de climatització o refrigeració.

Els gruixos acostumen a ser el doble o el triple dels aïllaments que acostumem a trobar en les edificacions del nostre país.



- b) Eliminació dels **punts tèrmics**. Aquells punts en els que les filtracions i les pèrdues s'accentuen cal controlar-los. Per tant, és important controlar els encontres de diferents paraments i els canvis de composició dels elements. És per això que el detall constructiu ben resolt esdevé en una necessitat imperiosa.
- c) Control de les **infiltracions**. Tal com s'indica en l'apartat interior, caldrà evitar les possibles infiltracions exteriors de l'edifici si es realitza una bona planificació de l'execució de l'edificació.
- d) **Ventilació mecànica** i recuperador de calor. Cal aconseguir renovar l'aire de l'interior de l'habitatge sense la necessitat d'obrir les finestres i, per tant, tenir pèrdues o guanys innecessaris de temperatura. Amb el recuperador de calor aconseguim transferir l'aire fresc de l'exterior a l'interior alhora que l'escalfem amb la calor de l'aire que extraiem de l'interior a l'exterior.



Imatge 4: Croquis esquemàtic de l'eficiència en la ventilació Passivhaus

- e) **Fusteries** d'altres prestacions. Mitjançant dobles juntes d'estanqueïtat i vidres de baixa emissivitat dobles o triples es busca millorar els coeficients de transmitància tèrmica.
- f) Optimització dels **guanys solars**. L'orientació i les obertures de l'envolupant es converteixen en fonamentals a l'hora de planificar el disseny de l'habitatge. Es tracta d'aconseguir ubicar les obertures en les façanes sud i evitar-les o minimitzar-les en la cara nord. També és important protegir les obertures amb voladissos o retranquejos per tal de maximitzar l'entrada de calor a l'hivern i reduir-la a l'estiu.
- g) **Modelització energètica** de guanys i pèrdues. Es realitza mitjançant un software (PHPP) que ajusta els càlculs tèrmics a les característiques de l'estàndard Passivhaus.



Cal tenir en compte que no només es tracta d'un sistema que comporta un gran estalvi econòmic i un gran confort a l'usuari sinó que redueix notablement les emissions i el consum d'energies no renovables. És per això que actualment se li està donant més importància degut a la conscienciació, que s'està fent per part de les institucions, de l'obligatorietat de reduir les emissions en tots els àmbits.

La Comissió Europea, en el document 2010/31/EU, va establir que per l'any 2020 tots els habitatges de nova planta a la Unió Europea hauran de tenir un consum energètic gairebé nul ("nearly zero"). El sistema Passivhaus és un dels sistemes que segueixen aquests criteris i requisits.

#### 1.4.2 Orientació de l'edifici

El clima del municipi de Lleida es considera clima mediterrani-continental, per tant, es procurarà seguir les indicacions més òptimes per garantir els màxims requisits de sostenibilitat.

Com ja s'ha nombrat anteriorment, és molt important l'orientació que li donarem a l'edifici. Cal prioritzar l'entrada del sol, per tant, es procurarà situar la major part de les obertures orientades al sud. Per altra banda, s'intentarà col·locar el mínim d'obertures orientades al nord. És per això que el percentatge de buits en les façanes Nord-Est i Nord-Oest és del 15% i en les façanes Sud-Est i Sud-Oest del 85%.

Amb l'ajut de la coberta i el porxo aconseguim controlar l'entrada dels rajos de llum a l'estiu ja que actuen com a proteccions solars.

A més, la vegetació que es col·locarà al voltant de la parcel·la, i que pugui influenciar en l'entrada dels raigs solars, serà de fulla caduca, de manera que a l'hivern permetin totalment l'entrada del Sol i a l'estiu actuïn com a protecció.

Mitjançant el programa SketchUp s'ha analitzat l'evolució de la incidència solar a l'edifici al llarg del dia durant les diferents estacions de l'any.



#### 1.4.2.1 Hivern

A l'hivern s'ha procurat que els rajos solars que són més baixos que a l'estiu entrin a l'interior de l'habitatge. De manera que les proteccions, dissenyades per a protegir dels raigs a l'estiu, permetin l'entrada durant l'hivern. A continuació es mostra l'evolució de la incidència solar durant el matí (9h), el migdia (12h) i la tarda (17h) en les diferents façanes de l'edifici.



*Imatge 5: Incidència solar façanes Sud-Oest i Nord-Oest (9h)*



*Imatge 6: Incidència solar façanes Sud-Est i Sud-Oest (9h)*





*Imatge 7: Incidència solar façanes Nord-Est i Sud-Est (9h)*



*Imatge 8: Incidència solar façanes Sud-Oest i Nord-Oest (12h)*





*Imatge 9: Incidència solar façanes Sud-Est i Sud-Oest (12h)*



*Imatge 10: Incidència solar façanes Nord-Est i Sud-Est (12h)*



*Imatge 11: Incidència solar façanes Sud-Oest i Nord-Oest (17h)*



*Imatge 12: Incidència solar façanes Sud-Est i Sud-Oest (17h)*





*Imatge 13: Incidència solar façanes Nord-Est i Sud-Est (17h)*

#### 1.4.2.2 Estiu

A l'estiu s'ha evitat que els rajos solars, més alts que a l'hivern, entrin a l'interior de l'habitatge. A continuació es mostra l'evolució de la incidència solar durant el matí (9h), el migdia (12h) i la tarda (17h) en les diferents façanes de l'edifici.



*Imatge 14: Incidència solar façanes Sud-Oest i Nord-Oest (9h)*



*Imatge 15: Incidència solar façanes Sud-Est i Sud-Oest (9h)*



*Imatge 16: Incidència solar façanes Nord-Est i Sud-Est (9h)*





*Imatge 17: Incidència solar façanes Sud-Oest i Nord-Oest (12h)*



*Imatge 18: Incidència solar façanes Sud-Est i Sud-Oest (12h)*



*Imatge 19: Incidència solar façanes Nord-Est i Sud-Est (12h)*



*Imatge 20: Incidència solar façanes Sud-Oest i Nord-Oest (17h)*





*Imatge 21: Incidència solar façanes Sud-Est i Sud-Oest (17h)*

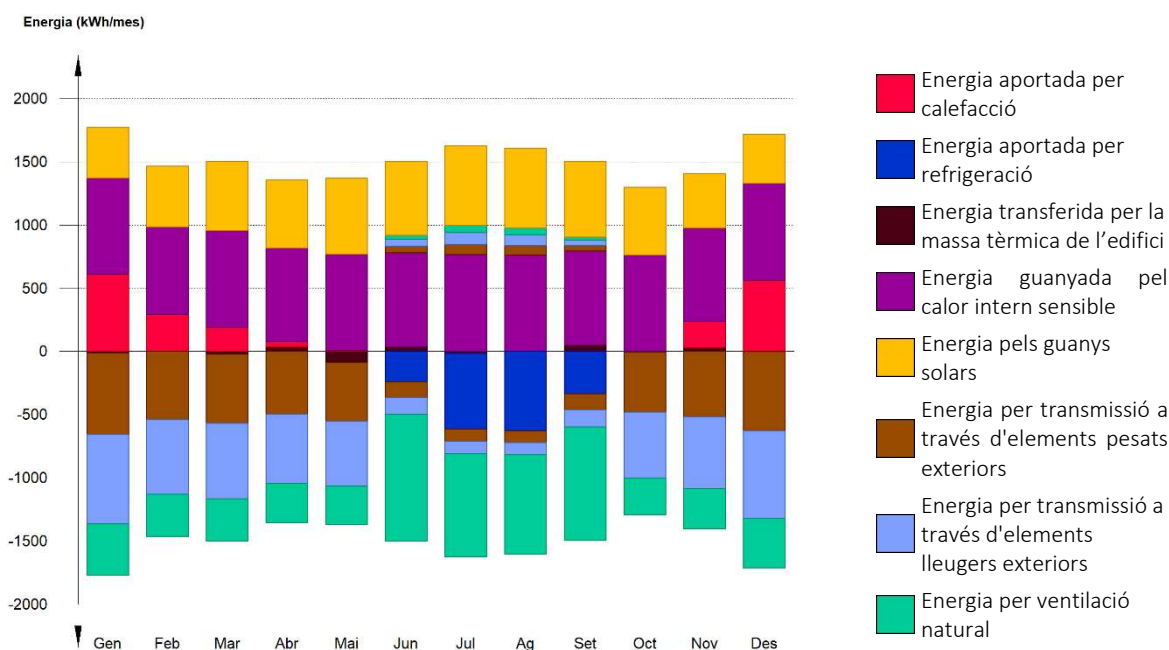


*Imatge 22: Incidència solar façanes Nord-Est i Nord-Oest (17h)*



### 1.4.3 Anàlisi de l'eficiència energètica de l'edifici

Mitjançant el suport CypeCad Mep, s'ha calculat la demanda i el consum energètic de l'edifici. Això s'ha aconseguit definint les característiques de l'edifici (adjunt en l'annex 2) tals com els materials i les transmitàncies d'aquests dels diferents elements, tant verticals com horitzontals. També s'han definit les fusteries i els envidraments. Segons les dades introduïdes, el programa ha calculat els següents valors de demanda energètica:



Gràfic 1: Balanç energètic anual de l'edifici

En el gràfic anterior podem observar l'energia que es necessitaria per compensar les pèrdues en cada mes de l'any. És a dir, els valors en vermell són el resultat de la calefacció que necessitaríem utilitzar per tal d'aconseguir condicions de 21°C en l'interior de la casa. En color blau, observem l'energia que hauríem d'invertir en refrigerar l'edificació per compensar els guanys de calor que tenim.





A continuació s'observen els valors de consum més detallats:

	Gen (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	Mai (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ag (kWh)	Set (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Des (kWh)	Any (kWh /any) (kWh/ (m <sup>2</sup> -a))	
<b>Balanç energètic anual de l'edifici.</b>														
	--	--	--	--	0.0	50.5	81.2	75.6	39.3	--	--	--	-4516.6	-21.0
	-645.5	-540.2	-544.9	-498.3	-465.4	-127.7	-96.2	-92.5	-127.6	-475.4	-519.0	-630.5		
	--	--	--	--	--	54.3	90.3	84.3	43.1	--	--	--	-4929.5	-23.0
	-708.3	-591.3	-597.0	-549.0	-512.9	-132.5	-99.2	-95.2	-133.5	-523.2	-567.8	-691.6		
	--	--	--	--	--	31.1	57.0	52.9	24.9	--	--	--	-6016.4	-28.0
	-402.5	-333.3	-335.0	-306.4	-301.5	-1000.3	-814.4	-786.3	-900.5	-291.0	-318.5	-392.6		
	764.3	693.9	768.9	745.5	764.3	745.5	768.9	764.3	750.1	764.3	740.9	773.5	9009.0	42.0
	-3.0	-2.7	-3.0	-2.9	-3.0	-2.9	-3.0	-3.0	-2.9	-3.0	-2.9	-3.0		
	400.9	484.3	550.6	541.1	603.8	587.7	635.8	635.5	601.0	538.7	435.0	390.8	6354.9	29.6
	-3.2	-3.8	-4.3	-4.3	-4.7	-4.6	-5.0	-5.0	-4.7	-4.2	-3.4	-3.1		
	-12.4	1.4	-25.0	32.2	-88.3	37.6	-16.5	0.3	47.7	-6.2	29.9	-0.7		
	<b>609.7</b>	<b>291.7</b>	<b>189.7</b>	<b>42.1</b>	<b>7.7</b>	--	--	--	--	--	<b>206.0</b>	<b>557.2</b>	<b>1904.1</b>	<b>8.9</b>
	--	--	--	--	--	<b>-238.7</b>	<b>-599.0</b>	<b>-630.9</b>	<b>-336.8</b>	--	--	--	<b>-1805.4</b>	<b>-8.4</b>
<b>Q<sub>HC</sub></b>	<b>609.7</b>	<b>291.7</b>	<b>189.7</b>	<b>42.1</b>	<b>7.7</b>	<b>238.7</b>	<b>599.0</b>	<b>630.9</b>	<b>336.8</b>	--	<b>206.0</b>	<b>557.2</b>	<b>3709.5</b>	<b>17.3</b>



Taula 2: Balanç energètic anual de l'edifici

Podem observar que la demanda energètica anual per metre quadrat és de **8,9 kWh/m<sup>2</sup>any** per calefacció i **8,4 kWh/m<sup>2</sup>any** per refrigeració. Si tenim en compte que els paràmetres Passivhaus estableixen demandes no superiors a 15 kW/m<sup>2</sup>any, podem comprovar que la demanda energètica és gairebé la meitat de la màxima exigida.

També cal considerar que en l'habitatge s'ha realitzat la instal·lació d'un recuperador de calor que disminueix al 50% les pèrdues de calor per ventilació natural de manera que els resultats anteriors es veurien millorats disminuint encara més el consum energètic. En el recompte dels guanys, no es consideraran els mesos d'estiu ja que en aquest període la ventilació natural durant la nit ens ajuda a refrigerar l'habitatge.



A continuació, seguint els resultats es fa una estimació dels nous valors amb l'aplicació de la correcció pel recuperador de calor:

	Gen (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	Mai (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ag (kWh)	Set (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Des (kWh)	Any (kWh/ /any) (kWh/ (m <sup>2</sup> ·a))	
<b>Balanç energètic anual de l'edifici.</b>														
Pèrdues per ventilació	--	--	--	--	--	31.1	57.0	52.9	24.9	--	--	--	-6016.4	-28
Recuperador de calor	+201.25	+166.65	+167,5	+153.2	150.75	-	-	-	-	+145.5	+159.25	+196.3	1340.4	6.24
	408.45	125.05	22.2	0	0	--	--	--	--	--	46.75	360.9	963.35	4.48
	--	--	--	--	--	-238.7	-599.0	-630.9	-336.8	--	--	--	-1805.4	-8.4
<b>Q<sub>HC</sub></b>	<b>408.45</b>	<b>125.05</b>	<b>22.2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>238.7</b>	<b>599.0</b>	<b>630.9</b>	<b>336.8</b>	<b>--</b>	<b>46.75</b>	<b>360.9</b>	<b>2768.75</b>	<b>12.88</b>

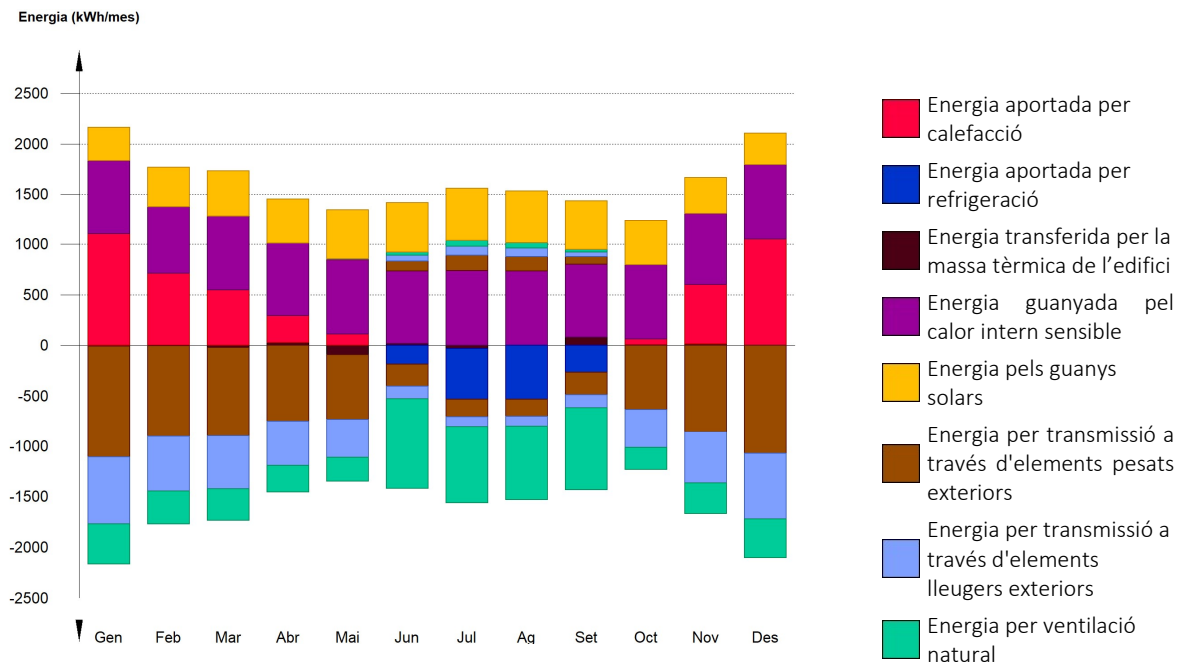
Taula 3: Balanç energètic anual amb recuperador de calor

Podem observar que el consum energètic per calefacció s'ha vist reduït aproximadament un 50%. Amb un nou consum de 4,48 kWh/m<sup>2</sup>any, un 70% per sota del prescrit (15 kWh/m<sup>2</sup>any) i un **consum total de 12,88 kWh/m<sup>2</sup>any.**

Per a comparar l'efectivitat del sistema envolupant utilitzat, s'han introduït dades al programa d'una construcció convencional amb forjats de formigó i tancaments de maó (característiques definides en l'annex 2). Els gruixos d'aïllament que s'han donat són els mateixos que en aquest projecte (14cm en façana i 20cm en coberta i forjat de PB). Tot i donar els mateixos gruixos d'aïllament, la demanda és superior i s'ha observat que el gruix dels paraments resulta ser molt superior en comparació amb l'entramat de fusta. Quedant les façanes amb gruixos de 32,75cm (maó) i 23,7cm (fusta) i el forjat de coberta amb un gruix de 45 cm (formigó) i 20cm (encavallada). Cal tenir en compte que les fusteries i els envidraments col·locats són els mateixos que en el projecte.



Els valors obtinguts amb aquestes noves definicions són els següents:



Gràfic 2: Balanç energètic anual de l'edifici

Podem observar que la demanda de calefacció és, aproximadament, el doble que en el cas anterior.

	Gen (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	Mai (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ag (kWh)	Set (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Des (kWh)	Any (kWh /any) (kWh/m <sup>2</sup> ·a)	
<b>Balanç energètic anual de l'edifici.</b>														
	--	--	--	0.1	4.1	98.4	151.2	140.2	76.5	0.1	--	--	-7139.0	-34.5
	-1099.2	-903.7	-877.6	-746.6	-638.9	-216.8	-173.8	-168.7	-222.4	-634.4	-854.0	-1073.2		
	--	--	--	0.0	2.2	56.6	90.0	83.7	44.7	0.0	--	--	-4254.7	-20.6
	-661.5	-542.6	-526.2	-446.3	-381.5	-121.4	-96.8	-93.8	-125.5	-378.4	-512.4	-645.8		
	--	--	--	0.0	1.1	33.0	57.3	53.0	26.1	--	--	--	-5453.7	-26.3
	-394.0	-320.6	-309.0	-259.5	-231.8	-893.3	-757.3	-735.8	-819.7	-217.8	-301.2	-384.3		
	737.3	669.4	741.7	719.1	737.3	719.1	741.7	737.3	723.5	737.3	714.6	746.2	8689.1	42.0
	-3.0	-2.7	-3.0	-2.9	-3.0	-2.9	-3.0	-3.0	-2.9	-3.0	-2.9	-3.0		
	328.5	392.8	452.3	446.7	496.6	500.6	526.9	522.5	489.6	437.4	357.3	313.2	5221.7	25.2
	-2.7	-3.2	-3.7	-3.6	-4.0	-4.0	-4.3	-4.2	-4.0	-3.5	-2.9	-2.5		
	-8.0	-1.2	-21.1	28.9	-93.3	17.6	-28.3	1.6	80.2	7.8	16.0	-0.3		
	<b>1102.6</b>	<b>711.8</b>	<b>546.4</b>	<b>264.1</b>	<b>111.2</b>	--	--	--	--	<b>54.5</b>	<b>585.4</b>	<b>1049.8</b>	<b>4426.0</b>	<b>21.4</b>
	--	--	--	--	--	<b>-186.8</b>	<b>-503.8</b>	<b>-532.8</b>	<b>-266.0</b>	--	--	--	<b>-1489.4</b>	<b>-7.2</b>
<b>Q<sub>HC</sub></b>	<b>1102.6</b>	<b>711.8</b>	<b>546.4</b>	<b>264.1</b>	<b>111.2</b>	<b>186.8</b>	<b>503.8</b>	<b>532.8</b>	<b>266.0</b>	<b>54.5</b>	<b>585.4</b>	<b>1049.8</b>	<b>5915.4</b>	<b>28.6</b>

Taula 4: Balanç energètic anual

Tenint en compte els valors de l'habitatge sense la instal·lació del recuperador de calor, per estar en igualtat de condicions, la demanda energètica per calefacció passa a ser d'un 8,9 kWh/m<sup>2</sup>any



a **21,4 kWh/m<sup>2</sup>any**, un 240% superior. A efectes de compliment de normativa, es compliria amb l'apartat corresponent del DB HE-1, però no es complirien els requisits de Passivhaus.

Per tant, podem concloure que amb un mateix gruix de façana és molt difícil aconseguir valors d'eficiència tèrmica similars als que s'han aconseguit amb un sistema d'entramat de fusta, que permet la col·locació de l'aïllant en el seu interior.



## 2 MEMÒRIA CONSTRUCTIVA

---

### 2.1 Fonamentació

Abans de realitzar la fonamentació es realitzaran els moviments de terres necessaris per tal d'anivellar i preparar el terreny. La fonamentació de l'edifici es resoldrà mitjançant sabates corregudes al llarg de tot el seu perímetre que es reforçaran unint les sabates intermèdies de cares oposades entre elles.

### 2.2 Estructura

Veure plànols d'arquitectura (annex 1)

#### 2.2.1 Estructura vertical

L'estructura vertical de l'edifici es realitzarà mitjançant muntants de fusta, els quals ens permetran col·locar l'aïllament en el seu interior de manera que alhora que actuen estructuralment, podem aprofitar per aconseguir col·locar grans gruixos d'aïllament que, si col·loquéssim en un edifici de construcció convencional ens portaria a gruixos molt superiors.

Totes aquestes peces vindran prefabricades del taller, de manera que a l'obra l'únic que es realitzarà serà la col·locació. Les mesures de les peces ja vindran definides amb anterioritat en el projecte, ja que cadascuna tindrà unes mides diferents.

Per a fer òptima l'estanqueïtat del conjunt col·locarem una banda elàstica en les unions per tal de millorar-les.

#### 2.2.2 Estructura horitzontal

L'estructura horitzontal es realitzarà de diferents maneres.

Per al forjat de planta baixa, se seguirà un sistema d'entramat lleuger que es recolzarà sobre les sabates que conformen la fonamentació. El forjat serà sanitari de manera que a través del muret perimetral es realitzaran obertures per a que aquest es pugui ventilar.

El forjat de planta primera es realitzarà seguint un sistema d'entramat pesat ja que consisteix en la unió de 5 plaques de fusta, de 40mm de gruix cadascuna, col·locades a trencajunts per tal d'augmentar la seva resistència ja que les fibres dels taulers són perpendiculars les unes amb les altres.



Per al porxo, en planta baixa realitzarem un forjat de formigó i per a la planta primera es realitzarà un forjat mixt de fusta i formigó que consistirà en la col·locació de bigues de fusta en la seva part inferior i, posterior formigonat formalitzant una capa de compressió sobre les biguetes. De manera que es convertirà en una coberta plana invertida.

## 2.3 Envolupant

Al tractar-se l'estructura d'un entramat lleuger, aquesta ens permet la col·locació d'aïllament tèrmic en el seu interior d'un gruix de 140mm. L'entramat el recobrirem per l'interior i l'exterior amb panells d'OSB que contribueixen positivament amb els criteris d'aïllament. En la part exterior també s'augmentarà el gruix d'aïllament col·locant un panell de plaques de fibres de fusta de 20mm d'espessor i per sobre d'aquest, finalment, es col·locarà l'entramat de fusta de làrix que té grans capacitats a la intempèrie. En la part interior, per sobre del panell d'OSB, es col·locaran dues plaques de guix laminat que milloraran la resistència al foc del conjunt.

En el forjat de planta baixa, també es col·locarà l'aïllament en l'interior de l'entramat per optimitzar l'espai. En aquest cas, el gruix serà de 200mm. En la part superior del forjat es col·locarà un paviment de parquet.

Al forjat de planta primera no s'hi col·locarà aïllament tèrmic ja que es tracta d'un forjat que comunica dos plantes habitables i, per tant, no és necessari ja que no comunica amb l'exterior i no necessita aïllar-se tèrmicament. El que sí que col·locarem per sobre d'aquest serà una làmina per aïllar acústicament la planta a sorolls d'impacte. (Veure annex 4 per càlcul estructural)

El porxo se solucionarà de la mateixa manera que l'envolupant de la resta de l'edifici i els materials seran els mateixos ja que es vol aconseguir que aquest sigui com una continuació de la casa, tenint en compte que s'ha preparat per si finalment les obertures es volguessin tancar per ampliar l'habitatge. De manera que el forjat de planta primera del porxo se solucionarà constructivament com a coberta plana invertida: tela asfàltica, planxes d'aïllament tèrmic XPS (200mm), grava i paviment de fusta flotant. (Veure annex 4 per càlcul estructural)

## 2.4 Coberta a una aigua

Per a la coberta d'una aigua s'emprarà un sistema d'entramat lleuger mitjançant encavallades de fusta que es recolzaran sobre els entramats verticals que conformen les divisions interiors i l'envolupant exterior. Aquestes peces s'uniran mitjançant unions mecàniques que permetran el gir i desplaçament i només el gir en les reaccions. Aquesta coberta disposarà de ventilació



creuada des de les façanes Nord-Est i Sud-Oest. Tal i com sempre ha fet la construcció tradicional aconseguint solucions molt satisfactòries. Aquesta ventilació es realitzarà a través de l'entramat de façana en que les lames de fusta estaran separades 0,5cm i podrà mantenir-se la coberta ventilada permanentment.

## 2.5 Divisions interiors

Les divisions interiors s'executaran amb entramats de fusta que recobrirem amb plaques de guix laminat (una en cada lateral). Distingirem dos gruixos diferents ja que la divisòria longitudinal que coincideix en ambdues plantes té caràcter estructural ja que suporta la coberta i serà de 140mm i, igual que els tancaments de façana, contindrà en el seu interior panells de llana de roca. La resta de divisòries tindran un gruix de 80mm.

En les zones humides col·locarem plaques de guix laminat resistents a la humitat.

## 2.6 Fusteries

### 2.6.1 Fusteries interiors

Les fusteries interiors seran totes de fusta de pi de 80x210cm exceptuant dues portes corredisses en la planta baixa que comuniquen amb la sala d'estar-menjador que seran de 90x210cm.

### 2.6.2 Fusteries exteriors

Les fusteries exteriors seran també de fusta de pi que ens permeten aconseguir valors de transmitància tèrmica molt baixos, de manera que l'aïllament tèrmic de l'edifici millora considerablement. La seva transmitància tèrmica serà de 1,18 W/(m<sup>2</sup>K).

El vidre serà doble amb càmera d'aire (8 20 6). Per optimitzar encara més aquesta baixa transmitància serà de baixa emissivitat tèrmica i evitar així que el fred entri per l'envidrament.

## 2.7 Escales

### 2.7.1 Escala interior

L'escala interior es resolrà amb una biga metàl·lica contínua que anirà ancorada al forjat de planta baixa i al forjat de planta primera. Sobre aquesta biga es col·locaran taulons de fusta en



el seu eix de manera que el tauló en un extrem toqui la paret i en l'altre quedi volant. La barana serà metàl·lica exceptuant el passamans que serà de fusta.

Constarà de 16 graons de 27,5 cm de petjada, 17,5 cm de contrapetja i 1m d'amplada de pas. De manera que salvarà una llum de 2,80 m.

### 2.7.2 Escales exteriors

Les escales exteriors per l'accés a l'habitatge i al porxo es realitzaran amb panells prefabricats de formigó armat. Consten de 3 graons de 30 cm de petjada i 19cm de contrapetja.

## 2.8 Instal·lacions

### 2.8.1 Xarxa de sanejament

Les canonades seran de PVC al llarg de tot l'habitatge i la seva xarxa de clavegueram es realitzarà mitjançant branccals longitudinals que recolliran els desguassos del conjunt. Aquests els connectarem a una arqueta enregisttable que comunicarem amb la xarxa pública.

L'extracció de fums de la cuina es farà mitjançant una xemeneia de 15cm de diàmetre amb extractor elèctric que té sortida a la teulada.

En els lavabos realitzarem conductes de ventilació per assegurar unes condicions òptimes de salubritat.

A l'exterior, per tal d'aprofitar l'aigua de la pluja, es col·locarà un dipòsit de 3000L soterrat. A aquest dipòsit hi arribaran les aigües pluvials els dies de pluja. Es conduirà des del canaló de façana Nord-Oest pel baixant fins a arribar al dipòsit. Aquesta aigua es vol aprofitar per a regar l'hort d'autoconsum que hi ha en una zona del jardí de l'habitatge. El dipòsit estarà preparat per conduir l'aigua cap a la xarxa de clavegueram municipal en cas que se superi el nivell màxim del dipòsit.

### 2.8.2 Xarxa de fontaneria

Des de l'escomesa s'abastirà d'aigua freda a tot l'edifici gràcies a la xarxa pública del municipi. Els tubs que s'utilitzaran seran de PVC amb un diàmetre de 75mm de diàmetre nominal exterior. Cada aparell sanitari estarà dotat de la seva corresponent clau de pas, igual que cada cambra humida disposarà de la seva pròpia clau de pas.





Per a l'ACS, els tubs seran de PVC i estaran aïllats amb escuma elastomèrica per evitar la dissipació de la temperatura. Aquesta ACS es realitzarà mitjançant la placa col·locada en façana. (Veure annex 3)

### 2.8.3 Electricitat i il·luminació

La xarxa elèctrica estarà realitzada mitjançant conductors de coure que abastaran a tot l'edifici des de l'escomesa que es troba situada a l'entrada de la finca.

La il·luminació majoritàriament es realitzarà a base d'ulls de bou exceptuant en aquelles zones on es vulgui col·locar algun element d'il·luminació decoratiu.

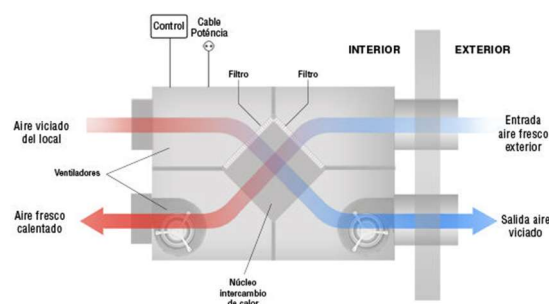
### 2.8.4 Climatització i refrigeració

Al tractar-se d'un habitatge Passivhaus es vol evitar la necessitat d'utilitzar energies externes per tal de climatitzar l'edifici.

Pels casos en que es necessiti una font d'energia, s'ha decidit col·locar una llar de foc al menjador per tal d'escalfar tot el conjunt els dies més freds. Com que el tub passarà pel doble espai que comunica les dues plantes i no es recobrirà, aquest dissiparà la calor a l'estança de manera que encara s'aprofitarà més la calor generada.

### 2.8.5 Recuperador de calor

Un recuperador de calor té com a objectiu principal la recuperació de l'energia que s'utilitza per climatitzar un espai interior. Ho aconsegueix transferint el calor de l'aire extret de l'interior d'un local a l'aire impulsat de l'exterior. És a dir, l'aire que extraïem de l'interior de l'habitatge passa per un conducte i transmet la seva temperatura al nucli intercanviador de calor del recuperador. De l'exterior agafarem l'aire renovat que escalfarem en passar el conducte pel nucli intercanviador de calor i que comunicarà finalment amb les reixetes d'impulsió de cada estança. De manera que aconseguirem mantenir les condicions de climatització de l'edifici alhora que el ventilem sense necessitat d'obrir les finestres.



Imatge 23: Funcionament d'un recuperador de calor



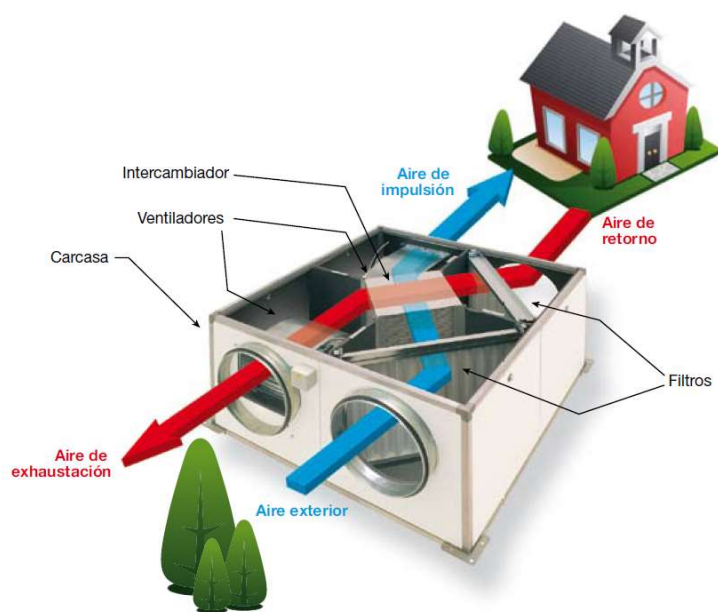
En aquest projecte s'ha col·locat un recuperador de calor en la sala d'instal·lacions en planta baixa. S'ha col·locat un sistema de ventilació mecànica al llarg de tot l'habitatge de manera que es pugui recuperar la calor de totes les estances. En cada una d'elles es disposa d'una reixeta d'extracció i d'una d'impulsió d'aire de manera que les condicions de salubritat, a més de les tèrmiques, millorin mantenint l'aire sempre renovat.

Els càlculs s'han realitzat mitjançant el programa informàtic CypeCad Mep amb el que s'ha predimensionat la xarxa del recuperador. En els banys i la cuina simplement es disposa de sistema d'extracció d'aire. A continuació s'adjunten les seves característiques i l'esquema de la instal·lació.

Equips	Sistema	Categoria	Categoria limit
Tipus 1 (Instal·lacions - Planta 0)	Ventilació i extracció	SFP4	SFP2

Equips	Referència
Tipus 1	Recuperador de calor aire-aire, amb bescanviador de flux creuat, cabal màxim de 450 m <sup>3</sup> /h, eficiència sensible 50,7%, per a muntatge horitzontal dimensions 600x600x310 mm i nivell de pressió sonora de 36 dBA en camp lliure a 1,5 m, amb caixa d'acer galvanitzat i plastificat, color ivori, amb aïllament, classe B segons UNE-EN 13501-1, suports antivibratoris, embocadures de 200 mm de diàmetre amb junt estanc i filtres G4 amb eficàcia del 86%, classe D segons UNE-EN 13501-1, 2 ventiladors centrífugs de doble oïda d'accionament directe amb motors elèctrics monofàsics de 4 velocitats de 150 W cadascun, aïllament F, protecció IP 20, caps de borns externa amb protecció IP 55

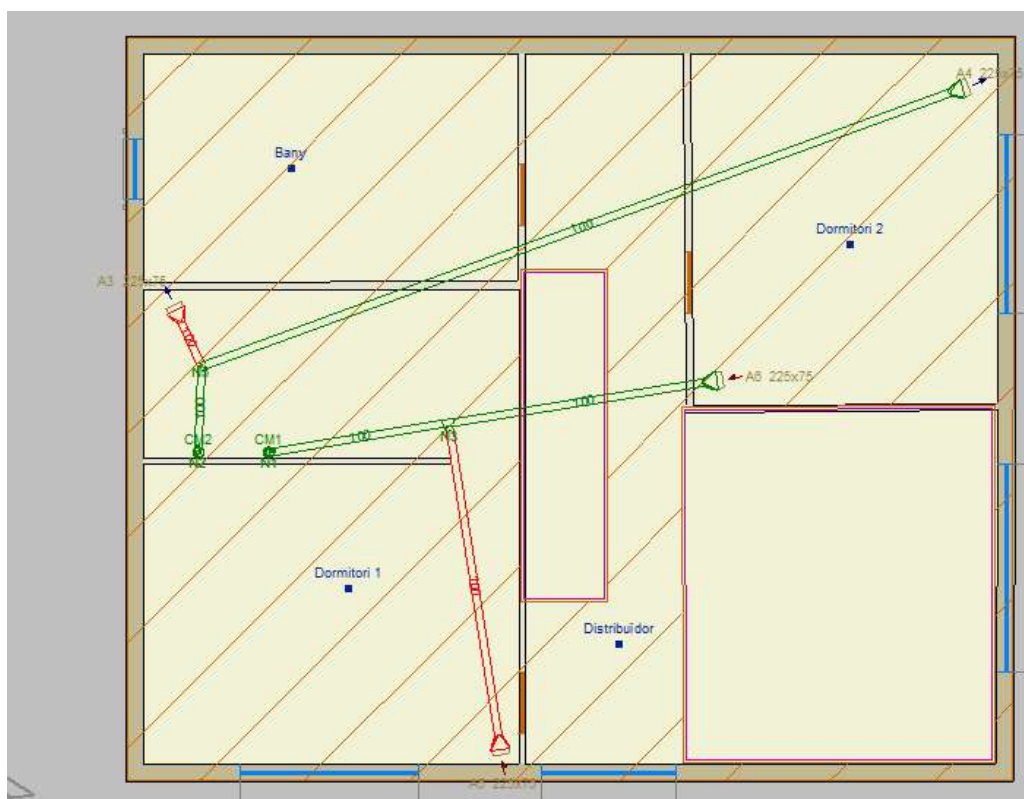
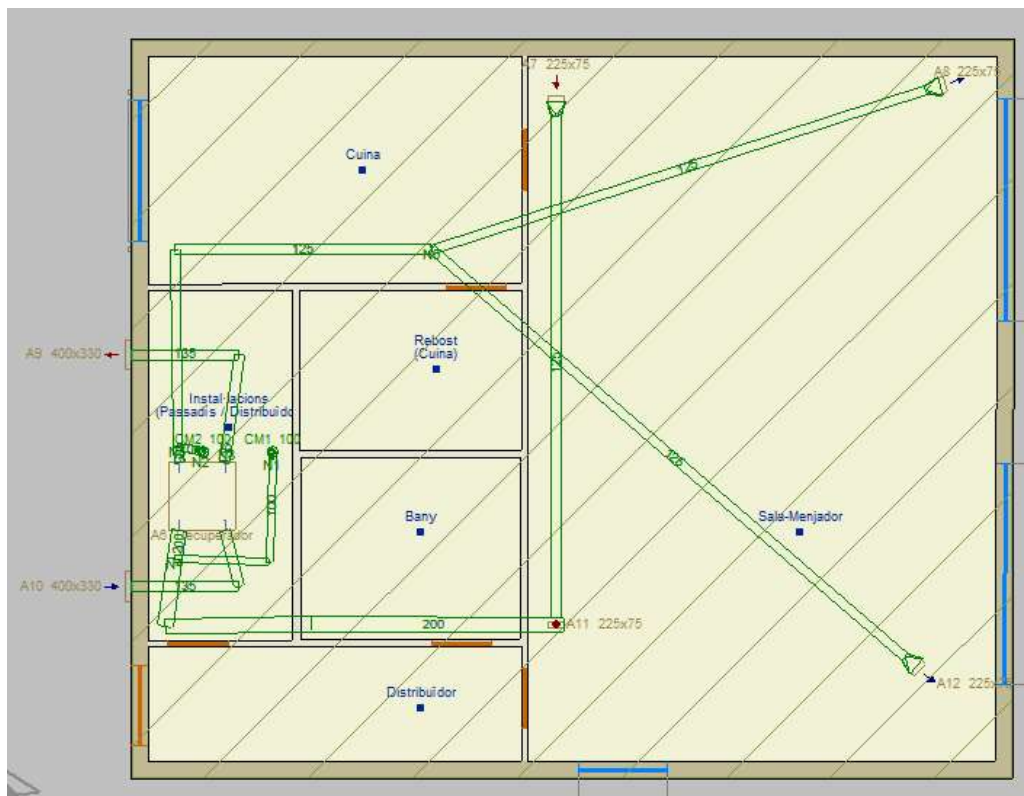
Amb aquesta eficiència sensible aconseguirem recuperar un 50,7% de les pèrdues que tindriem per ventilació natural. De manera que aconseguim millorar les condicions tèrmiques de l'habitatge.



Imatge 24: Esquema d'un recuperador de calor en habitatge



A continuació s'observa l'esquema de la instal·lació del recuperador de calor en planta baixa i planta primera:



Imatge 25: Instal·lació del recuperador de calor en planta baixa i planta primera



## 3 COMPLIMENT DEL CTE

### 3.1 CTE DB SI – Seguretat contra incendis

Seguint el compliment d'aquest Document Bàsic establirem les condicions de reacció i resistència al foc que ha de complir l'edificació. L'objectiu serà reduir el risc que els usuaris puguin patir danys derivats d'un incendi accidental en aquest habitatge.

#### Secció 1: Propagació interior

##### a) Compartimentació als sectors d'incendi

Cal compartimentar l'interior de l'edifici per tal de limitar el risc de propagació del foc.

La superfície construïda de l'habitatge és de 272,18 m<sup>2</sup>. Es considerarà tot l'edifici com un sector ja que la seva superfície no excedeix el límit de 2500 m<sup>2</sup>.

##### b) Locals i zones de risc especial

Tot el conjunt es considera de risc molt baix exceptuant la cuina i el rebost i la sala d'instal·lacions que es consideraran locals de risc baix.

- Cuina i rebost = 21,45 m<sup>2</sup>.
- Sala d'instal·lacions = 9,10 m<sup>2</sup>.

En aquests casos, la resistència dels elements separadors d'aquestes estances respecte la resta de l'edifici serà com a mínim EI 90 segons la taula següent.

**Tabla 2.2 Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios <sup>(\*)</sup>**

Característica	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Resistencia al fuego de la estructura portante <sup>(2)</sup>	R 90	R 120	R 180
Resistencia al fuego de las paredes y techos <sup>(3)</sup> que separan la zona del resto del edificio <sup>(2)(4)</sup>	EI 90	EI 120	EI 180
Vestíbulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio	-	Si	Si
Puertas de comunicación con el resto del edificio	EI <sub>2</sub> 45-C5	2 x EI <sub>2</sub> 30 -C5	2 x EI <sub>2</sub> 45-C5
Máximo recorrido hasta alguna salida del local <sup>(5)</sup>	≤ 25 m <sup>(6)</sup>	≤ 25 m <sup>(6)</sup>	≤ 25 m <sup>(6)</sup>



### c) Espais ocults. Pas d'instal·lacions a través d'elements de compartimentació d'incendis

La compartimentació contra incendis dels espais ocupats serà contínua en els buits previstos per al pas de les instal·lacions.

La resistència al foc requerida als elements de compartimentació d'incendis es mantindrà en els punts en els que aquests elements són travessats pels forats previstos per al pas de les instal·lacions.

### d) Reacció al foc dels elements constructius, decoratius i mobiliari

Els elements constructius compleixen amb les condicions de reacció al foc que s'estableixen en la Taula 4.1 del DB SI i els components de les instal·lacions elèctriques es regulen segons la seva reglamentació específica.

## Secció 2: Propagació exterior

### a) Mitgeres i façanes

Al tractar-se d'un habitatge aïllat no cal tenir en compte les característiques que haurien de complir les mitgeres en cas d'edificar-se un habitatge contigu.

En les façanes, com que només hi ha un sector d'incendi no caldrà tenir en compte la distància entre obertures per evitar la propagació horitzontal.

### b) Coberta

Aquesta haurà de complir amb el requisit de resistència al foc REI60. Aquest requisit l'aconsegurem gràcies a l'aïllament de llana de roca que col·loquem en la coberta.

## Secció 3: Evacuació d'ocupants

### a) Compatibilitat dels elements d'evacuació

L'edifici només es destinarà a un únic ús: residencial vivenda.





## Secció 4: Càlcul de l'ocupació

Es preveu una ocupació mitja en l'edifici de 9 persones segons la taula següent.

**Tabla 2.1. Densidades de ocupación <sup>(1)</sup>**

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m <sup>2</sup> /persona)
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc. Aseos de planta	Ocupación nula 3
Residencial Vivienda	Plantas de vivienda	20

- Planta Baixa = 100 m<sup>2</sup> / 20 m<sup>2</sup> = 5 persones
- Planta Primera = 98,10 m<sup>2</sup> / 20 m<sup>2</sup> = 4 persones

**OCUPACIÓ TOTAL = PB + P1 = 9 persones**

### a) Nombre de sortides i longitud dels recorreguts d'evacuació

L'edifici consta de sortida exterior només en la Planta Baixa. Aquesta comunica amb l'exterior a través de 4 sortides. La Planta Primera té accés al balcó però aquest no comunica amb la Planta Baixa. La longitud més desfavorable la trobem en la Planta Primera en el bany que és de **19,41m** per sortir a l'exterior. Per tant, com que 19,41 < 28m es considera que compleix.

**Tabla 3.1. Número de salidas de planta y longitud de los recorridos de evacuación <sup>(1)</sup>**

Número de salidas existentes	Condiciones
Plantas o recintos que disponen de una única salida de planta o salida de recinto respectivamente	No se admite en uso Hospitalario, en las plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo, así como en salas o unidades para pacientes hospitalizados cuya superficie construida exceda de 90 m <sup>2</sup> .  La ocupación no excede de 100 personas, excepto en los casos que se indican a continuación: - 500 personas en el conjunto del edificio, en el caso de salida de un edificio de viviendas; - 50 personas en zonas desde las que la evacuación hasta una salida de planta deba salvar una altura mayor que 2 m en sentido ascendente; - 50 alumnos en escuelas infantiles, o de enseñanza primaria o secundaria.  La longitud de los recorridos de evacuación hasta una salida de planta no excede de 25 m, excepto en los casos que se indican a continuación: - 35 m en uso Aparcamiento; - 50 m si se trata de una planta, incluso de uso Aparcamiento, que tiene una salida directa al espacio exterior seguro y la ocupación no excede de 25 personas, o bien de un espacio al aire libre en el que el riesgo de incendio sea irrelevante, por ejemplo, una cubierta de edificio, una terraza, etc.  La altura de evacuación descendente de la planta considerada no excede de 28 m, excepto en uso Residencial Público, en cuyo caso es, como máximo, la segunda planta por encima de la de salida de edificio <sup>(2)</sup> , o de 10 m cuando la evacuación sea ascendente.



## b) Dimensionat dels medis d'evacuació.

L'evacuació de l'edifici es farà en direcció descendent.

A continuació es calcula el dimensionat dels elements d'evacuació.

**Tabla 4.1 Dimensionado de los elementos de la evacuación**

Tipo de elemento	Dimensionado
Puertas y pasos	$A \geq P / 200$ <sup>(1)</sup> $\geq 0,80$ m <sup>(2)</sup> La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m.
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00$ m <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup> <sup>(5)</sup>
Pasos entre filas de asientos fijos en salas para público tales como cines, teatros, auditorios, etc. <sup>(6)</sup>	En filas con salida a pasillo únicamente por uno de sus extremos, $A \geq 30$ cm cuando tengan 7 asientos y 2,5 cm más por cada asiento adicional, hasta un máximo admisible de 12 asientos. En filas con salida a pasillo por sus dos extremos, $A \geq 30$ cm en filas de 14 asientos como máximo y 1,25 cm más por cada asiento adicional. Para 30 asientos o más: $A \geq 50$ cm. <sup>(7)</sup> Cada 25 filas, como máximo, se dispondrá un paso entre filas cuya anchura sea 1,20 m, como mínimo.
Escaleras no protegidas <sup>(8)</sup>	
para evacuación descendente	$A \geq P / 160$ <sup>(9)</sup>
para evacuación ascendente	$A \geq P / (160-10h)$ <sup>(9)</sup>

- Portes i passos =  $A \geq 9 / 200 \geq 0,80$  m  $\rightarrow A \geq 0,045 \geq 0,80$ m  $\rightarrow$  **0,80m**  $\geq 0,045 \geq 0,80$ m  
Considerant que l'amplada ha de ser superior a 0,6m i inferior a 1,23m. Les portes que s'han col·locat, de 80cm d'ample, compleixen els requisits ja que l'amplada està dins de l'interval requerit i a més compleixen amb l'equació de dimensionat.
- Passadissos =  $A \geq 9 / 200 \geq 1,00$ m  $\rightarrow A \geq 0,045 \geq 1,00$ m  $\rightarrow$  **1m**  $\geq 0,045 \geq 1,00$ m  
Els passadissos de l'edifici com a mínim són d'1m d'ample, per tant complim amb els requisits.
- Escala no protegida:

**Tabla 4.2. Capacidad de evacuación de las escaleras en función de su anchura**

Anchura de la escalera en m	Escalera no protegida		Escalera protegida (evacuación descendente o ascendente) <sup>(1)</sup>					
	Evacuación ascendente <sup>(2)</sup>	Evacuación descendente	Nº de plantas					
			2	4	6	8	10	cada planta más
<b>1,00</b>	132	<b>160</b>	224	288	352	416	480	+32
1,10	145	176	248	320	392	464	536	+36
1,20	158	192	274	356	438	520	602	+41
1,30	171	208	302	396	490	584	678	+47
1,40	184	224	328	432	536	640	744	+52
1,50	198	240	356	472	588	704	820	+58
1,60	211	256	384	512	640	768	896	+64
1,70	224	272	414	556	698	840	982	+71
1,80	237	288	442	596	750	904	1058	+77
1,90	250	304	472	640	808	976	1144	+84
2,00	264	320	504	688	872	1056	1240	+92
2,10	277	336	534	732	930	1128	1326	+99
2,20	290	352	566	780	994	1208	1422	+107



Amb una amplada d'1m podem evacuar fins a 160 persones. L'ocupació de l'edifici és de 9, per tant no hi ha problemes en l'ample de l'escala.

### c) Protecció de les escales

L'alçada màxima de les escales vindrà definida en funció de si les escales són protegides o no.

<b>Tabla 5.1. Protección de las escaleras</b>			
<b>Uso previsto <sup>(1)</sup></b>	<b>Condiciones según tipo de protección de la escalera</b>		
	<b>h = altura de evacuación de la escalera</b> <b>P = número de personas a las que sirve en el conjunto de plantas</b>		
	<b>No protegida</b>	<b>Protegida <sup>(2)</sup></b>	<b>Especialmente protegida</b>
<b>Escaleras para evacuación descendente</b>			
<i>Residencial Vivienda</i>	<b>h ≤ 14 m</b>	h ≤ 28 m	
<i>Administrativo, Docente,</i>	h ≤ 14 m	h ≤ 28 m	
<i>Comercial, Pública Concu-</i> <i>rrencia</i>	h ≤ 10 m	h ≤ 20 m	
<i>Residencial Público</i>	Baja más una	h ≤ 28 m <sup>(3)</sup>	Se admite en todo caso
<i>Hospitalario</i>			
zonas de hospitalización o de tratamiento intensivo	No se admite	h ≤ 14 m	
otras zonas	h ≤ 10 m	h ≤ 20 m	
<i>Aparcamiento</i>	No se admite	No se admite	

En aquest cas, les escales salven una alçada de 2,80m, per tant, compleixen.

### d) Portes situades en recorreguts d'evacuació

Les portes previstes per a l'evacuació de l'edifici seran abatibles amb eix de gir vertical. En aquest cas, no trobem portes giratòries ni automàtiques.

Totes les portes interiors compleixen amb un pas de 0,80m i la porta de sortida al recinte és de 0,95m.

### e) Senyalització dels medis d'evacuació

No serà necessària la senyalització ja que es tracta d'un edifici d'ús residencial.





## Secció 5: Instal·lacions de protecció contra incendis

### a) Dotació d'instal·lacions de protecció contra incendis

Tabla 1.1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios

Uso previsto del edificio o establecimiento	Condiciones
<b>Instalación</b>	
<b>En general</b>	
Extintores portátiles	Uno de eficacia 21A -113B: <ul style="list-style-type: none"><li>- A 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.</li><li>- En las zonas de riesgo especial conforme al capítulo 2 de la Sección 1<sup>(1)</sup> de este DB.</li></ul>
Bocas de incendio equipadas	En zonas de riesgo especial alto, conforme al capítulo 2 de la Sección SI1, en las que el riesgo se deba principalmente a materias combustibles sólidas <sup>(2)</sup>
Ascensor de emergencia	En las plantas cuya altura de evacuación exceda de 28 m
Hidrantes exteriores	Si la altura de evacuación descendente excede de 28 m o si la ascendente excede de 6 m, así como en establecimientos de densidad de ocupación mayor que 1 persona cada 5 m <sup>2</sup> y cuya superficie construida está comprendida entre 2.000 y 10.000 m <sup>2</sup> . Al menos un hidrante hasta 10.000 m <sup>2</sup> de superficie construida y uno más por cada 10.000 m <sup>2</sup> adicionales o fracción. <sup>(3)</sup>
Instalación automática de extinción	Salvo otra indicación en relación con el uso, en todo edificio cuya altura de evacuación exceda de 80 m. En cocinas en las que la potencia instalada exceda de 20 kW en uso Hospitalario o Residencial Público o de 50 kW en cualquier otro uso <sup>(4)</sup> En centros de transformación cuyos aparatos tengan aislamiento dieléctrico con punto de inflamación menor que 300 °C y potencia instalada mayor que 1 000 kVA en cada aparato o mayor que 4 000 kVA en el conjunto de los aparatos. Si el centro está integrado en un edificio de uso Pública Concurrencia y tiene acceso desde el interior del edificio, dichas potencias son 630 kVA y 2 520 kVA respectivamente.
<b>Residencial Vivienda</b>	
Columna seca <sup>(5)</sup>	Si la altura de evacuación excede de 24 m.
Sistema de detección y de alarma de incendio	Si la altura de evacuación excede de 50 m. <sup>(6)</sup>
Hidrantes exteriores	Uno si la superficie total construida esté comprendida entre 5.000 y 10.000 m <sup>2</sup> . Uno más por cada 10.000 m <sup>2</sup> adicionales o fracción. <sup>(3)</sup>

Com que el recorregut màxim és superior a 15m, s'haurà de preveure la instal·lació d'un extintor portàtil en l'edifici. A més, al ser l'alçada de l'edifici inferior a totes les exigències de la taula anterior, no caldrà col·locar cap més equip.

### b) Senyalització de les instal·lacions manuals de protecció

Caldrà senyalitzar l'existència de l'extintor previst seguint les senyals definides en la norma UNE 23033-1.



## Secció 6: Actuació dels bombers

### a) Condicions d'aproximació i entorn

Els vials d'aproximació a l'edifici compleixen amb els següents requisits:

#### 1.1 Aproximación a los edificios

- 1 Los viales de aproximación de los vehículos de los bomberos a los espacios de maniobra a los que se refiere el apartado 1.2, deben cumplir las condiciones siguientes:
  - a) anchura mínima libre 3,5 m;
  - b) altura mínima libre o gálibo 4,5 m;
  - c) capacidad portante del vial 20 kN/m<sup>2</sup>.

A més el camió tindrà l'espai de maniobra necessari per a la realització de les seves tasques.

### b) Accessibilitat per façana

Els buits permetran l'accés des de l'exterior a l'interior dels bombers. Compleixen amb els requisits:

- a) Facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio, de forma que la altura del alféizar respecto del nivel de la planta a la que accede no sea mayor que 1,20 m;
- b) Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser, al menos, 0,80 m y 1,20 m respectivamente. La distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no debe exceder de 25 m, medida sobre la fachada;
- c) No se deben instalar en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos, a excepción de los elementos de seguridad situados en los huecos de las plantas cuya *altura de evacuación* no exceda de 9 m.

## Secció 7: Resistència al foc de l'estructura

Cal tenir en compte que en cas d'incendi els materials de l'estructura poden patir accions indirectes, com per exemple, deformacions. Els materials de cada element hauran de complir els següents requisits:

**Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales**

Uso del <i>sector de incendio</i> considerado <sup>(1)</sup>	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante altura de evacuación del edificio		
		≤15 m	≤28 m	>28 m
Vivienda unifamiliar <sup>(2)</sup>	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 <sup>(3)</sup>	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 <sup>(4)</sup>		



**Tabla 3.2 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales de zonas de riesgo especial integradas en los edificios <sup>(1)</sup>**

Riesgo especial bajo	R 90
Riesgo especial medio	R 120
Riesgo especial alto	R 180

<sup>(1)</sup> No será inferior al de la estructura portante de la planta del edificio excepto cuando la zona se encuentre bajo una cubierta no prevista para evacuación y cuyo fallo no suponga riesgo para la estabilidad de otras plantas ni para la compartimentación contra incendios, en cuyo caso puede ser R 30.

La *resistencia al fuego* suficiente R de los elementos estructurales de un suelo de una zona de riesgo especial es función del uso del espacio existente bajo dicho suelo.

La coberta també pot complir amb una resistència **R30** ja que no està prevista per a l'evacuació de l'edificació i la seva alçada no excedeix els 28m.

### c) Elements estructurals secundaris

No serà necessari que aquests elements compleixin amb cap exigència.

### 3.2 CTE DB SUA – Seguretat d'utilització i accessibilitat

Mitjançant aquest document bàsic reduïrem el risc de patir danys en l'ús de l'edifici.

#### Secció 1: Seguretat davant el risc de caigudes

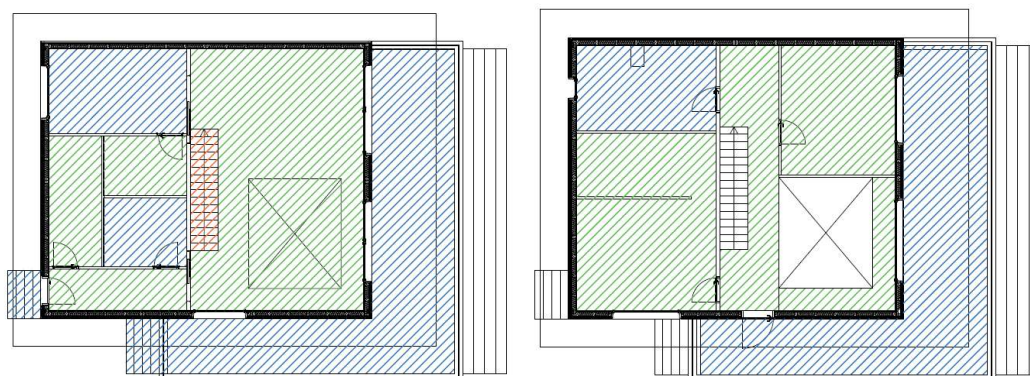
##### a) Lliscament dels sòls

Es classifiquen els sòls en 4 classes:

Resistencia al deslizamiento $R_d$	Clase
$R_d \leq 15$	0
$15 < R_d \leq 35$	1
$35 < R_d \leq 45$	2
$R_d > 45$	3

Per a l'elecció dels diferents paviments seguirem els següents requisits:

Localización y características del suelo	Clase
Zonas interiores secas	
- superficies con pendiente menor que el 6%	1
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	2
Zonas interiores húmedas, tales como las entradas a los edificios desde el espacio exterior <sup>(1)</sup> , terrazas cubiertas, vestuarios, baños, aseos, cocinas, etc.	
- superficies con pendiente menor que el 6%	2
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	3
Zonas exteriores. Piscinas <sup>(2)</sup> . Duchas.	3



Imatge 26: Paviments PB i P1





## b) Discontinuitats en el paviment

Caldrà que els paviments també compleixin amb els següents requisits per tal d'evitar caigudes:

- No tindrà juntas que presenten un resalto de más de 4 mm. Los elementos salientes del nivel del pavimento, puntuales y de pequeña dimensión (por ejemplo, los cerraderos de puertas) no deben sobresalir del pavimento más de 12 mm y el saliente que exceda de 6 mm en sus caras enfrentadas al sentido de circulación de las personas no debe formar un ángulo con el pavimento que exceda de 45°.
- Los desniveles que no excedan de 5 cm se resolverán con una pendiente que no exceda el 25%;
- En zonas para circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 1,5 cm de diámetro.

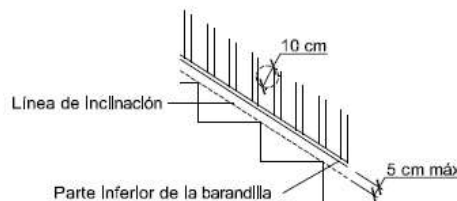
## c) Desnivells

Per a limitar el risc de caiguda per desnivell, es col·locaran baranes en els desnivells, finestres i buits d'escala en els casos que la diferència de cota superi els 0,55m.

Aquestes barreres protectores hauran de complir amb una alçada mínima de 0,90m en diferències de cota inferiors a 6m. Com que totes les cotes són inferiors a 6m, totes les baranes compleixen amb aquest requisit ja que són d'1m d'alçada. També hauran de complir amb els requisits de resistència i rigidesa establerts en el DB-SE-AE.

El seu complirà:

- No puedan ser fácilmente escaladas por los niños, para lo cual:
  - En la altura comprendida entre 30 cm y 50 cm sobre el nivel del suelo o sobre la línea de inclinación de una escalera no existirán puntos de apoyo, incluidos salientes sensiblemente horizontales con más de 5 cm de saliente.
  - En la altura comprendida entre 50 cm y 80 cm sobre el nivel del suelo no existirán salientes que tengan una superficie sensiblemente horizontal con más de 15 cm de fondo.
- No tengan aberturas que puedan ser atravesadas por una esfera de 10 cm de diámetro, exceptuándose las aberturas triangulares que forman la huella y la contrahuella de los peldaños con el límite inferior de la barandilla, siempre que la distancia entre este límite y la línea de inclinación de la escalera no exceda de 5 cm (véase figura 3.2).



## d) Escales i rampes

Els esglaons de l'escala amb petjada de 27,5 cm i contrapetja de 17,5 cm compliran amb la següent equació:

$$54 \text{ cm} \leq 2C + H \leq 70 \text{ cm} \rightarrow 54 \text{ cm} \leq 2 \cdot 17,5 + 27,5 \leq 70 \text{ cm} \rightarrow 54 \text{ cm} \leq 62,5 \text{ cm} \leq 70 \text{ cm}$$



També es compleix que el tram d'escales compleix amb les exigències de manera que l'alçada màxima que salva és de 2,80m que és el màxim permès. A més, tots els graons tenen la mateixa petjada i contrapetja. L'amplada d'aquesta serà d'1m que, per tant, compleix amb les exigències.

Tabla 4.1 Escaleras de uso general. Anchura útil mínima de tramo en función del uso

Uso del edificio o zona	Anchura útil mínima (m) en escaleras previstas para un número de personas:			
	≤ 25	≤ 50	≤ 100	> 100
Residencial Vivienda, incluso escalera de comunicación con aparcamiento	1,00 <sup>(1)</sup>			
Docente con escolarización infantil o de enseñanza primaria Pública concurrencia y Comercial	0,80 <sup>(2)</sup>	0,90 <sup>(2)</sup>	1,00	1,10
Sanitario Zonas destinadas a pacientes internos o externos con recorridos que obligan a giros de 90° o mayores	1,40			
Otras zonas	1,20			
Casos restantes	0,80 <sup>(2)</sup>	0,90 <sup>(2)</sup>	1,00	

En aquesta escala no hi ha replans.

Caldrà que l'escala tingui passamans ja que salva una alçada superior a 55cm.

- 1 Las escaleras que salven una altura mayor que 55 cm dispondrán de pasamanos al menos en un lado. Cuando su anchura libre exceda de 1,20 m, así como cuando no se disponga ascensor como alternativa a la escalera, dispondrán de pasamanos en ambos lados.

En l'edifici no hi ha cap rampa, per tant no tindrem en compte aquests requisits.

### e) Neteja dels envidraments exteriors

Els envidraments seran lliscables, practicables o fixes, per tant la seva neteja es podrà realitzar sense problemes.

## Secció 2: Seguretat front al risc d'impacte o atrapament

### a) Impacte

L'alçada lliure de pas mínima de l'edifici serà de 2,25m en planta primera. En els llindars de les portes l'alçada lliure serà de 2m.

Caldrà que les parets, en les zones de circulació de l'edifici no tinguin elements sortints que no arrenquin del terra, que sobresurtin més de 15cm en una alçada compresa entre 0,15m i 2,2m i que presentin risc d'impacte.



Les superfícies envidrades compliran amb l'apartat 3.2. del SUI i tindran una classificació 2B seguint els següents criteris:

Diferencia de cotas a ambos lados de la superficie acristalada	Valor del parámetro		
	X	Y	Z
Mayor que 12 m	cualquiera	B o C	1
Comprendida entre 0,55 m y 12 m	cualquiera	B o C	1 ó 2
Menor que 0,55 m	1, 2 ó 3	B o C	cualquiera

Caldrà identificar les següents àrees amb risc d'impacte:

- En portes, les àrees compreses entre el sòl i una alçada de 1,50m i una amplada igual a la de la porta més 0,30m a cada costat de la mateixa.
- En draps fixos, l'àrea compresa entre el nivell del terra i una alçada de 0,90 m.
- Les parts vidriades de portes estan constituïdes per elements laminats o temperats que resisteixin sense trencament un impacte de nivell 3, d'acord amb el procediment descrit en la norma UNE EN 12600: 2003.

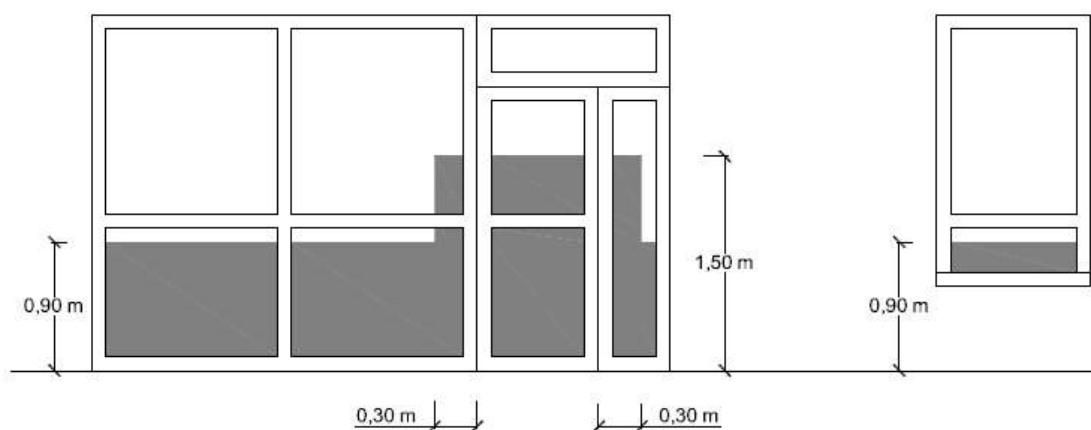


Figura 1.2 Identificación de áreas con riesgo de impacto

## b) Atrapament

S'haurà de tenir en compte el risc d'atrapament en les portes corredisses manuals que s'han instal·lat en la sala d'estar-menjador. Per això, la distància fins a l'objecte fix més proper serà de 20 cm com a màxim.

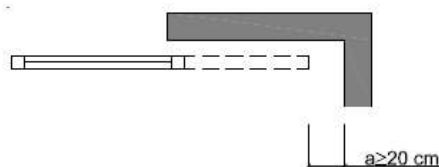


Figura 2.1 Holgura para evitar atrapamientos



### Secció 3: Seguretat front al risc d'empresonament en recintes

#### a) Empresonament

Les portes no tindran dispositius per ser bloquejades des de l'interior, a excepció de les portes dels banys i les que comuniquen amb l'exterior de l'edifici. Al tractar-se de banys no caldrà que la col·locació dels mecanismes per al control de la llum es trobin en l'interior d'aquestes estances.

La força d'obertura de les portes de sortida serà de 140 N, com a màxim, excepte en les situades en itineraris accessibles que serà com a màxim de 25 N.

Per a la determinació de la força de maniobra de la porta corredissa s'emprarà el mètode d'assaig específic en la norma UNE-EN 12.046-2: 2000.

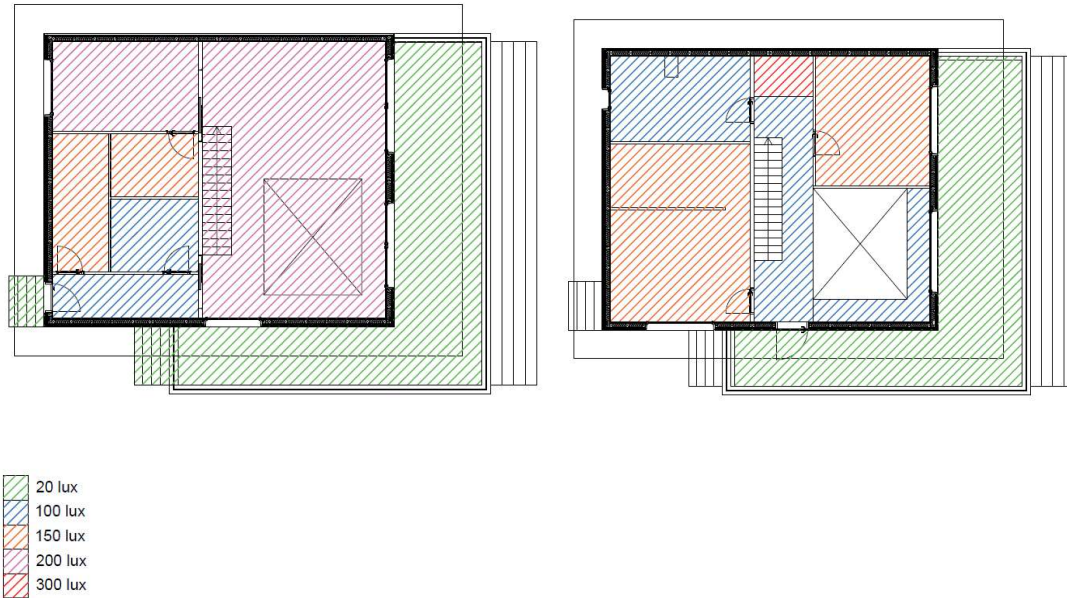
### Secció 4: Seguretat front al risc degut a il·luminació inadequada

#### a) Enllumenat normal en zones de circulació

Les il·luminacions mínimes en l'interior de l'habitatge seran:

- 20 lux en l'exterior.
- 100 lux en zones de pas i banys.
- 150 lux en habitacions.
- 200 lux en sala d'estar, menjador i cuina.
- 300 lux en zona d'oficina.





*Imatge 27: Il·luminació PB i P1*

La il·luminació se situarà seguint els següents criteris:

- A 2m per sobre del nivell del sòl.
- Una a cada porta de sortida i en les posicions en què hi hagi un perill potencial. Com a mínim hauran de ser en els següents punts:
  - Escales: cada tram rebrà il·luminació directa.
  - Canvis de nivell.
  - Canvis de direcció i en interseccions de passadissos

### Secció 5: Seguretat front al risc degut a situacions d'alta ocupació

Aquesta secció no serà d'aplicació.

### Secció 6: Seguretat front al risc d'ofegament

Aquesta secció no serà d'aplicació.

### Secció 7: Seguretat front al risc de vehicles en moviment

Aquesta secció no serà d'aplicació.



## Secció 8: Seguretat front al risc causat per l'acció d'un llamp

### a) Procediment de verificació

- 1 Serà necesaria la instal·lació de un sistema de protecció contra el rayo, en los términos que se establecen en el apartado 2, cuando la frecuencia esperada de impactos  $N_e$  sea mayor que el riesgo admisible  $N_a$ .
- 2 Los edificios en los que se manipulen sustancias tóxicas, radioactivas, altamente inflamables o explosivas y los edificios cuya altura sea superior a 43 m dispondrán siempre de sistemas de protección contra el rayo de eficiencia E superior o igual a 0,98, según lo indicado en el apartado 2.
- 3 La frecuencia esperada de impactos,  $N_e$ , puede determinarse mediante la expresión:

$$N_e = N_g A_e C_1 10^{-6} \quad [n^\circ \text{ impactos/año}] \quad (1.1)$$

Calculem la freqüència esperada d'impactes l'any per tal de comprovar si  $N_e > N_a$ :

$$N_e = N_g \times A_e \times C_1 \times 10^{-6}$$

$$N_g = 3 \text{ (Lleida)}$$

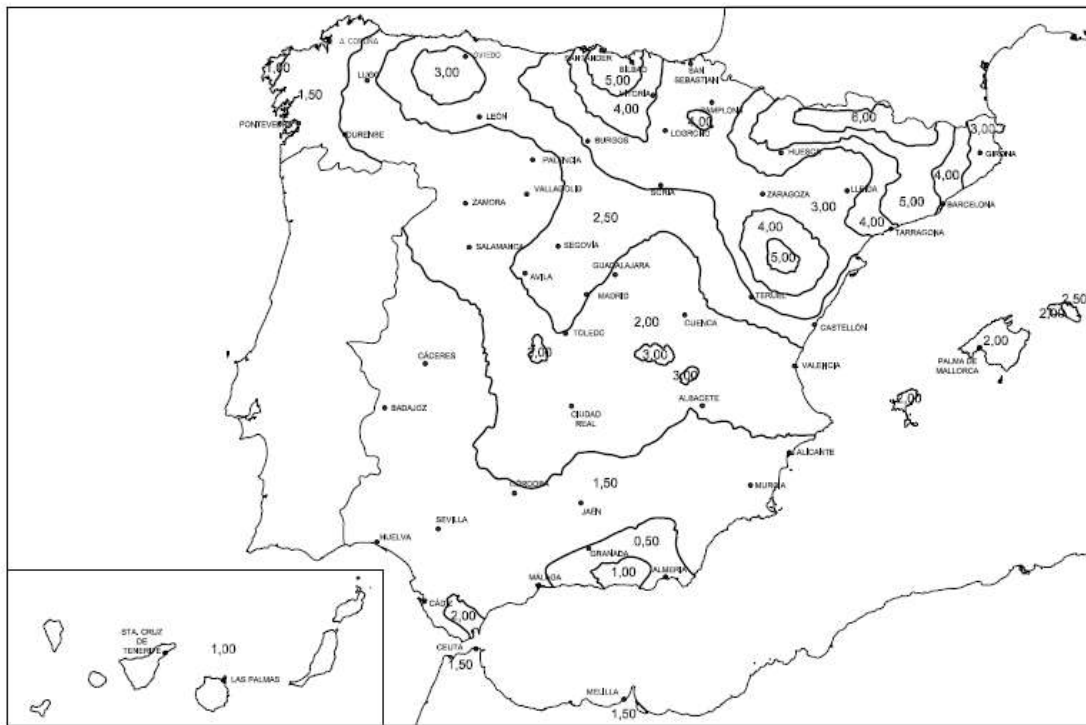


Figura 1.1 Mapa de densidad de impactos sobre el terreno  $N_g$

$$A_e = 2345 \text{ m}^2$$

$$C_1 = 2$$

Tabla 1.1 Coeficiente  $C_1$

Situación del edificio	$C_1$
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
Rodeado de edificios más bajos	0,75
Aislado	1
Aislado sobre una colina o promontorio	2



Per tant,  $N_e = N_g \times A_e \times C_1 \times 10^{-6} = 3 \times 2345 \times 2 \times 10^{-6} = \mathbf{0,014 \text{ impactes / any}}$

Procedim a calcular el risc admissible:

$$C_2 = 2$$

$$C_3 = 1$$

$$C_4 = 1$$

$$C_5 = 1$$

**Tabla 1.2 Coeficiente C<sub>2</sub>**

	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

**Tabla 1.3 Coeficiente C<sub>3</sub>**

Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

**Tabla 1.4 Coeficiente C<sub>4</sub>**

Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

**Tabla 1.5 Coeficiente C<sub>5</sub>**

Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3} \rightarrow N_a = 5,5 / (2 \times 1 \times 1 \times 1) \times 10^{-3} = \mathbf{0,003}$$

$N_e > N_a \rightarrow \mathbf{0,014 > 0,003}$

Segons els càlculs anteriors serà necessària la instal·lació d'un sistema de protecció contra el llamp.

## b) Instal·lacions exigides

L'eficàcia E requerida per a la instal·lació de protecció contra el llamp es determina mitjançant la fórmula següent:

$$E = 1 - (N_a / N_e) \rightarrow E = 1 - (0,003 / 0,014) = \mathbf{0,78}$$

**Tabla 2.1 Componentes de la instalación**

Eficiencia requerida	Nivel de protección
$E > 0,98$	1
$0,95 < E < 0,98$	2
$0,80 < E < 0,95$	3
$0 < E < 0,80$ <sup>(1)</sup>	4

<sup>(1)</sup> Dentro de estos límites de eficiencia requerida, la instalación de protección contra el rayo no es obligatoria.

No serà necessària doncs realitzar la instal·lació de protecció contra els llamps degut al valor de l'eficiència requerida.



## Secció 9: Accessibilitat

En aquest cas, no és obligatori el compliment d'aquesta secció ja que va en funció de les necessitats que presentin els ocupants de l'habitatge.

### **1 Condiciones de accesibilidad**

- 1 Con el fin de facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad se cumplirán las condiciones funcionales y de dotación de elementos accesibles que se establecen a continuación.
- 2 Dentro de los límites de las viviendas, incluidas las unifamiliares y sus zonas exteriores privativas, las condiciones de accesibilidad únicamente son exigibles en aquellas que deban ser accesibles.

Tot i així es procurarà complir amb el màxim d'exigències que demana. L'habitatge consta d'una zona preparada per si fos necessària la instal·lació d'un ascensor. També és possible l'eliminació de les escales exteriors per a l'accés substituint-les per una rampa d'accés.



### 3.3 CTE DB HE – Estalvi energètic

El compliment d'aquest decret s'ha comprovat mitjançant el Software CypeCad Mep. Trobem la documentació adjunta en l'annex 2.



### 3.4 CTE DB HR – Protecció contra el soroll

Amb aquest decret el que aconseguirem és limitar, en l'interior de l'edifici, el risc de molèsties o malalties pel soroll que puguin provocar-se a causa de les característiques del projecte, construcció, ús i manteniment, sempre que es segueixin condicions normals d'utilització.

#### Secció 2: Caracterització o quantificació de les exigències

Caldrà classificar les diferents estances segons les unitats d'ús. Distingirem dues unitats d'ús: una pels recintes protegits (habitacions i una altra pels ) recintes habitables (resta de l'edifici).

##### a) Aïllament acústic a soroll aeri

Els elements constructius interiors separadors (façanes, cobertes...) hauran de complir les següents característiques, tenint en compte que es tracta d'un edifici amb ús residencial privat:

- La tabiqueria interior ha de complir que l'índex global de ponderació acústica sigui inferior a 33 dB.
- Les separacions de dues zones d'ús diferents hauran de complir que l'aïllament acústic a soroll aeri sigui major a 45 dBA. En cas de compartir portes o finestres, haurà de ser inferior a 20 dBA i l'índex global de ponderació acústica no serà menor que 50 dBA.

Al tractar-se d'un habitatge aïllat no caldrà tenir en compte els criteris pels paraments comuns amb altres edificacions.

##### b) Aïllament acústic a soroll per impacte

Els elements constructius interiors separadors (façanes, cobertes...) hauran de complir les següents característiques, tenint en compte que es tracta d'un edifici amb ús residencial privat:

- a) En els recintes protegits, quan estiguin en contacte amb recintes amb diferents unitats d'ús, el nivell global de pressió del soroll per impacte haurà de ser inferior a 65dB.



### Secció 3: Disseny i dimensionat

Procedim a calcular tenint en compte que aquests son els elements que poden afectar a la transmissió del soroll:

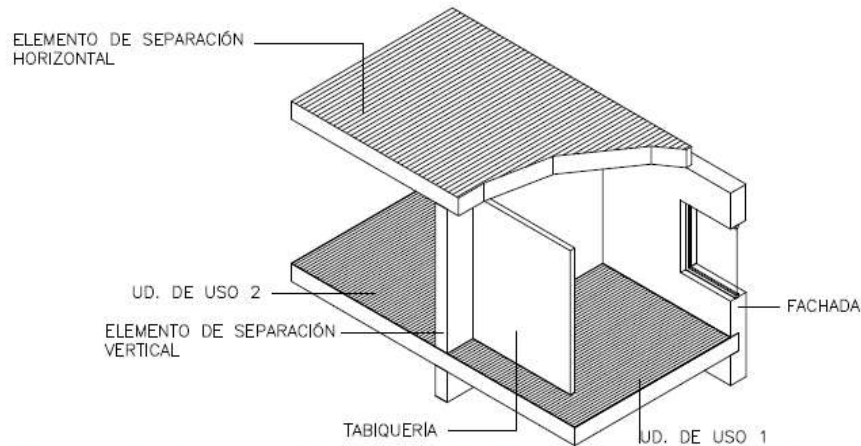


Figura 3.1. Elementos que componen dos recintos y que influyen en la transmisión de ruido entre ambos

#### a) Soroll exterior

La zona on es troba l'habitatge és una zona de molt baixa circulació i es troba a uns 8 km del nucli urbà més proper. Per tant, considerarem que l'índex de soroll diari és inferior a 60 dB. Per tant, haurem de complir amb els següents criteris:

Tabla 2.1 Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo,  $D_{2m,nT,Atr}$ , en dBA, entre un recinto protegido y el exterior, en función del índice de ruido día,  $L_d$ .

$L_d$ dBA	Uso del edificio			
	Residencial y hospitalario		Cultural, sanitario <sup>(1)</sup> , docente y administrativo	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

<sup>(1)</sup> En edificios de uso no hospitalario, es decir, edificios de asistencia sanitaria de carácter ambulatorio, como despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.

És a dir, en totes les zones caldrà complir que els paraments exteriors compleixin que el valor de l'aïllament acústic sigui igual o superior a 30 dBA.

Degut als grans gruixos d'aïllament que col·locarem en tots els paraments (des de 14 fins a 20 cm), és pot dir que es complirà amb aquestes exigències.





## b) Soroll interior

Els envans, formats per 2 plaques de cartró guix i estructura central compliran amb els 33 dBA mínims requerits.

Als elements separadors horitzontals s'ha col·locat un panell de 2,5cm d'espessor per tal d'aconseguir aïllar del soroll aeri i d'impacte entre la planta baixa i la primera.

### Secció 6: Manteniment i conservació

Caldrà que en l'edificació es realitzi un manteniment que conservi les condicions acústiques exigides. Si es realitza alguna modificació, reparació o substitució, caldrà realitzar-ho amb materials que compleixin també les condicions requerides.



### 3.5 CTE DB HS – Higiene, salut i protecció del medi ambient

Definirem que l'edifici compleix amb les exigències bàsiques de salubritat i ens assegurarem de que el risc de patir malalties dels usuaris es vegi reduït.

#### Secció 1: Protecció davant la humitat

##### a) Grau d'impermeabilitat dels murs

No existeixen murs en contacte amb el terreny, per tant aquest apartat no serà d'aplicació.

##### b) Grau d'impermeabilitat del sòl

No existeix cap zona on el sòl estigui en contacte amb el terreny ja que el forjat de planta baixa es tracta d'un forjat sanitari, per tant aquest apartat no serà d'aplicació.

##### c) Grau d'impermeabilitat de façanes

Vindrà determinat en funció de la zona pluviomètrica i de l'exposició al vent.

Tabla 2.6 Grado de exposición al viento

		Clase del entorno del edificio					
		E1			E0		
		Zona eólica			Zona eólica		
		A	B	C	A	B	C
Altura del edificio en m	≤15	V3	V3	V3	V2	V2	V2
	16 - 40	V3	V2	V2	V2	V2	V1
	41 – 100 <sup>(1)</sup>	V2	V2	V2	V1	V1	V1

<sup>(1)</sup> Para edificios de más de 100 m de altura y para aquellos que están próximos a un desnivel muy pronunciado, el grado de exposición al viento debe ser estudiada según lo dispuesto en el DB-SE-AE.

		Zona pluviométrica de promedios				
		I	II	III	IV	V
Grado de exposición al viento	V1	5	5	4	3	2
	V2	5	4	3	3	2
	V3	5	4	3	2	1



Per tant, considerant que el grau d'impermeabilitat és 3:

Tabla 2.7 Condiciones de las soluciones de fachada

		Con revestimiento exterior			Sin revestimiento exterior			
Grado de impermeabilidad	≤1	R1+C1 <sup>(1)</sup>			C1 <sup>(1)</sup> +J1+N1			
	≤2				B1+C1+J1+N1	C2+H1+J1+N1	C2+J2+N2	C1 <sup>(1)</sup> +H1+J2+N2
	≤3	R1+B1+C1	R1+C2	B2+C1+J1+N1	B1+C2+H1+J1+N1	B1+C2+J2+N2	B1+C1+H1+J2+N2	
	≤4	R1+B2+C1	R1+B1+C2	R2+C1 <sup>(1)</sup>	B2+C2+H1+J1+N1	B2+C2+J2+N2	B2+C1+H1+J2+N2	
	≤5	R3+C1	B3+C1	R1+B2+C2	R2+B1+C1	B3+C1		

<sup>(1)</sup> Cuando la fachada sea de una sola hoja, debe utilizarse C2.

Caldrà que complim amb els requisits:

**R1 + B2 + C1** = Revestiment exterior amb resistència mitja a les filtracions + Barrera de resistència mitja a la filtració (càmera d'aire no ventilada) + Almenys una fulla principal d'espessor mitjà

**R1 + C2** = Revestiment exterior amb resistència mitja a les filtracions + Almenys una fulla principal d'espessor alt

En el nostre cas, complirem amb la primera opció.

#### d) Encontre de la façana amb la fusteria

Totes les fusteries disposen d'ampits i trencaigües que compleixen amb les exigències d'aquesta norma. A més, també tenen un pendent de 10°.

#### e) Coberta

El pendent mínim exigít ve determinat per la taula següent. En el nostre cas, la coberta té un pendent del 15%, per tant, complim amb els requisits.

Tabla 2.10 Pendientes de cubiertas inclinadas

		Pendiente mínima en %
Teja <sup>(3)</sup>	Teja curva	32
	Teja mixta y plana monocal	30
	Teja plana marsellesa o alicantina	40
	Teja plana con encaje	50
Pizarra		60
2) Fibrocemento	Cinc	10
	Placas simétricas de onda grande	10
	Placas asimétricas de nervadura grande	10
	Placas asimétricas de nervadura media	25



Com que tenim càmera d'aire ventilada en la coberta, caldrà que complim:

Cuando se disponga una cámara de aire, ésta debe situarse en el lado exterior del *aislante térmico* y ventilarse mediante un conjunto de aberturas de tal forma que el cociente entre su área efectiva total,  $S_s$ , en  $\text{cm}^2$ , y la superficie de la cubierta,  $A_c$ , en  $\text{m}^2$  cumpla la siguiente condición:

$$30 > \frac{S_s}{A_c} > 3 \quad (2.3)$$

$$S_s = 185 \text{ m}^2$$

$$A_c = 4 * (2*1) = 8 \text{ m}^2$$

$$30 > 185/8 > 3 \rightarrow 30 > 23,125 > 3 \rightarrow \text{Es compleix}$$

## Secció 2: Recollida i evacuació de residus

### 2.1 Almacén de contenedores de edificio y espacio de reserva

- 1 Cada edificio debe disponer como mínimo de un almacén de *contenedores de edificio* para las fracciones de los *residuos* que tengan *recogida puerta a puerta*, y, para las fracciones que tengan *recogida centralizada* con *contenedores de calle* de superficie, debe disponer de un espacio de reserva en el que pueda construirse un almacén de contenedores cuando alguna de estas fracciones pase a tener *recogida puerta a puerta*.
- 2 En el caso de *viviendas aisladas o agrupadas horizontalmente*, el almacén de *contenedores de edificio* y el espacio de reserva pueden disponerse de tal forma que *sirvan a varias viviendas*.

En el nostre cas, es disposa d'una zona de reserva que serveix a les diferents parcel·les de la partida.

## Secció 3: Qualitat de l'aire interior

Caldrà que cada estança compleixi amb el caudal mínim exigít ventilat:

Tabla 2.1 Caudales de ventilación mínimos exigidos

		Caudal de ventilación mínimo exigido $q_v$ en l/s		
		Por ocupante	Por $\text{m}^2$ útil	En función de otros parámetros
Locales	Dormitorios	5		
	Salas de estar y comedores	3		
	Aseos y cuartos de baño			15 por local
	Cocinas		2	50 por local <sup>(1)</sup>
	Trasteros y sus zonas comunes		0,7	
	Aparcamientos y garajes			120 por plaza
	Almacenes de residuos		10	

<sup>(1)</sup> Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina (véase el párrafo 3 del apartado 3.1.1).

Totes les estances, a excepció del rebost i del bany de planta baixa disposen de ventilació natural. Tot i així, s'ha equipat tot l'habitatge amb un sistema de ventilació mecànica per tal de



col·locar-hi un recuperador de calor i així, millorar les seves prestacions tèrmiques. A la cuina, a part de la ventilació natural també s'hi ha col·locat un extractor.

La instal·lació del recuperador d'aire es troba explicada en la memòria constructiva en l'apartat d'instal·lacions.

#### Secció 4: Subministrament d'aigua

Els elements de la instal·lació de fontaneria compliran amb les següents característiques:

- a) para las tuberías y accesorios deben emplearse materiales que no produzcan concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por la el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero;
- b) no deben modificar la potabilidad, el olor, el color ni el sabor del agua;
- c) deben ser resistentes a la corrosión interior;
- d) deben ser capaces de funcionar eficazmente en las condiciones de servicio previstas;
- e) no deben presentar incompatibilidad electroquímica entre sí;
- f) deben ser resistentes a temperaturas de hasta 40°C, y a las temperaturas exteriores de su entorno inmediato;
- g) deben ser compatibles con el agua suministrada y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano;
- h) su envejecimiento, fatiga, durabilidad y las restantes características mecánicas, físicas o químicas, no deben disminuir la vida útil prevista de la instalación.

Caldrà col·locar mecanismes antirretorn per tal d'evitar-los en els següents punts:

- a) después de los contadores;
- b) en la base de las ascendentes;
- c) antes del equipo de tratamiento de agua;
- d) en los tubos de alimentación no destinados a usos domésticos;
- e) antes de los aparatos de refrigeración o climatización.

La xarxa de distribució de l'aigua circularà pels fals sostres de l'habitatge.



## Secció 5: Evacuació d'aigua

Les unitats de d'evacuació es determinen segons la següent taula:

Tabla 4.1 UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)		
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público	
Lavabo	1	2	32	40	
Bidé	2	3	32	40	
Ducha	2	3	40	50	
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50	
Inodoro	Con cisterna	4	100	100	
	Con fluxómetro	8	100	100	
Urinario	Pedestal	-	4	50	
	Suspendido	-	2	40	
	En batería	-	3.5	-	
Fregadero	De cocina	3	6	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	-	40
Lavadero	3	-	40	-	
Vertedero	-	8	-	100	
Fuente para beber	-	0.5	-	25	
Sumidero sifónico	1	3	40	50	
Lavavajillas	3	6	40	50	
Lavadora	3	6	40	50	
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	-	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100	-
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	-	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100	-

Els diàmetres dels tubs que derivin de les unitats d'evacuació vindran determinats en funció de la pendent que se'ls doni i del cabal d'aigua que es prevegi que puguin transportar.



## 4 BIBLIOGRAFIA

---

*Código Técnico de la Edificación* - <https://www.codigotecnico.org/>

*Guia del Estandar Passivhaus* – Comunidad de Madrid

*Sistema de plataforma con entramado ligero de madera* - (Cumplimento del código técnico de la edificación) – Ignacio Javier Palma

*Rothoblaas* (Materials per a la construcció en fusta) - <http://www.rothoblaas.es/>

*Fustes Sebastia* (Industrials de la fusta) - <http://www.sebastia.eu/>

*Carinbisa* (Fusteries de fusta) - <http://www.carinbisa.com/>

*Tableros de madera de uso estructural* – Francisco Arriaga, José Enrique Peraza, Fernando Peraza

*Uniones metálicas en estructuras de madera* - T & T AGINCO

*Egoin* (Industrials de la fusta) - <http://egoin.com/>

*Bibliocad* (Blocs AutoCad) - <http://www.bibliocad.com/>

*Easycte* (Tutorials programa CypeCad Mep) - <http://easycte.com/>





## ANNEX 1: DOCUMENTACIÓ GRÀFICA

---

1. Emplaçament
2. Entorn
3. Fonamentació
4. Arquitectura planta baixa
5. Arquitectura planta primera
6. Coberta
7. Relació de superfícies
8. Alçat façana Nord-Oest
9. Alçat façana Sud-Oest
10. Alçat façana Sud-Est
11. Alçat façana Nord-Est
12. Secció A-A'
13. Secció B-B'
14. Secció C-C'
15. Secció D-D'
16. Secció E-E'
17. Detalls constructius 1
18. Detalls constructius 2
19. Detalls constructius 3
20. Detalls constructius 4
21. Especejament de l'entramat lleuger modular de fusta



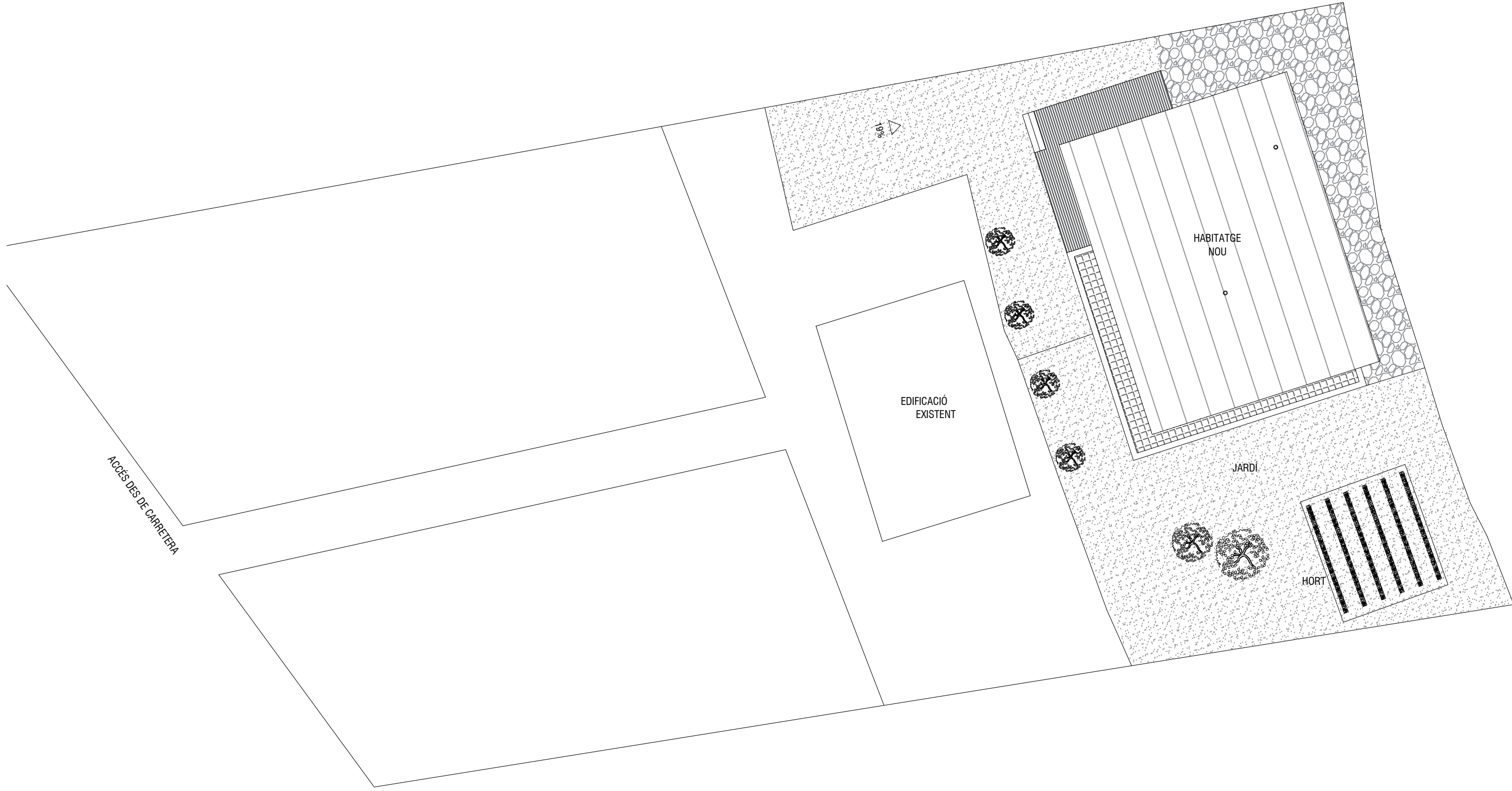
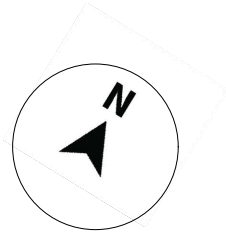
Perspectiva aèria de la parcel·la segons cadastre



Parcel·la



Localització respecte el municipi de Lleida



**TREBALL FINAL DE GRAU**

PROJECTE D'HABITATGE UNIFAMILIAR AMB  
ENTRAMAT LLEUGER DE FUSTA I CRITERIS  
PASSIVHAUS



Universitat de Lleida

ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR

Alumne: MÀRIA ABELLA RIUS

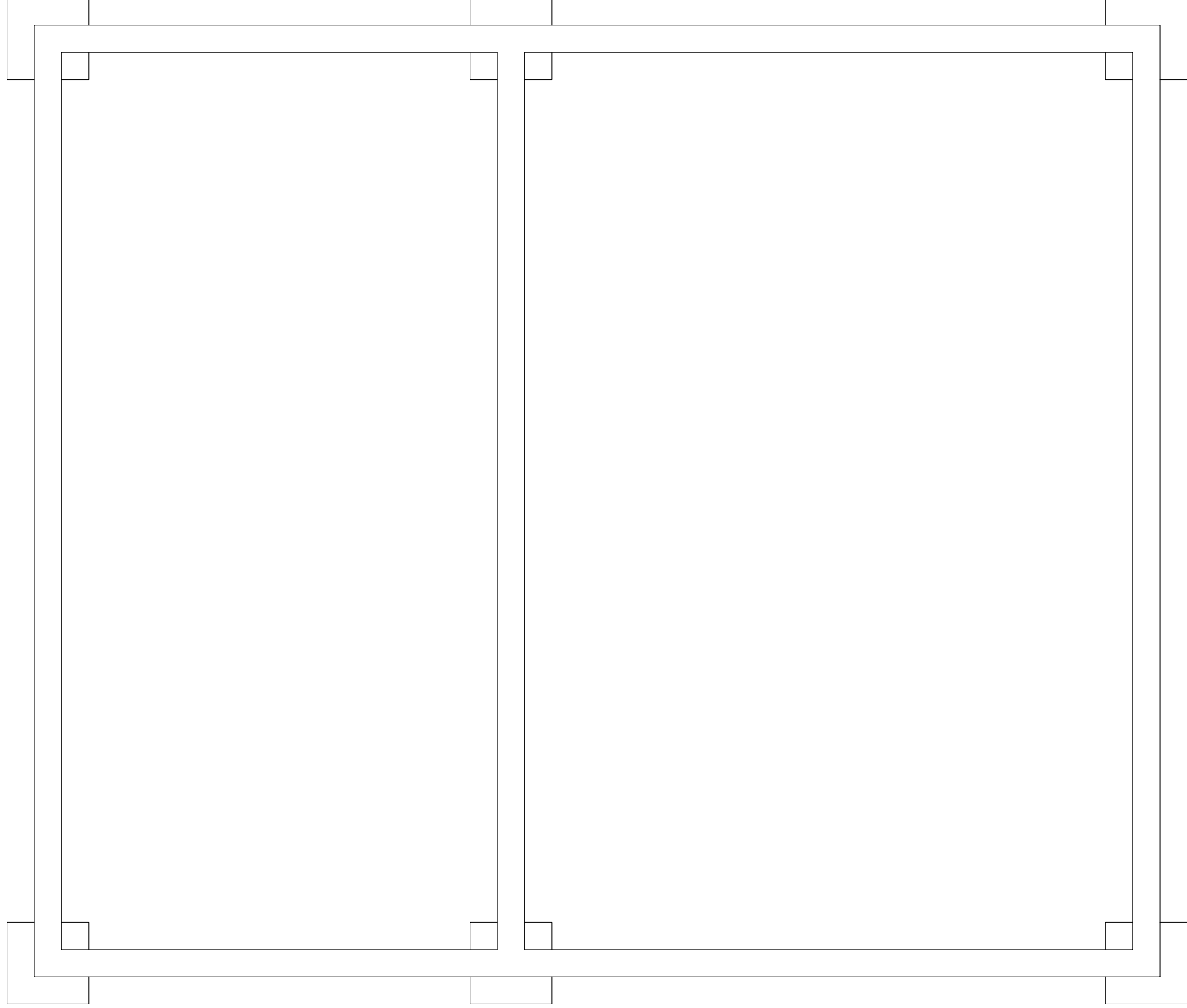
Tutor: JOSEP RAMON CASTRO CHICOT

ENTORN

**02**

Escala 1/200

Setembre 2017



**TREBALL FINAL DE GRAU**

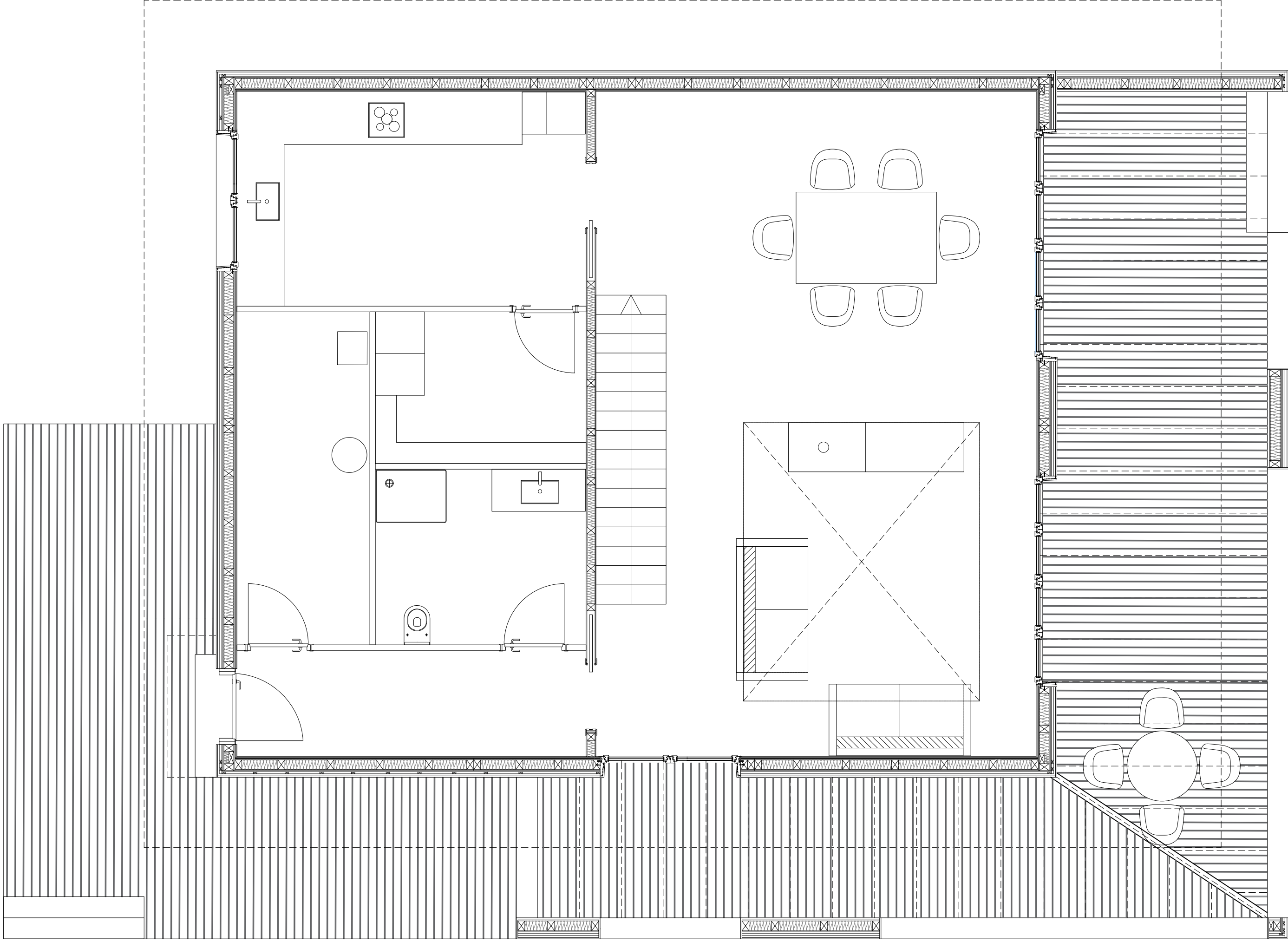
PROJECTE D'HABITATGE UNIFAMILIAR AMB  
ENTRAMAT LLEUGER DE FUSTA I CRITERIS  
PASSIVHAUS



Universitat de Lleida

ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR  
Alumne: Maria Abella Rius  
Tutor: Josep Ramon Castro Chicot





**TREBALL FINAL DE GRAU**

PROJECTE D'HABITATGE UNIFAMILIAR AMB  
ENTRAMAT LLEUGER DE FUSTA I ORTERIS  
PASSIVHAUS



ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR  
Alumne: MÀRIA ABELLA RIUS  
Tutor: JOSEP RAMON CASTRO CHICOT

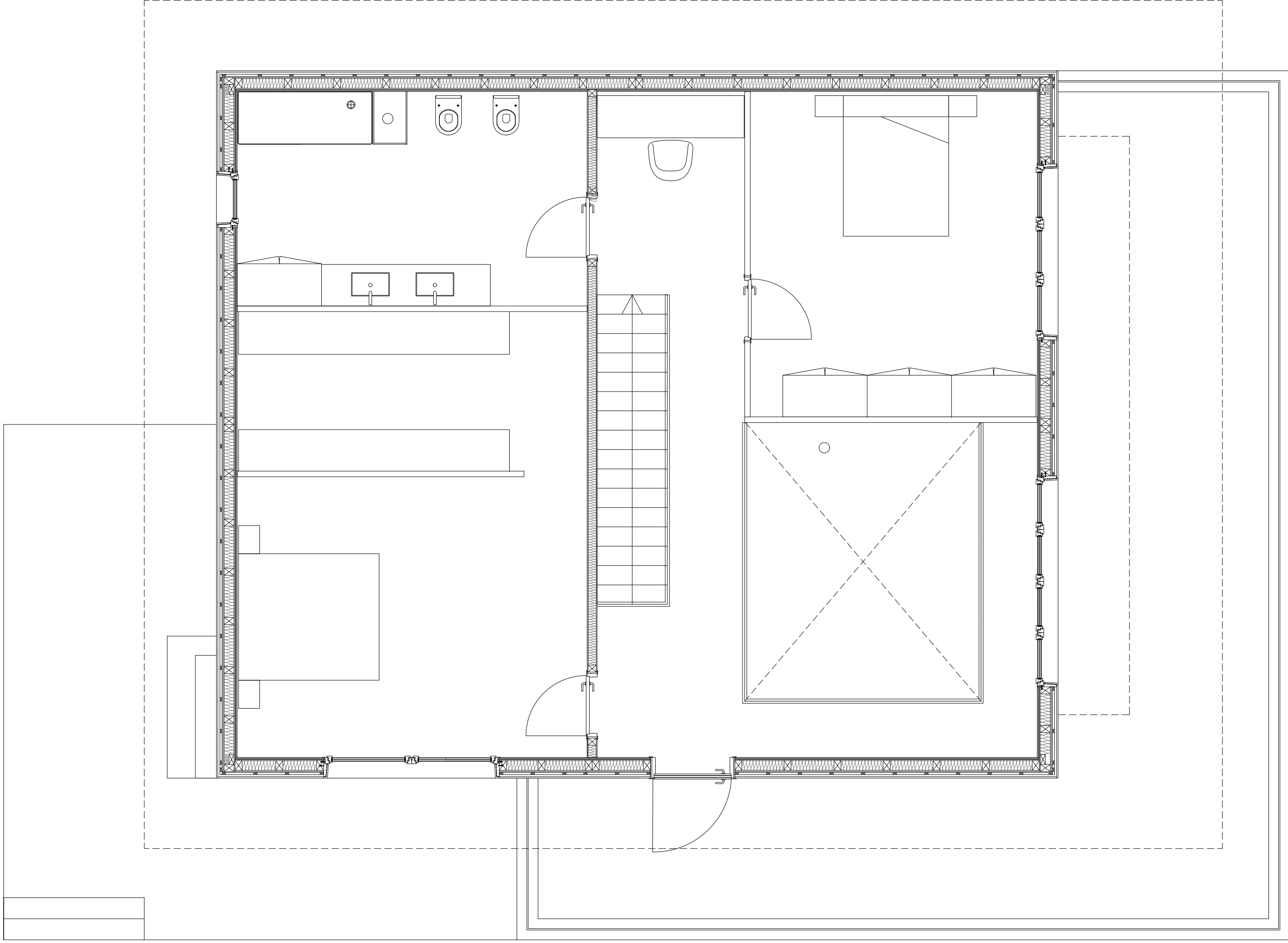
PLANTA BAIXA

**04**

Escala 1/50

Setembre 2017





**TREBALL FINAL DE GRAU**

PROJECTE D'HABITATGE UNIFAMILIAR AMB  
ENTRAMAT LLEUGER DE FUSTA I CRITERIS  
PASSIVHAUS



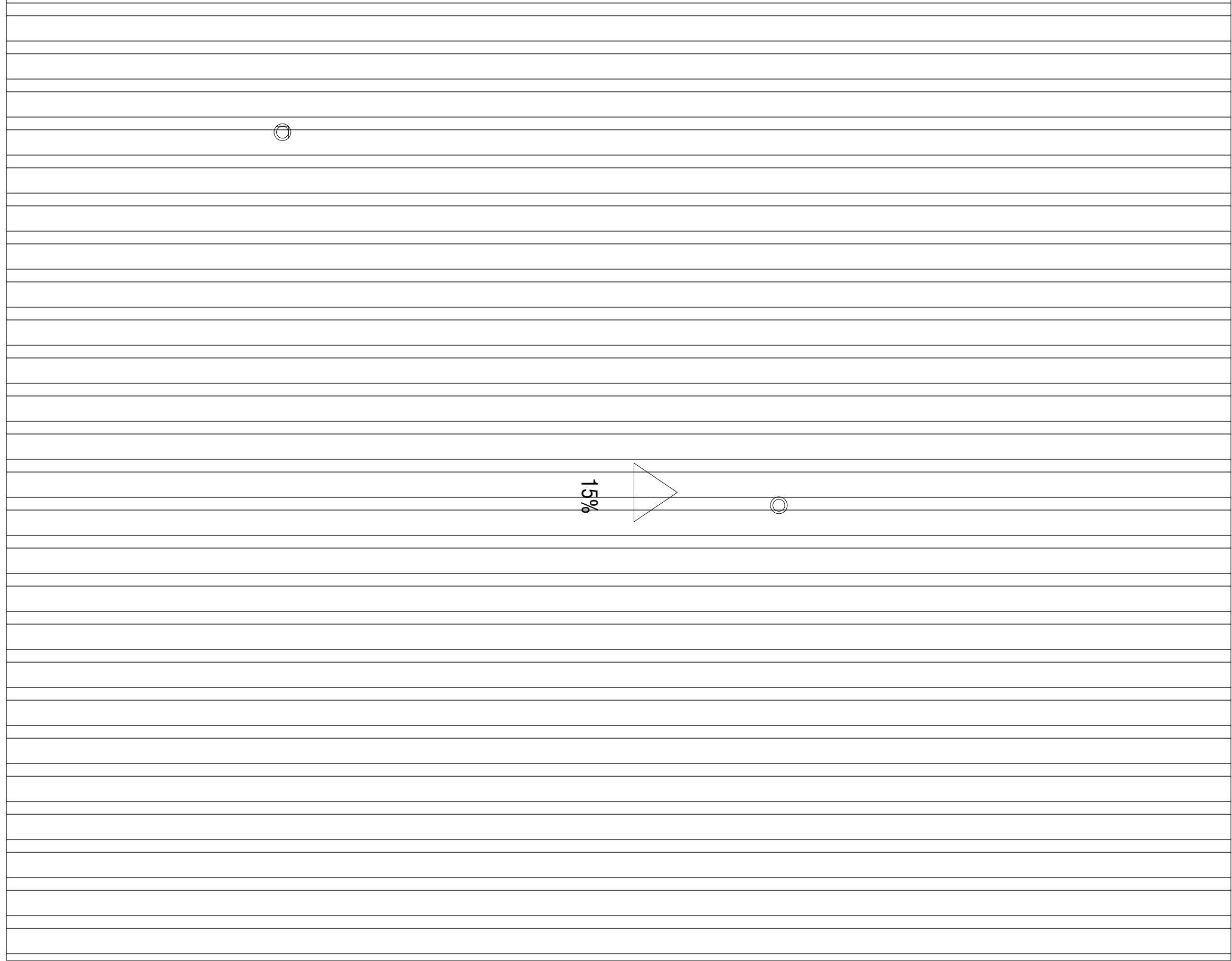
PLANTA PRIMERA

ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR  
Alumne: Maria Abella Rius  
Tutor: Josep Ramon Castro Chicot

**05**

Escala 1/50

Setembre 2017



**TREBALL FINAL DE GRAU**

PROJECTE D'HABITATGE UNIFAMILIAR AMB  
ENTRAMAT LLEUGER DE FUSTA I CRITERIS  
PASSIVHAUS



Universitat de Lleida

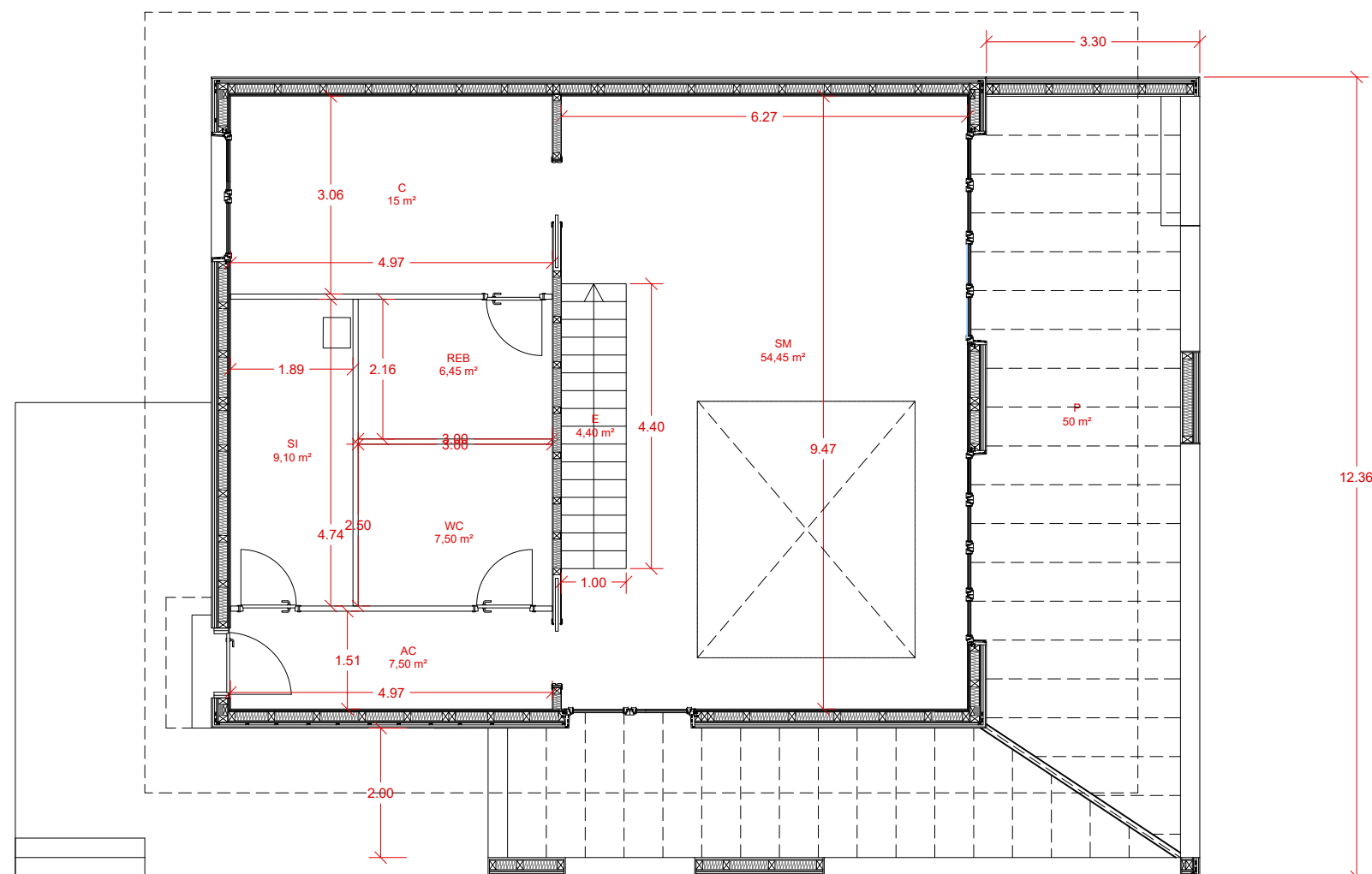
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR  
Alumne: Maria Abella Rius  
Tutor: Josep Ramon Castro Chicot

COBERTA

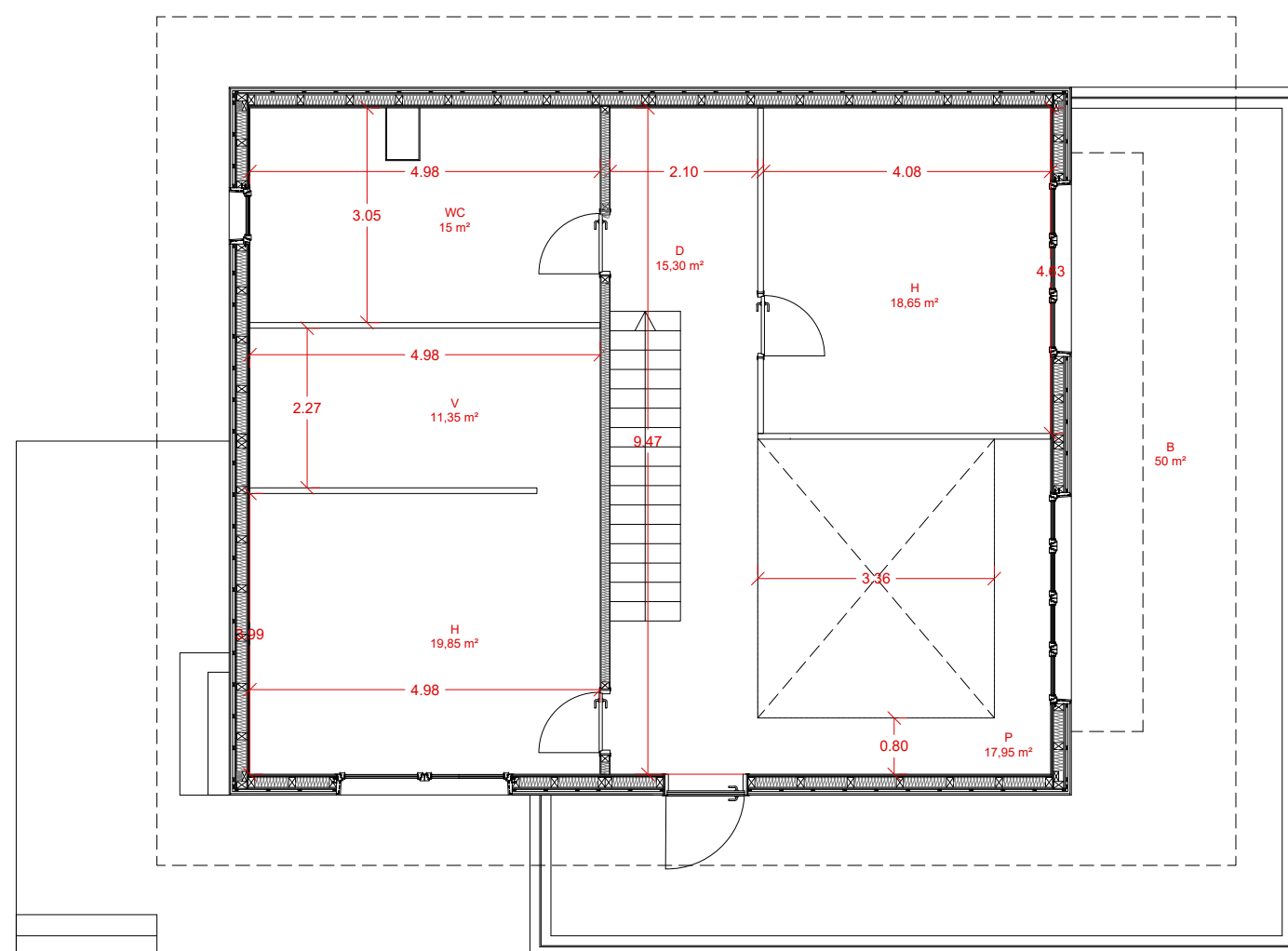
**06**

Escala 1/50

Setembre 2017



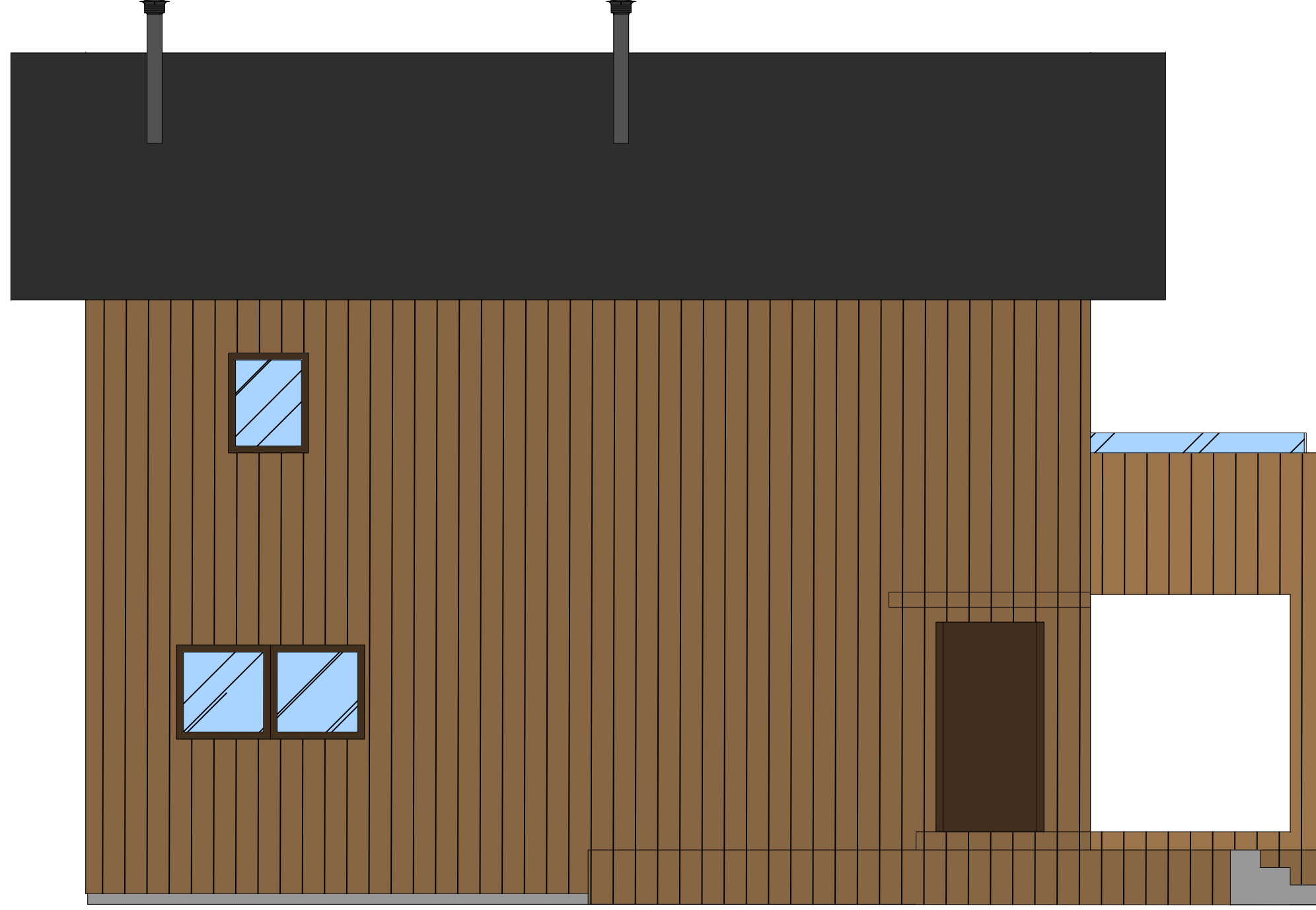
PLANTA BAIXA	
Accés	7,5 m2
Sala instal·lacions	9,1 m2
Bany	7,5 m2
Sala d'estar - menjador	54,45 m2
Cuina	15 m2
Rebost	6,45 m2
Escala	4,4 m2
Porxo	50 m2
<b>TOTAL</b>	<b>129,4 m2</b>



PLANTA PRIMERA	
Distribuidor	15,3 m2
Habitació 1	19,85 m2
Vestidor	11,35 m2
Habitació 2	18,65 m2
Bany	15 m2
Passarel·la	17,95 m2
Balcó	50 m2
<b>TOTAL</b>	<b>123,1 m2</b>

<b>TOTAL SUP. ÚTIL PB + P1</b>	<b>252,5 m2</b>
--------------------------------	-----------------

<b>TOTAL SUP. CONSTRUÏDA</b>	<b>357,8 m2</b>
------------------------------	-----------------



**TREBALL FINAL DE GRAU**

PROJECTE D'HABITATGE UNIFAMILIAR AMB  
ENTRAMAT LLEUGER DE FUSTA I CRITERIS  
PASSIVHAUS



Universitat de Lleida

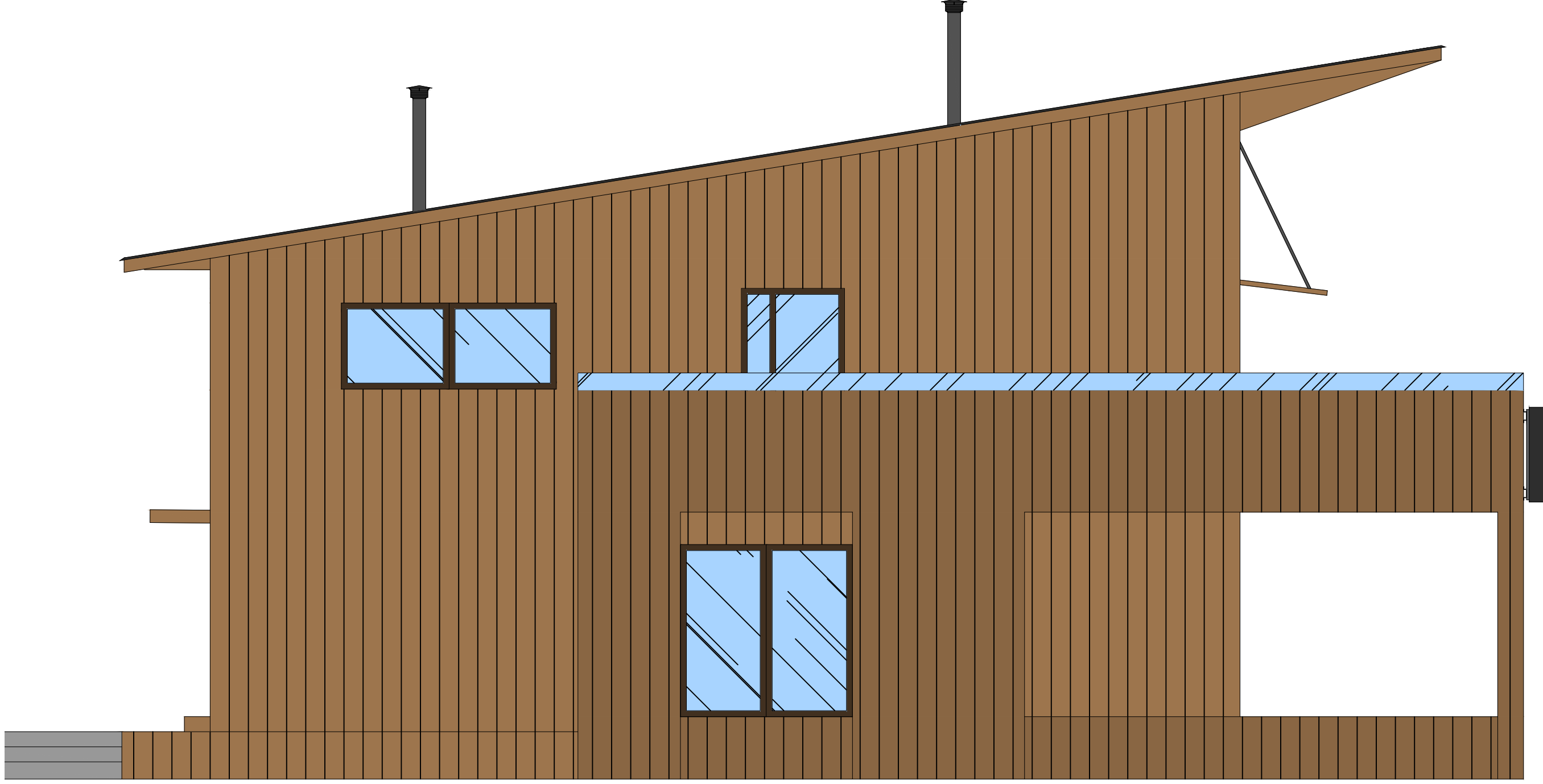
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR  
Alumne: Maria Abella Rius  
Tutor: Josep Ramon Castro Chicot

FAÇANA NORD-OEST

**08**

Escala 1/50

Setembre 2017



**TREBALL FINAL DE GRAU**

PROJECTE D'HABITATGE UNIFAMILIAR AMB  
ENTRAMAT LLEUGER DE FUSTA I CRITERIS  
PASSIVHAUS



Universitat de Lleida

ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR  
Alumne: Maria Abella Rius  
Tutor: Josep Ramon Castro Chicot

FAÇANA SUD-OEST

**09**

Escala 1/50

Setembre 2017





**TREBALL FINAL DE GRAU**

PROJECTE D'HABITATGE UNIFAMILIAR AMB  
ENTRAMAT LLEUGER DE FUSTA I CRITERIS  
PASSIVHAUS



FAÇANA SUD-EST

**10**

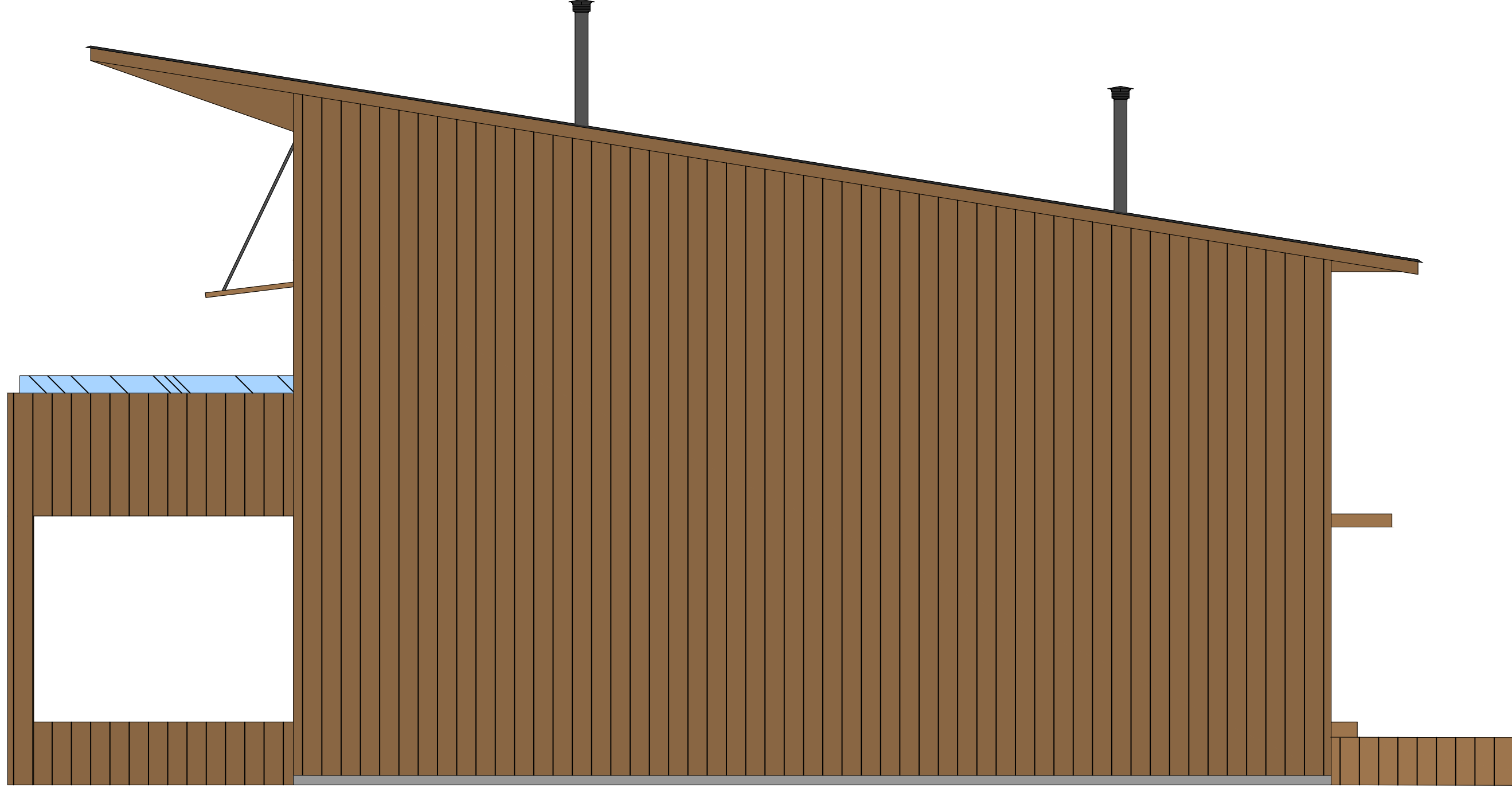
Escala 1/50

Setembre 2017

ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR

Alumne: Maria Abella Rius

Tutor: Josep Ramon Castro Chicot



**TREBALL FINAL DE GRAU**

PROJECTE D'HABITATGE UNIFAMILIAR AMB  
ENTRAMAT LLEUGER DE FUSTA I CRITERIS  
PASSIVHAUS



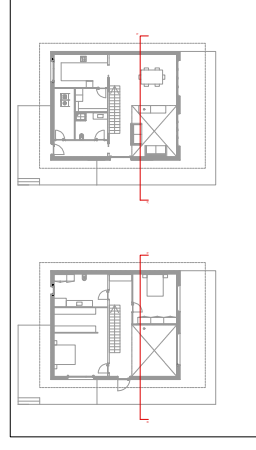
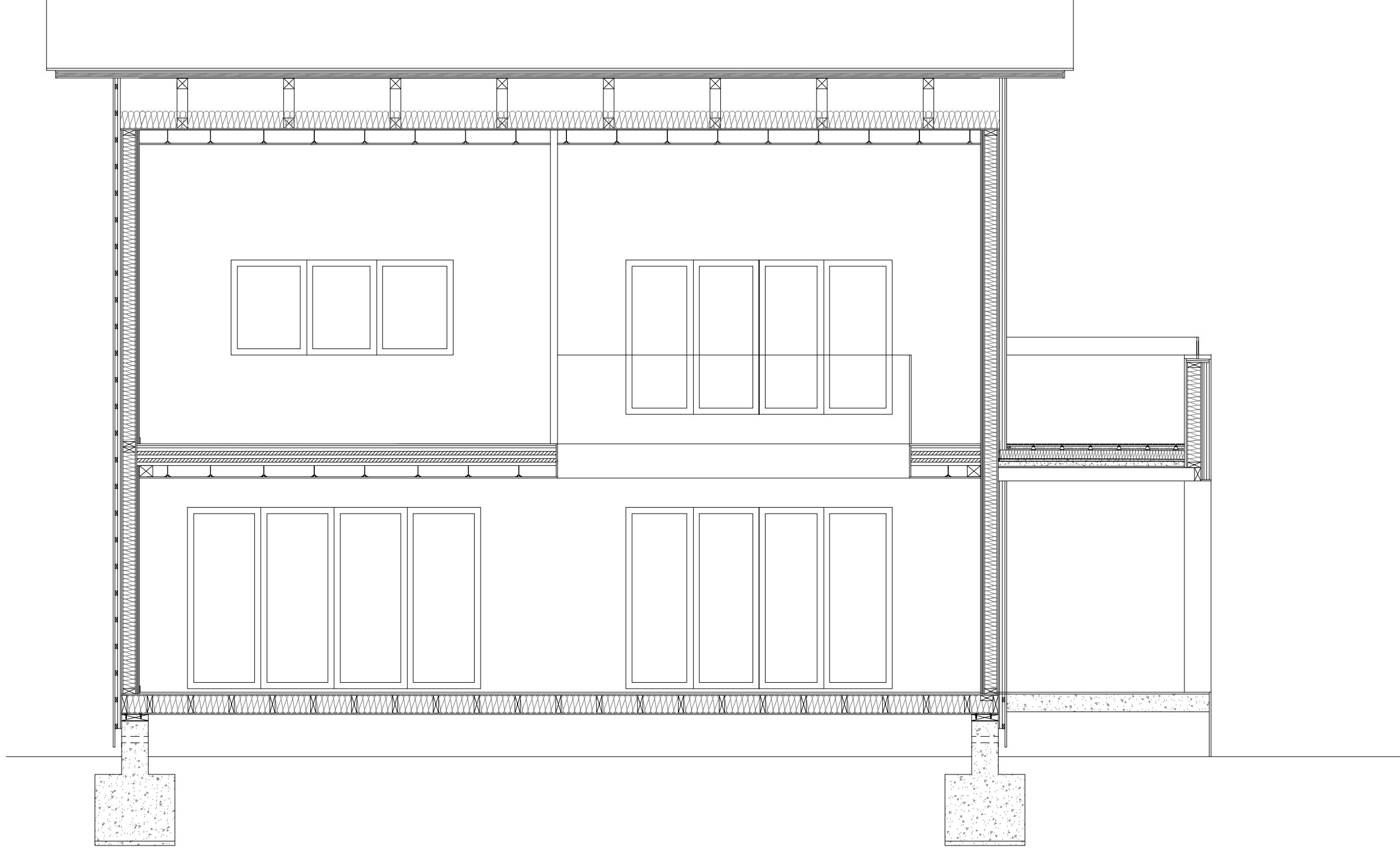
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR  
Alumne: Maria Abella Rius  
Tutor: Josep Ramon Castro Chicot

FAÇANA NORD-EST

**11**

Escala 1/50

Setembre 2017



**TREBALL FINAL DE GRAU**

PROJECTE D'HABITATGE UNIFAMILIAR AMB  
ENTRAMAT LLEUGER DE FUSTA I CRITERIS  
PASSIVHAUS



Universitat de Lleida

SECCIÓ A-A'

**12**

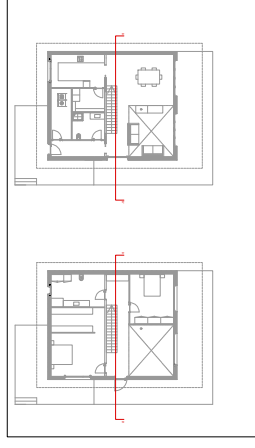
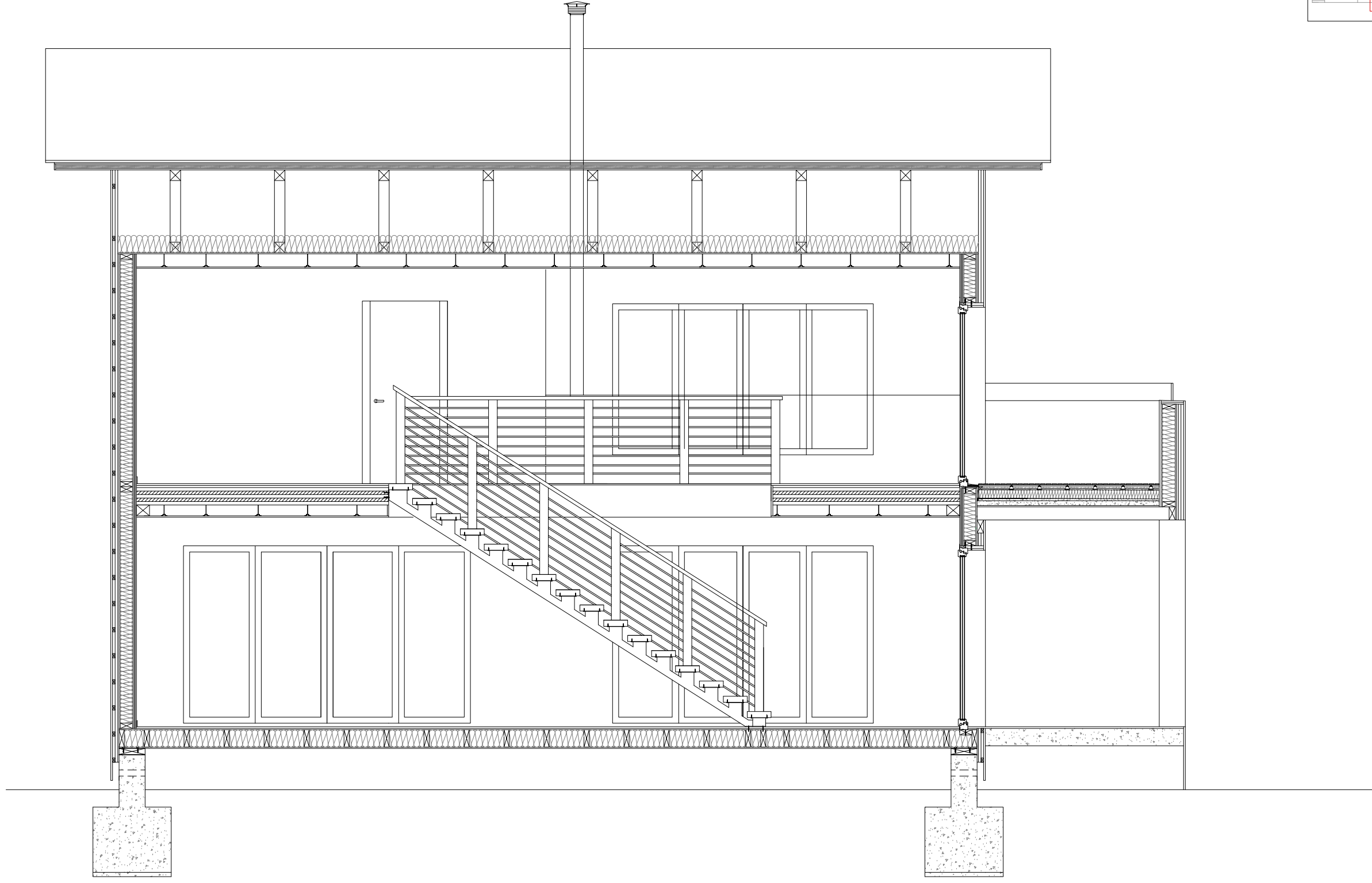
Escala 1/50

Setembre 2017

ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR

Alumne: MÀRIA ABELLA RIUS

Tutor: JOSEP RAMON CASTRO CHICOT



**TREBALL FINAL DE GRAU**

PROJECTE D'HABITATGE UNIFAMILIAR AMB  
ENTRAMAT LLEUGER DE FUSTA I CRITERIS  
PASSIVHAUS



Universitat de Lleida

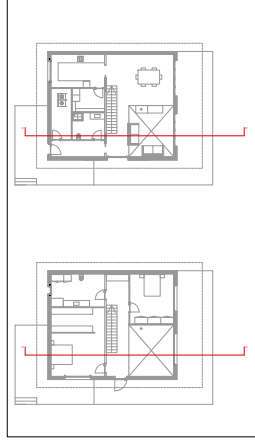
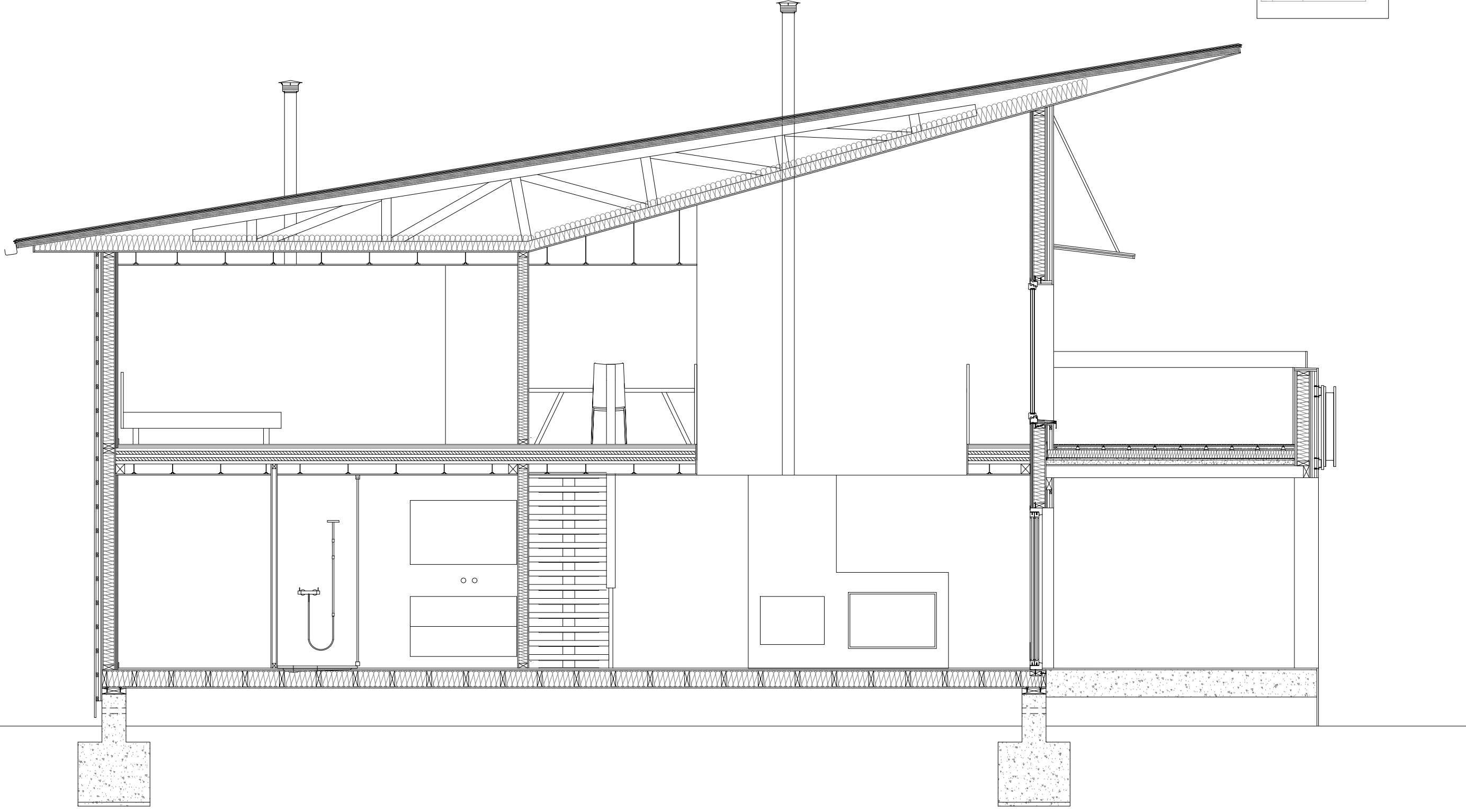
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR  
Alumne: Maria Abella Rius  
Tutor: Josep Ramon Castro Chicot

SECCIÓ B-B"

**13**

Escala 1/50

Setembre 2017



**TREBALL FINAL DE GRAU**

PROJECTE D'HABITATGE UNIFAMILIAR AMB  
ENTRAMAT LLEUGER DE FUSTA I CRITERIS  
PASSIVHAUS



Universitat de Lleida

ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR  
Alumne: Maria Abella Rius  
Tutor: Josep Ramon Castro Chicot

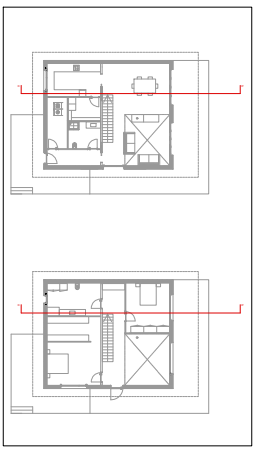
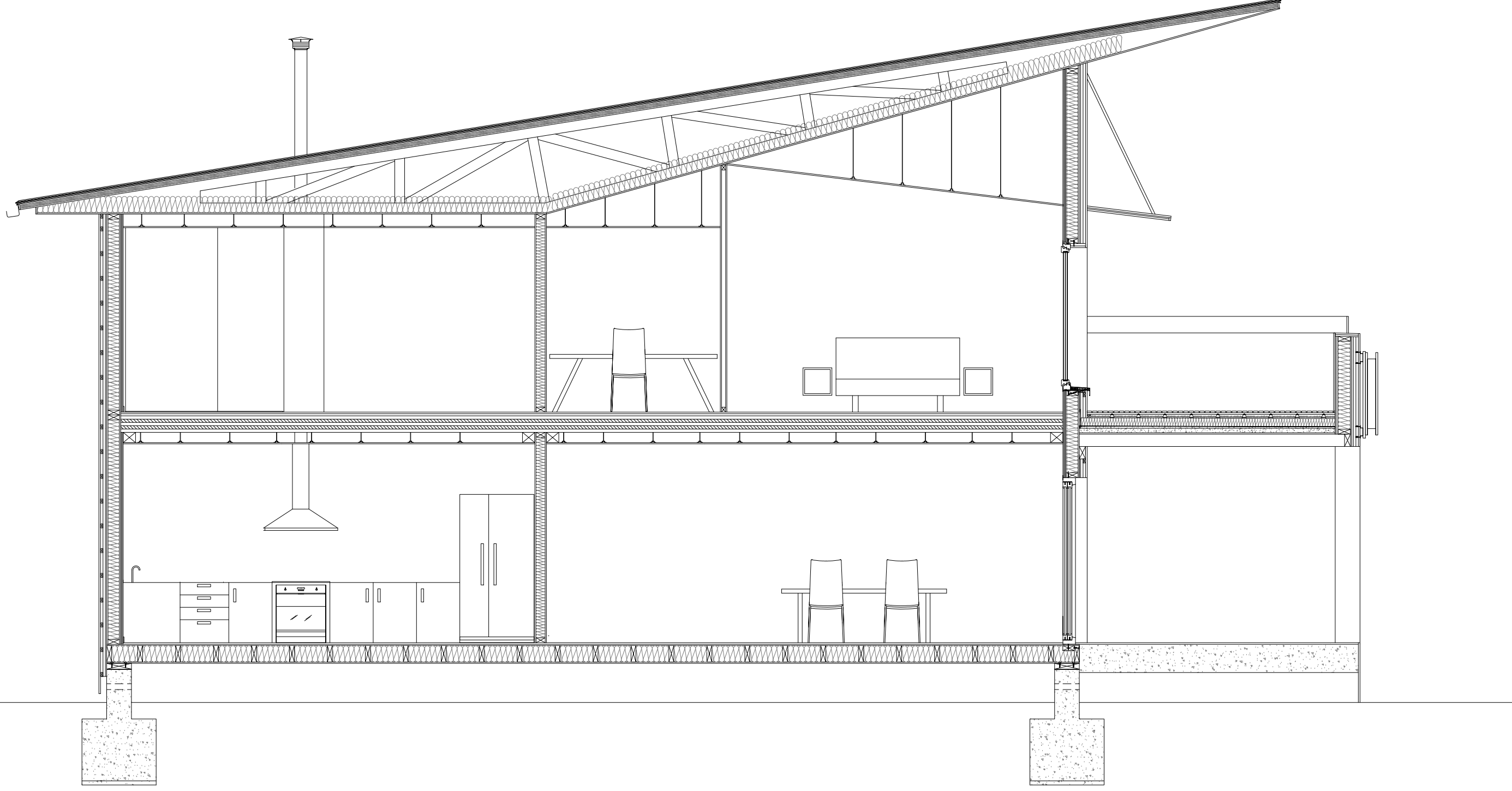
SECCIÓ C-C'

**14**

Escala 1/50

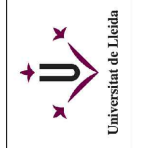
Setembre 2017





**TREBALL FINAL DE GRAU**

PROJECTE D'HABITATGE UNIFAMILIAR AMB  
ENTRAMAT LLEUGER DE FUSTA I CRITERIS  
PASSIVHAUS



Universitat de Lleida

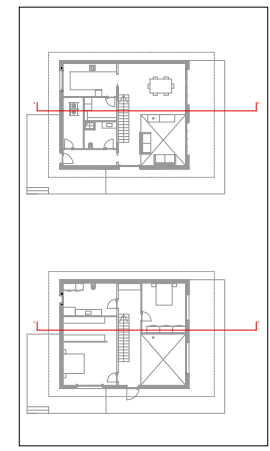
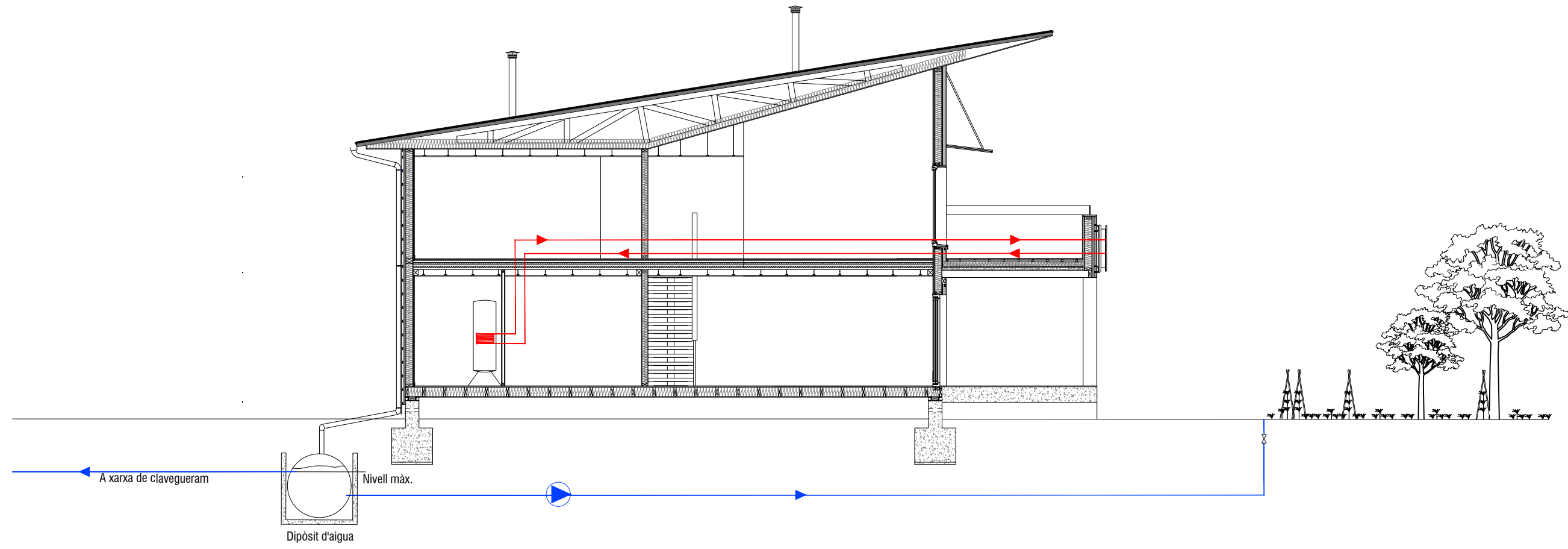
SECCIÓ D-D'

ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR  
Alumne: Maria Abella Rius  
Tutor: Josep Ramon Castro Chicot

**15**

Escala 1/50

Setembre 2017



**TREBALL FINAL DE GRAU**

PROJECTE D'HABITATGE UNIFAMILIAR AMB  
ENTRAMAT LLEUGER DE FUSTA I ORITERIS  
PASSIVHAUS

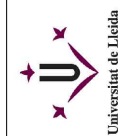
ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR  
Alumne: Maria Abella Rius  
Tutor: Josep Ramon Castro Chicot

SECCIÓ EXTERIOR E-E' I ESQUEMA ACS

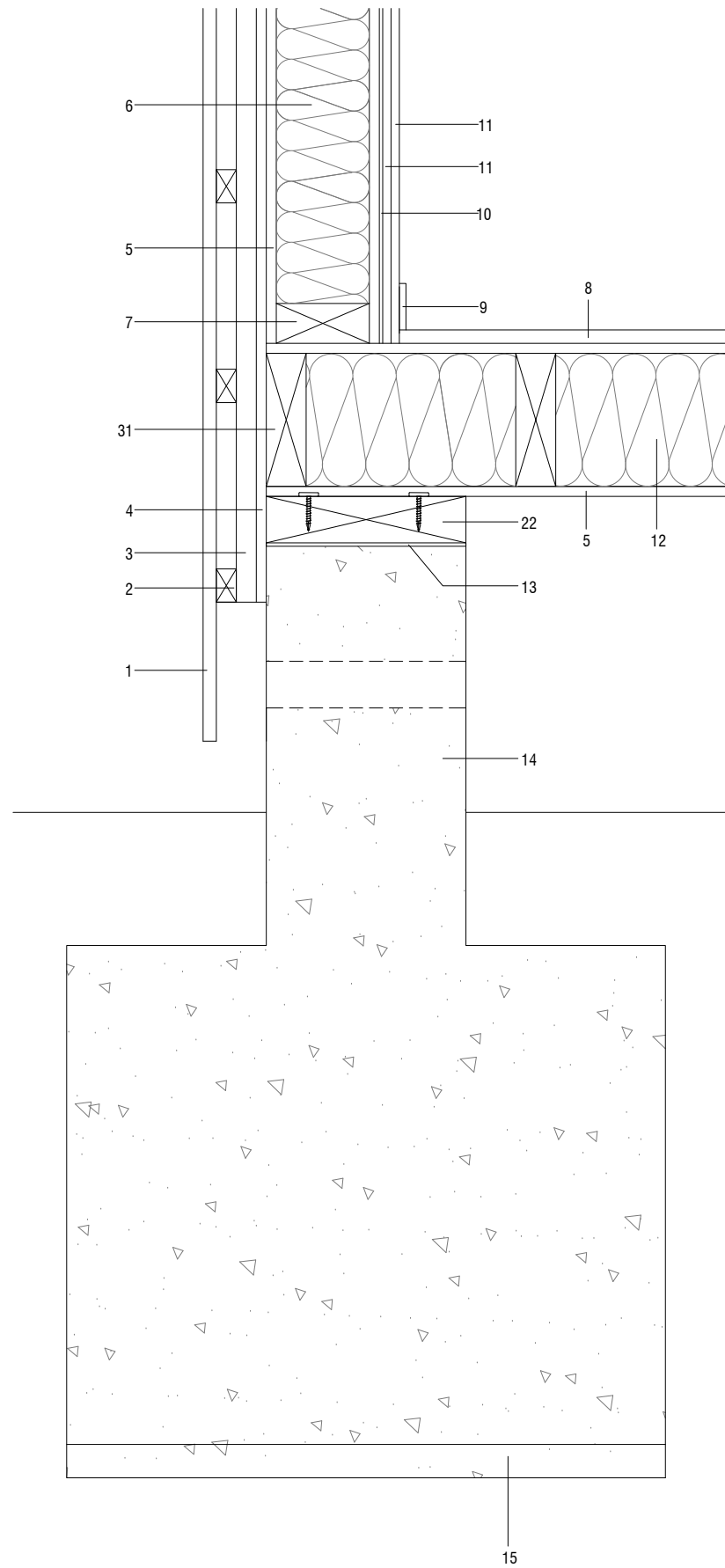
**16**

Escala 1/50

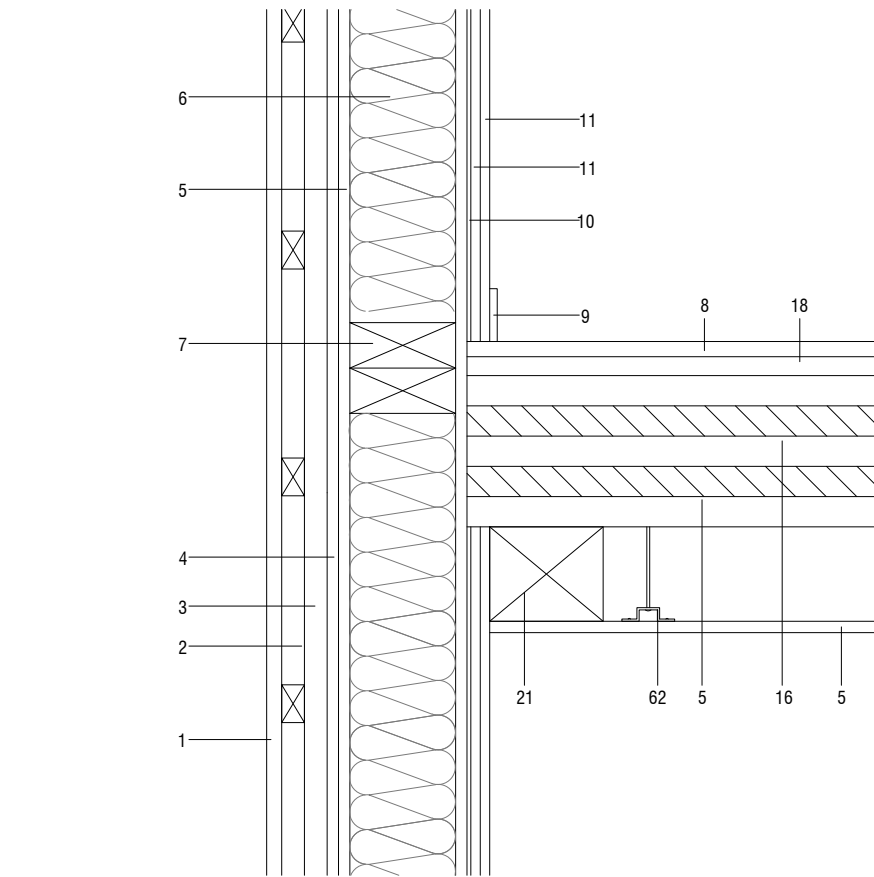
Setembre 2017



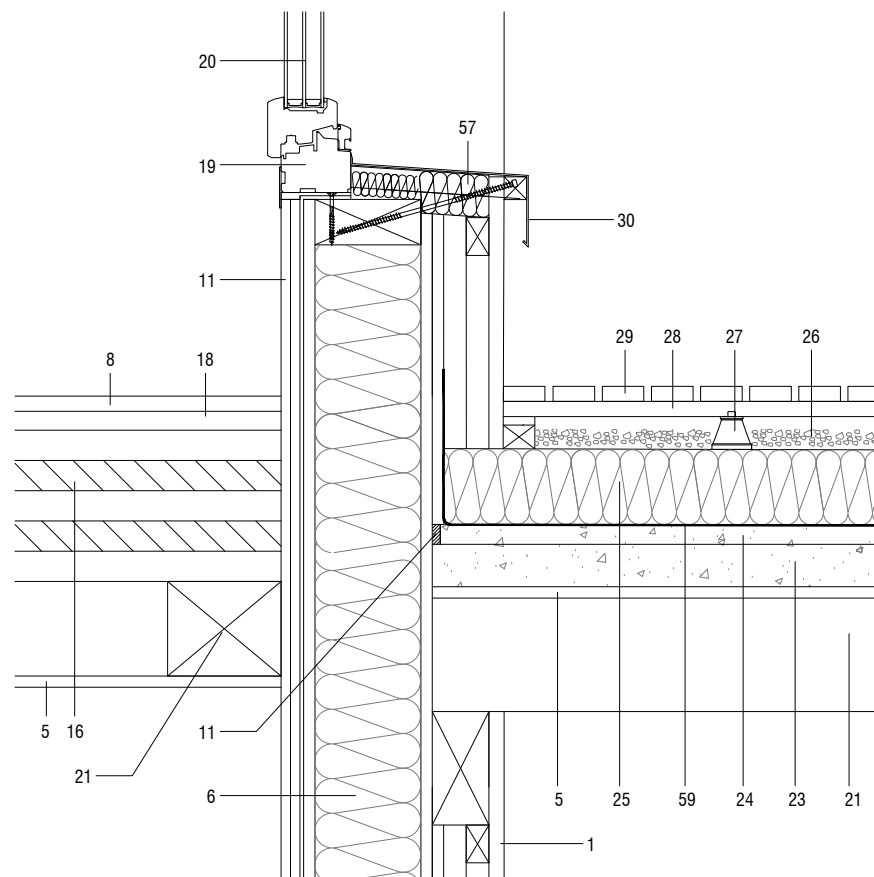
Universitat de Lleida



Unió fonamentació-forjat PB

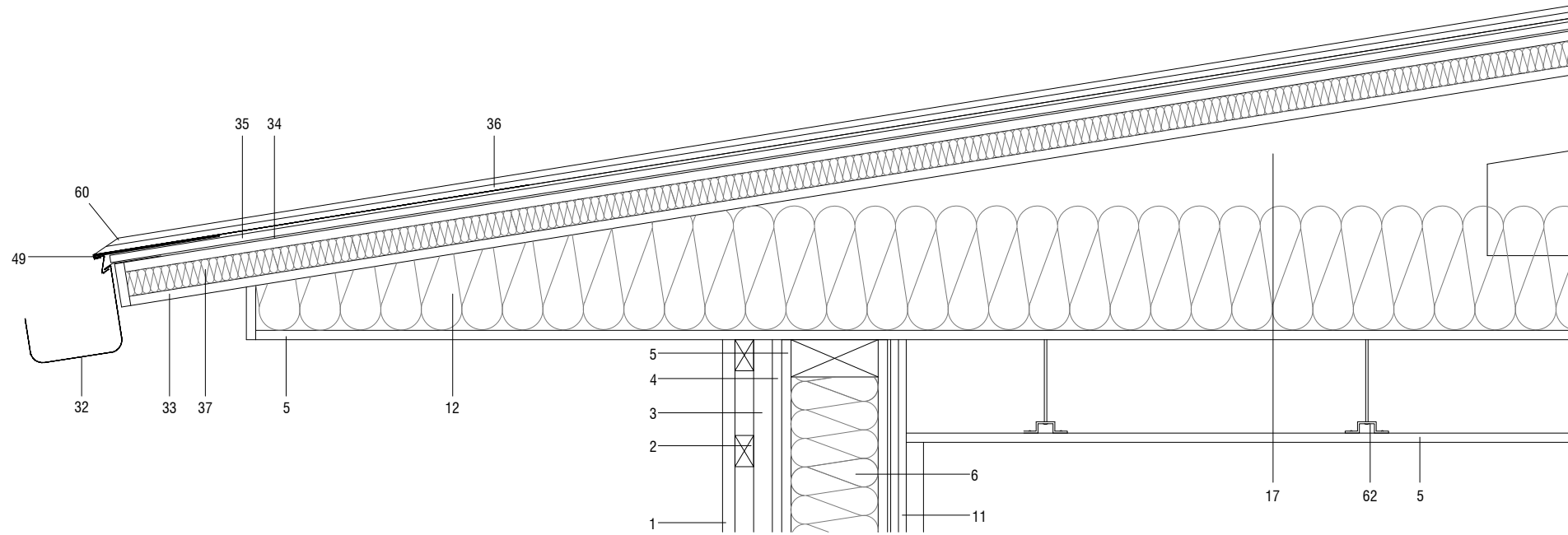


Unió forjat P1-façana

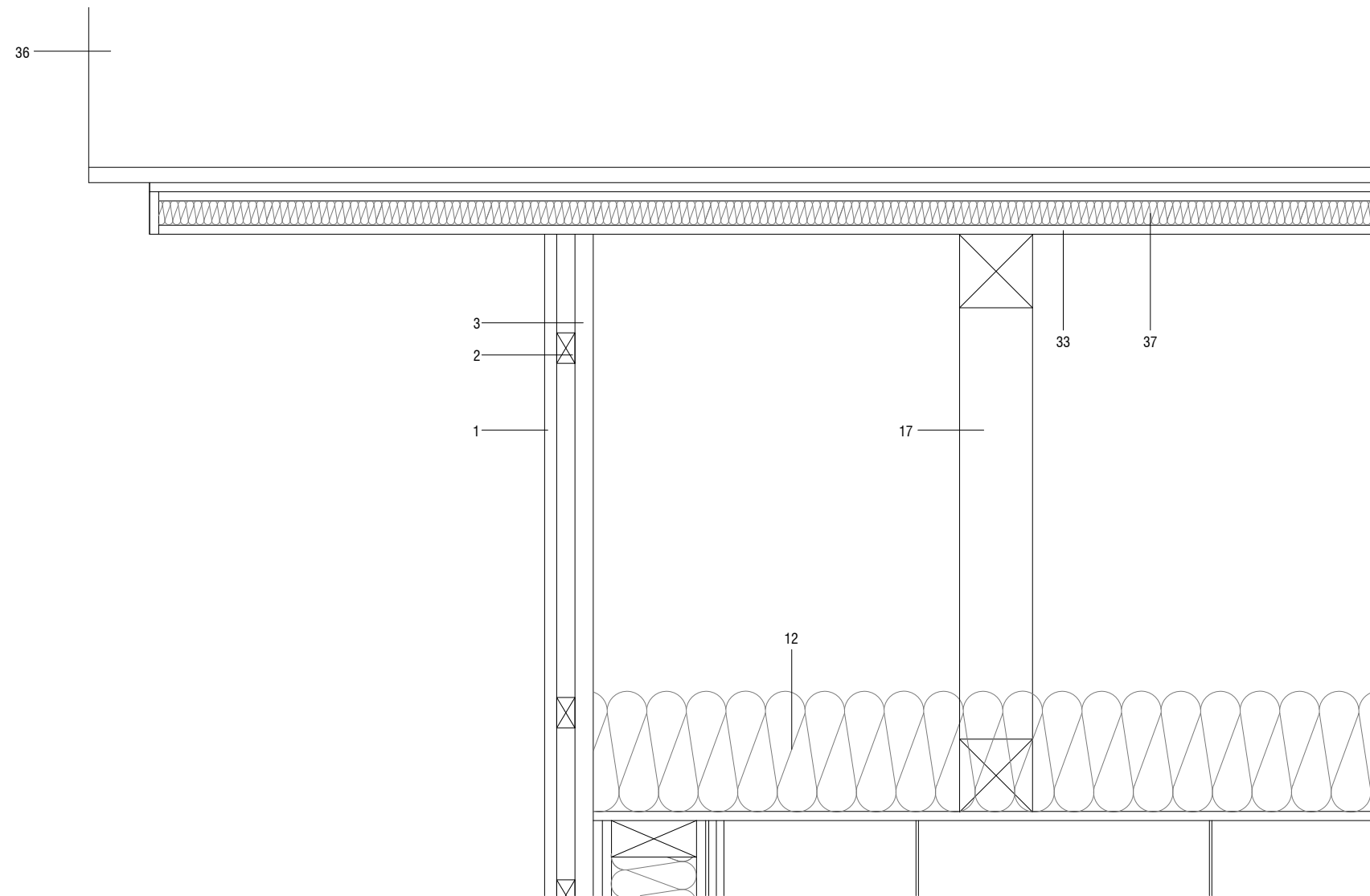


Unió coberta porxo-façana

1. Entarimat exterior de fusta de làrix e=20mm
2. Rastrell de fusta col·locat horitzontal 30x50mm
3. Rastrell de fusta col·locat vertical 50x30mm
4. Panell de fibres de fusta e=20mm
5. Panell de fusta OSB e= 15mm
6. Aïllament de llana de roca e= 140mm
7. Llata de fusta 60x140mm
8. Paviment interior de fusta
9. Sòcol interior de fusta
10. Barrera de vapor
11. Placa de guix laminat Fermacell e=12,5mm
12. Aïllament de llana de roca e=200mm
13. Làmina de caubú
14. Sabata de formigó armat
15. Formigó de neteja
16. Forjat de fusta massís "solid CLT" e=200mm
17. Encavallada de fusta
18. Làmina aïllant acústic e=25mm
19. Tancament de fusta practicable
20. Vidre doble
21. Biga de fusta GL24h
22. Llata de fusta 70x300mm
23. Formigó en massa e=56mm
24. Formigó de formació de pendents
25. Planxa d'aïllament XPS e=200mm
26. Grava
27. Element de suport paviment exterior
28. Rastrell de fusta 20x80mm
29. Paviment exterior de fusta
30. Trencaigües metàl·lic
31. Llata de fusta 200x60mm
32. Canaló metàl·lic
33. Panell sandwich amb acabat OSB
34. Làmina impermeable
35. Tauler hidròfug e=10mm
36. Coberta metàl·lica de zenc
37. Aïllament de llana de roca e=40mm
38. Biga metàl·lica
39. Tauler de fusta per a formació d'esglaó
40. Planxa metàl·lica e=4mm
41. Tirant metàl·lic per a barana d'escala
42. Suport mecànic per a placa ACS
43. Anclatge mecànic
44. Perfil mecànic 30x100mm
45. Placa ACS
46. Subjeccions mecàniques
47. Forjat de formigó
48. Armadura Ø4mm
49. Suport mecànic
50. Reixa metàl·lica per ventilació de la coberta
51. Tancament de fusta lliscant
52. Suport mecànic per subjecció de reixeta metàl·lica
53. Remat metàl·lic
54. Xapa metàl·lica per tub de xemeneia
55. Aïllament de llana de roca e=20mm
56. Remat xemeneia
57. Aïllament XPS
58. Làmina de pòrex
59. Tela asfàltica
60. Junta alçada
61. Cargol per fusta
62. Subjecció mecànica per fals sostre

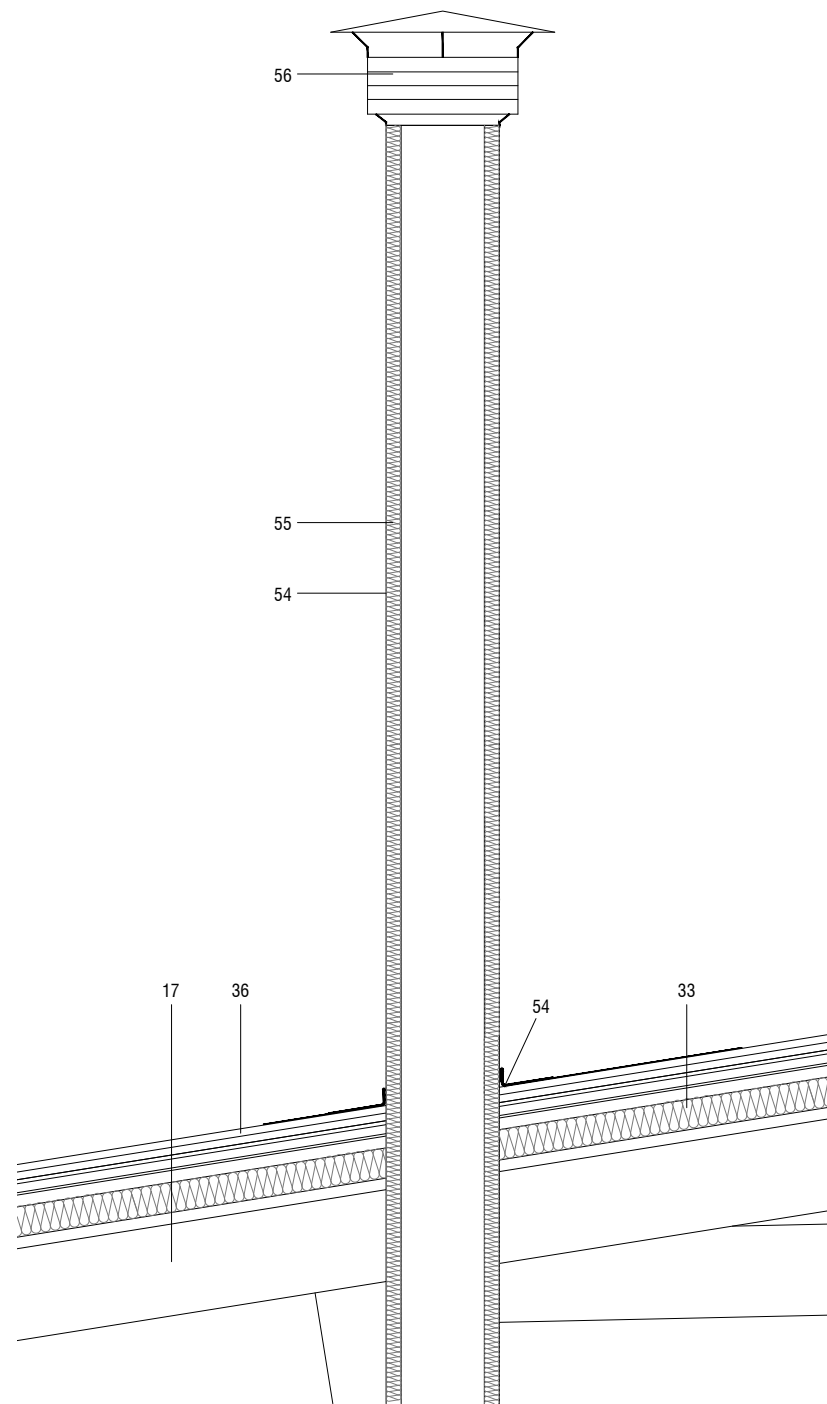


Unió coberta-façana

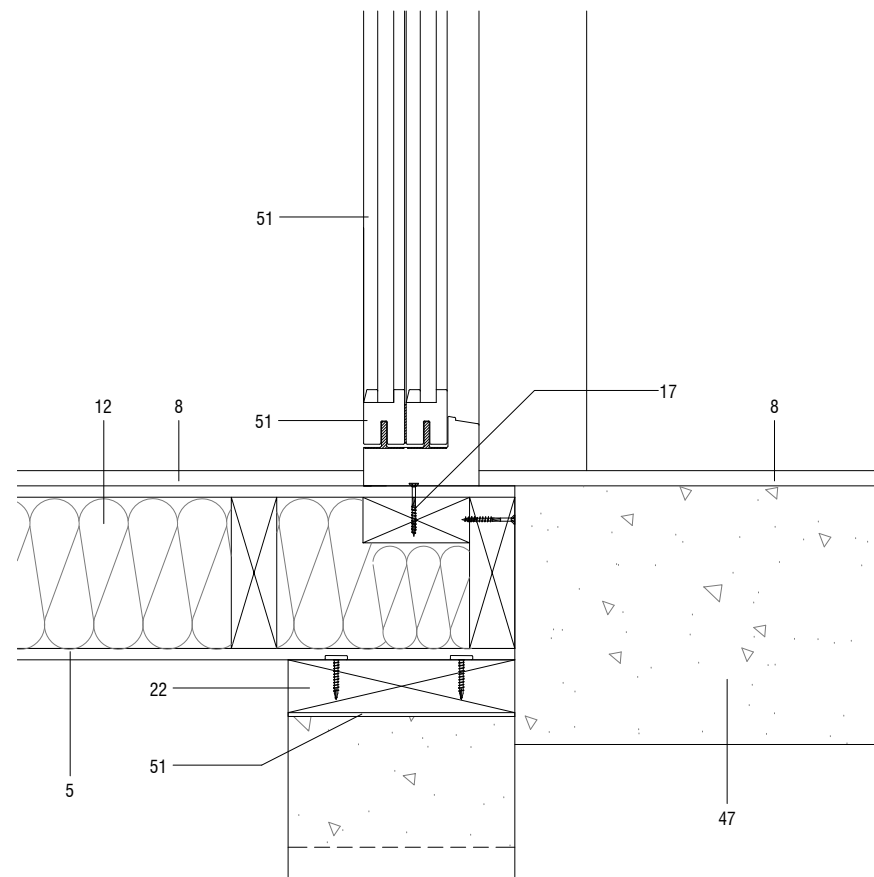


Unió coberta-façana

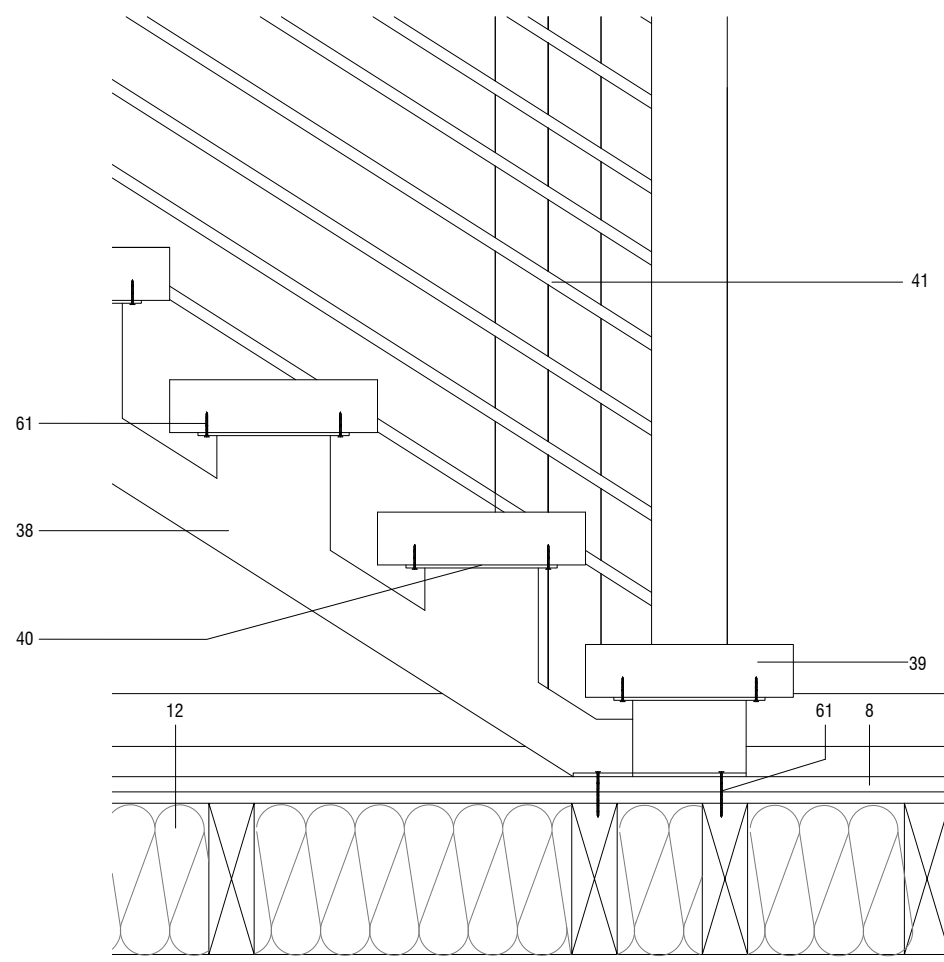
1. Entarimat exterior de fusta de làrix e=20mm
2. Rastrell de fusta col·locat horitzontal 30x50mm
3. Rastrell de fusta col·locat vertical 50x30mm
4. Panell de fibres de fusta e=20mm
5. Panell de fusta OSB e= 15mm
6. Aïllament de llana de roca e= 140mm
7. Llata de fusta 60x140mm
8. Paviment interior de fusta
9. Sòcol interior de fusta
10. Barrera de vapor
11. Placa de guix laminat Fermacell e=12,5mm
12. Aïllament de llana de roca e=200mm
13. Làmina de caubú
14. Sabata de formigó armat
15. Formigó de neteja
16. Forjat de fusta massís "solid CLT" e=200mm
17. Encavallada de fusta
18. Làmina aïllant acústic e=25mm
19. Tancament de fusta practicable
20. Vidre doble
21. Biga de fusta GL24h
22. Llata de fusta 70x300mm
23. Formigó en massa e=56mm
24. Formigó de formació de pendents
25. Planxa d'aïllament XPS e=200mm
26. Grava
27. Element de suport paviment exterior
28. Rastrell de fusta 20x80mm
29. Paviment exterior de fusta
30. Trencaigües metàl·lic
31. Llata de fusta 200x60mm
32. Canaló metàl·lic
33. Panell sandwich amb acabat OSB
34. Làmina impermeable
35. Tauler hidròfug e=10mm
36. Coberta metàl·lica de zenc
37. Aïllament de llana de roca e=40mm
38. Biga metàl·lica
39. Tauler de fusta per a formació d'esglaó
40. Planxa metàl·lica e=4mm
41. Tirant metàl·lic per a barana d'escala
42. Suport mecànic per a placa ACS
43. Anclatge mecànic
44. Perfil mecànic 30x100mm
45. Placa ACS
46. Subjeccions mecàniques
47. Forjat de formigó
48. Armadura Ø4mm
49. Suport mecànic
50. Reixa metàl·lica per ventilació de la coberta
51. Tancament de fusta lliscant
52. Suport mecànic per subjecció de reixeta metàl·lica
53. Remat metàl·lic
54. Xapa metàl·lica per tub de xemeneia
55. Aïllament de llana de roca e=20mm
56. Remat xemeneia
57. Aïllament XPS
58. Làmina de pòrex
59. Tela asfàltica
60. Junta alçada
61. Cargol per fusta
62. Subjecció mecànica per fals sostre



Unió coberta-xemeneia



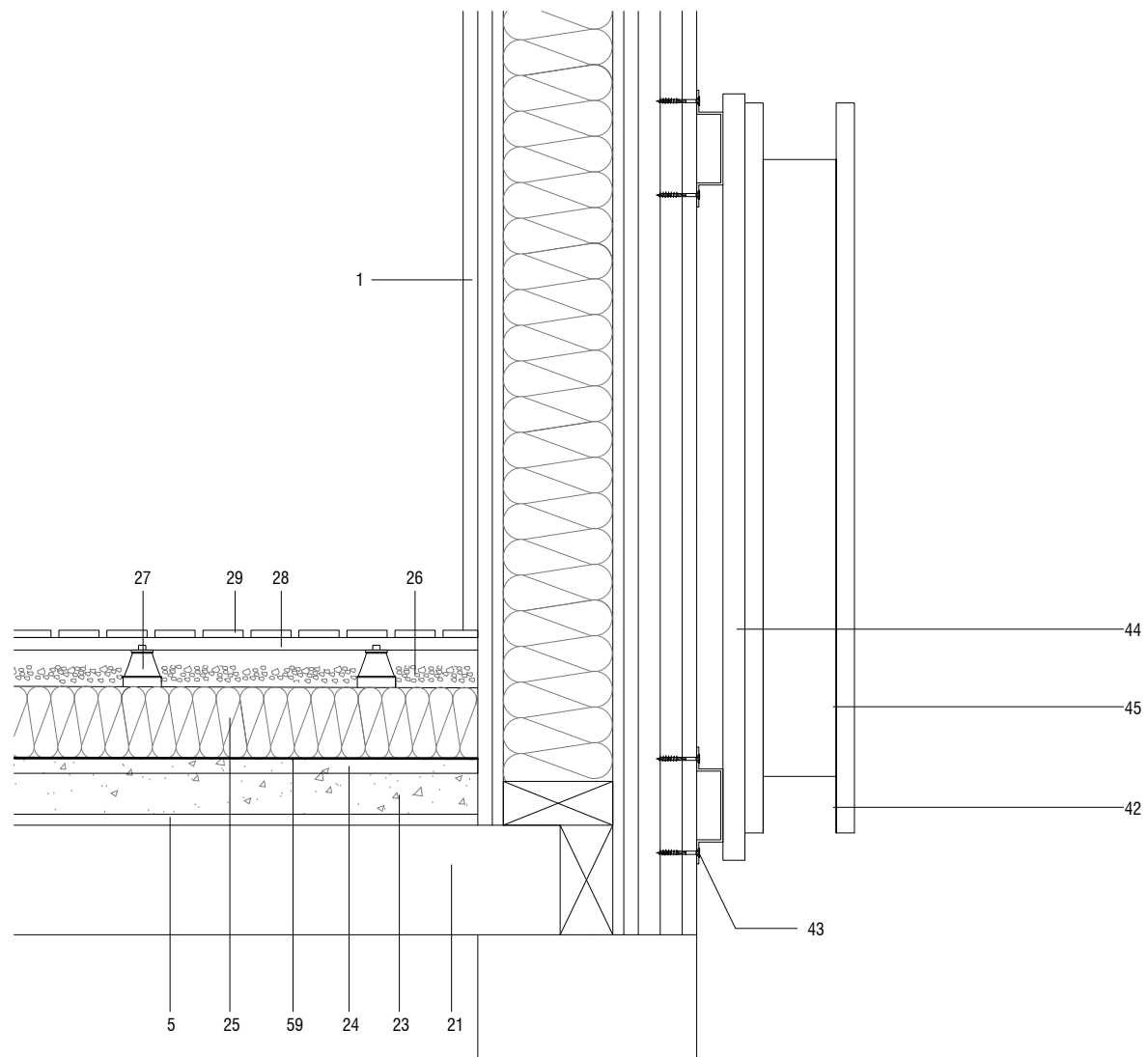
Unió fusteria exterior-forjat PB



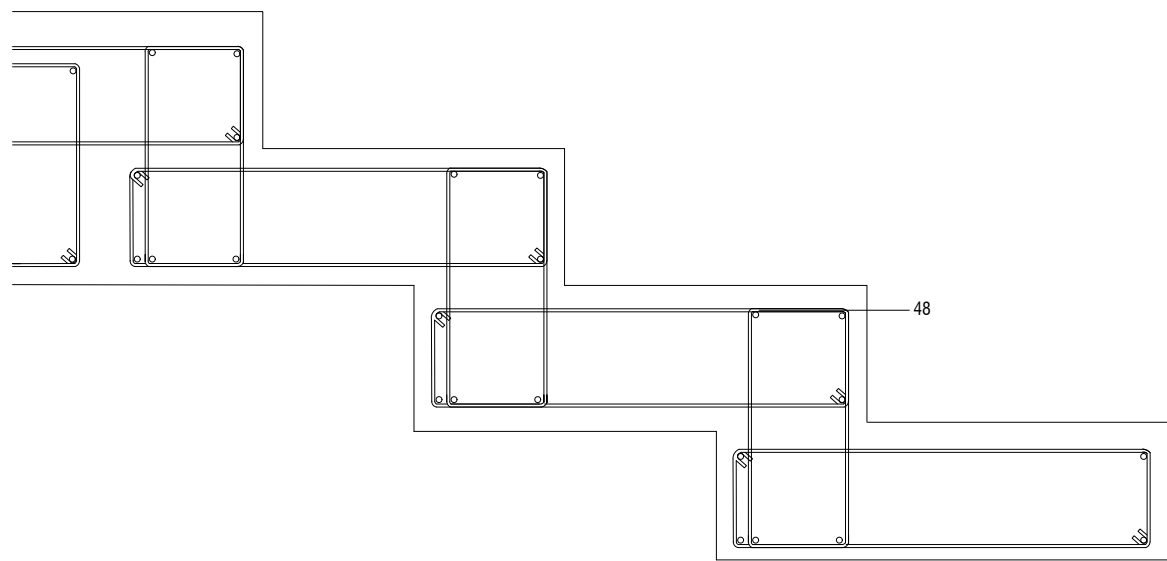
Unió escales interiors-forjat PB

1. Entarimat exterior de fusta de làrix e=20mm
2. Rastrell de fusta col·locat horitzontal 30x50mm
3. Rastrell de fusta col·locat vertical 50x30mm
4. Panell de fibres de fusta e=20mm
5. Panell de fusta OSB e=15mm
6. Aïllament de llana de roca e=140mm
7. Llata de fusta 60x140mm
8. Paviment interior de fusta
9. Sòcol interior de fusta
10. Barrera de vapor
11. Placa de guix laminat Fermacell e=12,5mm
12. Aïllament de llana de roca e=200mm
13. Làmina de caubú
14. Sabata de formigó armat
15. Formigó de neteja
16. Forjat de fusta massís "solid CLT" e=200mm
17. Encavallada de fusta
18. Làmina aïllant acústic e=25mm
19. Tancament de fusta practicable
20. Vidre doble
21. Biga de fusta GL24h
22. Llata de fusta 70x300mm
23. Formigó en massa e=56mm
24. Formigó de formació de pendents
25. Planxa d'aïllament XPS e=200mm
26. Grava
27. Element de suport paviment exterior
28. Rastrell de fusta 20x80mm
29. Paviment exterior de fusta
30. Trencaigües metàl·lic
31. Llata de fusta 200x60mm
32. Canaló metàl·lic
33. Panell sandwich amb acabat OSB
34. Làmina impermeable
35. Tauler hidròfug e=10mm
36. Coberta metàl·lica de zenc
37. Aïllament de llana de roca e=40mm
38. Biga metàl·lica
39. Tauler de fusta per a formació d'esglaó
40. Planxa metàl·lica e=4mm
41. Tirant metàl·lic per a barana d'escala
42. Suport mecànic per a placa ACS
43. Anclatge mecànic
44. Perfil mecànic 30x100mm
45. Placa ACS
46. Subjeccions mecàniques
47. Forjat de formigó
48. Armadura Ø4mm
49. Suport mecànic
50. Reixa metàl·lica per ventilació de la coberta
51. Tancament de fusta lliscant
52. Suport mecànic per subjecció de reixeta metàl·lica
53. Remat metàl·lic
54. Xapa metàl·lica per tub de xemeneia
55. Aïllament de llana de roca e=20mm
56. Remat xemeneia
57. Aïllament XPS
58. Làmina de pòrex
59. Tela asfàltica
60. Junta alçada
61. Cargol per fusta
62. Subjecció mecànica per fals sostre



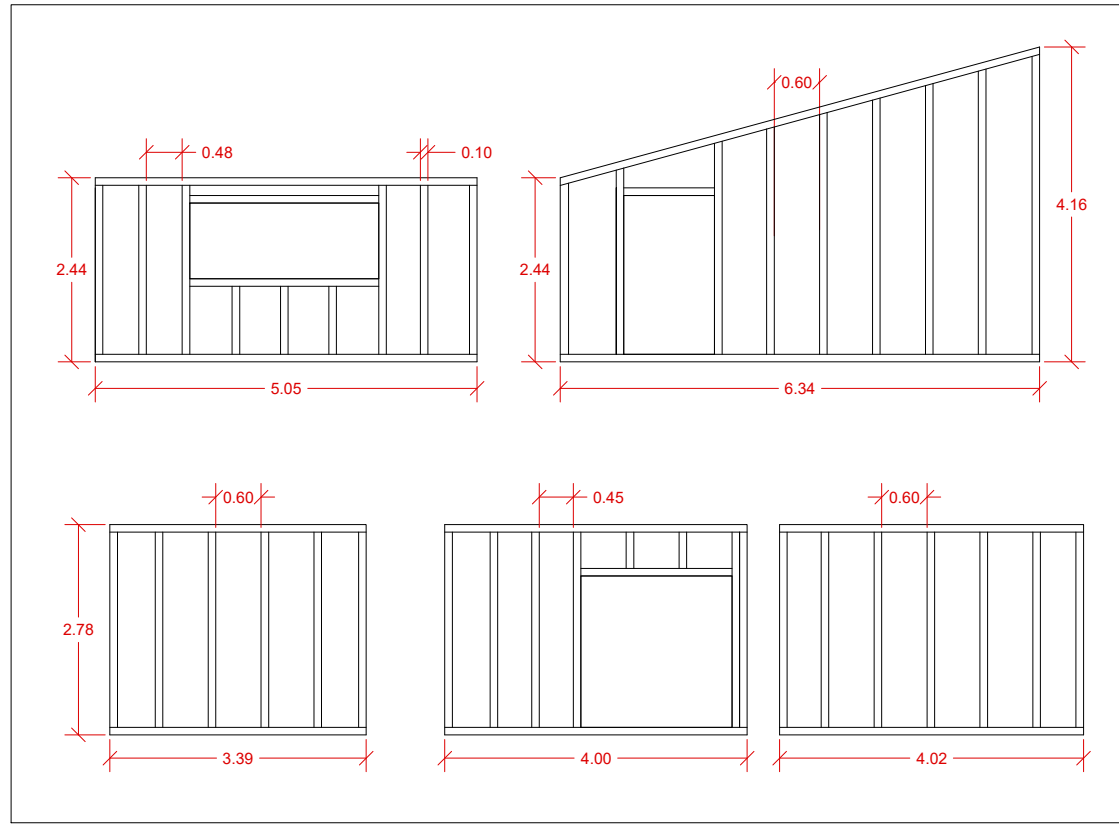


Unió placa ACS-façana

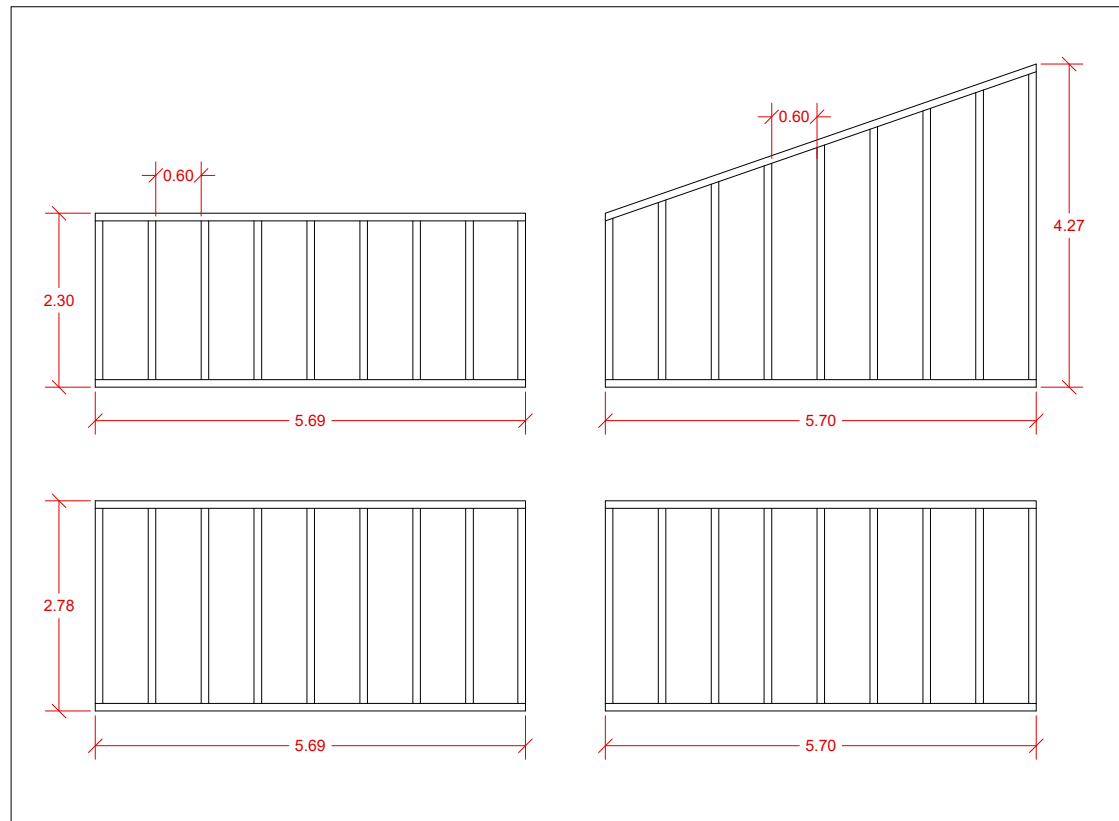


Escales exteriors

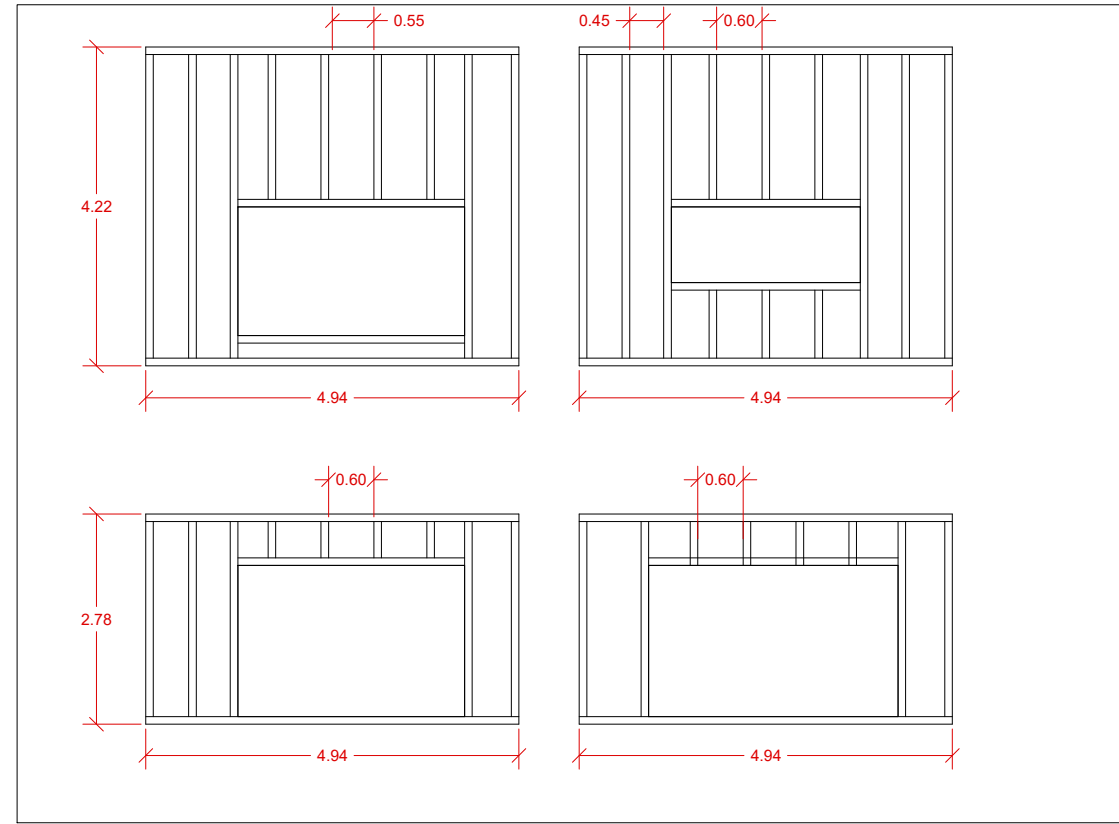
1. Entarimat exterior de fusta de làrix e=20mm
2. Rastrell de fusta col·locat horitzontal 30x50mm
3. Rastrell de fusta col·locat vertical 50x30mm
4. Panell de fibres de fusta e=20mm
5. Panell de fusta OSB e= 15mm
6. Aïllament de llana de roca e= 140mm
7. Llata de fusta 60x140mm
8. Paviment interior de fusta
9. Sòcol interior de fusta
10. Barrera de vapor
11. Placa de guix laminat Fermacell e=12,5mm
12. Aïllament de llana de roca e=200mm
13. Làmina de caubú
14. Sabata de formigó armat
15. Formigó de neteja
16. Forjat de fusta massís "solid CLT" e=200mm
17. Encavallada de fusta
18. Làmina aïllant acústic e=25mm
19. Tancament de fusta practicable
20. Vidre doble
21. Biga de fusta GL24h
22. Llata de fusta 70x300mm
23. Formigó en massa e=56mm
24. Formigó de formació de pendents
25. Planxa d'aïllament XPS e=200mm
26. Grava
27. Element de suport paviment exterior
28. Rastrell de fusta 20x80mm
29. Paviment exterior de fusta
30. Trencaigües metàl·lic
31. Llata de fusta 200x60mm
32. Canaló metàl·lic
33. Panell sandwich amb acabat OSB
34. Làmina impermeable
35. Tauler hidròfug e=10mm
36. Coberta metàl·lica de zenc
37. Aïllament de llana de roca e=40mm
38. Biga metàl·lica
39. Tauler de fusta per a formació d'esglaó
40. Planxa metàl·lica e=4mm
41. Tirant metàl·lic per a barana d'escala
42. Suport mecànic per a placa ACS
43. Anclatge mecànic
44. Perfil mecànic 30x100mm
45. Placa ACS
46. Subjeccions mecàniques
47. Forjat de formigó
48. Armadura Ø4mm
49. Suport mecànic
50. Reixa metàl·lica per ventilació de la coberta
51. Tancament de fusta lliscant
52. Suport mecànic per subjecció de reixeta metàl·lica
53. Remat metàl·lic
54. Xapa metàl·lica per tub de xemeneia
55. Aïllament de llana de roca e=20mm
56. Remat xemeneia
57. Aïllament XPS
58. Làmina de pòrex
59. Tela asfàltica
60. Junta alçada
61. Cargol per fusta
62. Subjecció mecànica per fals sostre



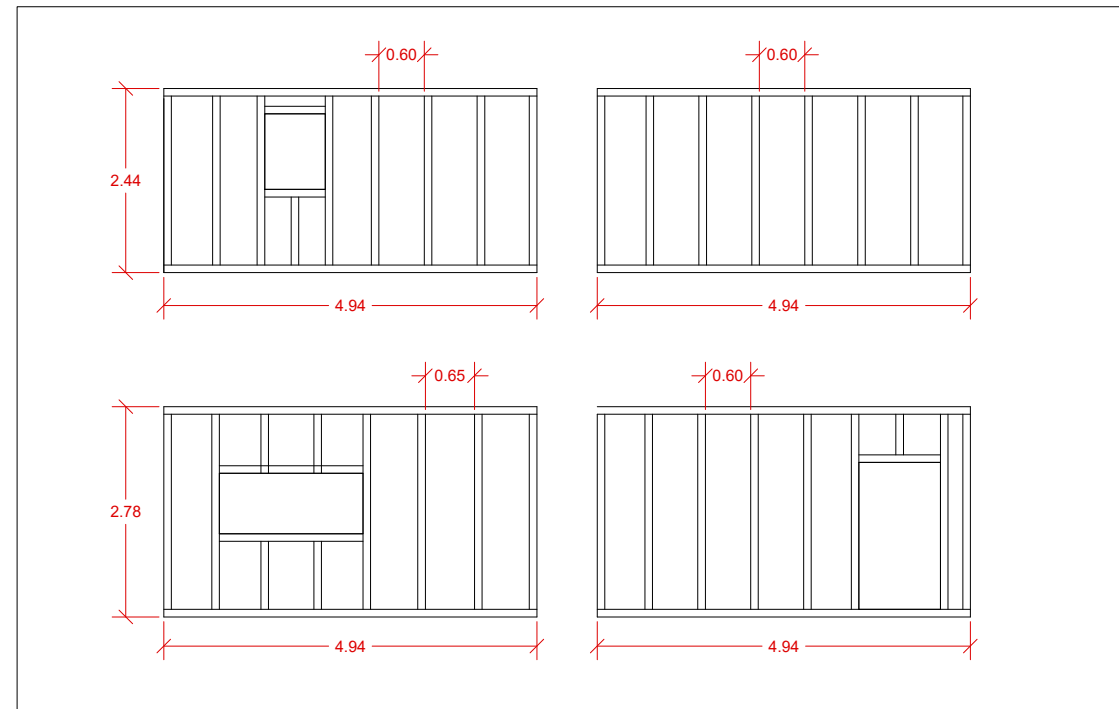
Façana Sud-Oest



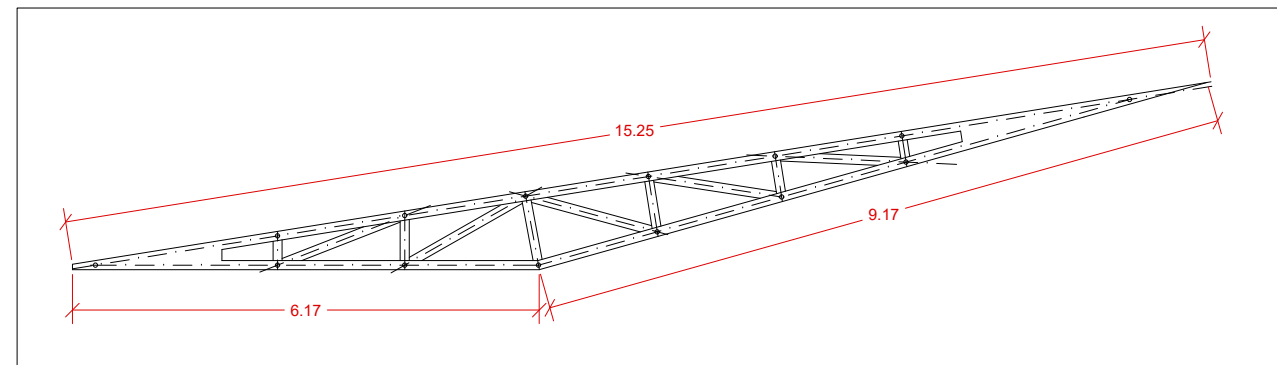
Façana Nord-Est



Façana Sud-Est



Façana Nord-Oest



Coberta



## ANNEX 2: ESTUDI TÈRMIC DE L'EDIFICI

---

A continuació s'adjunten els documents extrets amb el programa CypeCad Mep, en els que s'observa el compliment de la normativa d'estalvi energètic DB-HE-0 i DB-HE-1. S'hi poden observar detalladament els resultats de demanda energètica obtinguts així com els paràmetres introduïts per tal d'obtenir aquests valors.

També s'adjunten els càlculs del recuperador de calor que s'ha instal·lat en l'habitatge.

1. Compliment normativa HE-0 (construcció fusta).
2. Compliment normativa HE-1 (construcció fusta).
3. Compliment normativa recuperador de calor.
4. Compliment normativa HE-0 (construcció convencional).
5. Compliment normativa HE-1 (construcció convencional).

1.- RESULTATS DEL CÀLCUL DEL CONSUM ENERGÈTIC.....	2
1.1.- Consum energètic anual per superfície útil d'energia primària no renovable.....	2
1.2.- Resultats mensuals.....	2
1.2.1.- Consum energètic anual de l'edifici.....	2
2.- MODEL DE CÀLCUL DE L'EDIFICI .....	3
2.1.- Zonificació climàtica.....	3
2.2.- Demanda energètica de l'edifici.....	3
2.2.1.- Demanda energètica de calefacció i refrigeració.....	4
2.2.2.- Demanda energètica d'ACS.....	4
2.3.- Descripció dels sistemes d'aportació de l'edifici.....	4
2.4.- Factors de conversió d'energia final a energia primària utilitzats.....	5
2.5.- Procediment de càlcul del consum energètic.....	5



## 1.- RESULTATS DEL CÀLCUL DEL CONSUM ENERGÈTIC

### 1.1.- Consum energètic anual per superfície útil d'energia primària no renovable.

$$C_{ep,edifici} = 25.72 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{any}) \leq C_{ep,lim} = C_{ep,base} + F_{ep,sup}/S = 73.98 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{any})$$



on:

- $C_{ep,edifici}$ : Valor calculat del consum energètic d'energia primària no renovable, kWh/(m<sup>2</sup>·any).
- $C_{ep,lim}$ : Valor límit del consum energètic d'energia primària no renovable per als serveis de calefacció, refrigeració i ACS, considerada la superfície útil dels espais habitables, kWh/(m<sup>2</sup>·any).
- $C_{ep,base}$ : Valor base del consum energètic d'energia primària no renovable, per a la zona climàtica d'hivern corresponent a l'emplaçament de l'edifici (taula 2.1, CTE DB HE 0), 60.00 kWh/(m<sup>2</sup>·any).
- $F_{ep,sup}$ : Factor corrector per superfície del consum energètic d'energia primària no renovable (taula 2.1, CTE DB HE 0), 3000.
- $S_u$ : Superfície útil dels espais habitables de l'edifici, 214.60 m<sup>2</sup>.

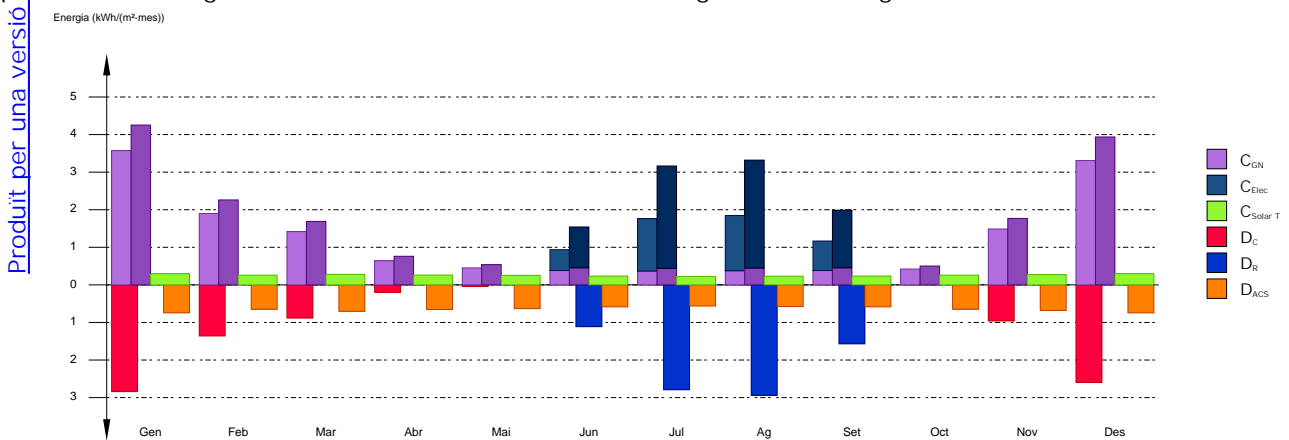
### 1.2.- Resultats mensuals.

#### 1.2.1.- Consum energètic anual de l'edifici.

La següent gràfica de barres representa el balanç entre el consum energètic de l'edifici i la demanda energètica, mostrant de forma visual l'eficiència energètica de l'edifici, en representar gràficament la compensació de la demanda mitjançant el consum.

En el semieix d'ordenades positiu es representen, mes a mes, els diferents consums energètics de l'edifici, separant entre vectors energètics d'origen renovable i no renovable, i mostrant per a aquests últims tant l'energia final consumida com el muntant d'energia primària necessària per generar aquesta energia final en punt de consum.

En el semieix d'ordenades negatiu es representa, mes a mes, la demanda energètica de l'edifici, separada per servei, distingint la demanda de calefacció, la de refrigeració i la d'aigua calenta sanitària.



En la següent taula s'expressen, de forma numèrica, els valors representats en la gràfica anterior, mostrant, per a cada vector energètic utilitzat, l'energia útil aportada, l'energia final consumida i l'energia primària equivalent, afegint també els totals per al consum d'energia final i energia primària d'origen renovable i no renovable, així com els valors de totes les quantitats ponderats per la superfície útil dels espais habitables de l'edifici, en kWh/(m<sup>2</sup>·any).





		Gen (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	Mai (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ag (kWh)	Set (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Des (kWh)	Any (kWh/ /any) (kWh/ (m <sup>2</sup> ·a))	
EDIFICI (S <sub>u</sub> = 214.60 m <sup>2</sup> ; V = 655.2 m <sup>3</sup> )															
Demanda energètica	C	609.7	291.7	189.7	42.1	7.7	--	--	--	--	--	206.0	557.2	1904.1	8.9
	R	--	--	--	--	--	238.7	599.0	630.9	336.8	--	--	--	1805.4	8.4
	ACS	159.9	139.0	150.8	140.3	135.9	125.6	120.8	123.8	125.6	138.7	146.0	159.9	1666.2	7.8
	TOTAL	769.6	430.7	340.5	182.4	143.6	364.3	719.8	754.7	462.5	138.7	351.9	717.1	5375.7	25.1
Solar tèrmica	EA <sub>ACS</sub>	64.0	55.6	60.3	56.1	54.4	50.3	48.3	49.5	50.3	55.5	58.4	64.0	666.5	3.1
	EF	64.0	55.6	60.3	56.1	54.4	50.3	48.3	49.5	50.3	55.5	58.4	64.0	666.5	3.1
	%D <sub>ACS</sub>	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	
Gas natural (f <sub>cep</sub> = 1.19)	EA <sub>C</sub>	609.7	291.7	189.7	42.1	7.7	--	--	--	--	--	206.0	557.2	1904.1	8.9
	EA <sub>ACS</sub>	95.9	83.4	90.5	84.2	81.5	75.4	72.5	74.3	75.4	83.2	87.6	95.9	999.7	4.7
	EF	767.0	407.7	304.5	137.3	97.0	81.9	78.8	80.7	81.9	90.5	319.1	710.0	3156.3	14.7
	EP <sub>ren</sub>	3.8	2.0	1.5	0.7	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	1.6	3.5	15.8	0.1
	EP <sub>nr</sub>	912.7	485.2	362.4	163.3	115.4	97.5	93.7	96.1	97.5	107.7	379.7	844.9	3756.1	17.5
Electricitat (f <sub>cep</sub> = 1.954)	EA <sub>R</sub>	--	--	--	--	--	238.7	599.0	630.9	336.8	--	--	--	1805.4	8.4
	EF	--	--	--	--	--	119.3	299.5	315.5	168.4	--	--	--	902.7	4.2
	EP <sub>ren</sub>	--	--	--	--	--	49.4	124.0	130.6	69.7	--	--	--	373.7	1.7
	EP <sub>nr</sub>	--	--	--	--	--	233.2	585.2	616.4	329.1	--	--	--	1763.9	8.2
	C <sub>ef,tot</sub>	830.9	463.3	364.8	193.4	151.3	251.5	426.6	445.7	300.6	146.0	377.5	773.9	4725.5	22.0
	C <sub>ep,ren</sub>	67.8	57.6	61.9	56.8	54.8	100.1	172.7	180.5	120.4	55.9	60.0	67.5	1056.0	4.9
	C <sub>ep,nr</sub>	912.7	485.2	362.4	163.3	115.4	330.7	678.9	712.5	426.6	107.7	379.7	844.9	5520.0	25.7

Produït per una versió educativa de GYPE

S<sub>u</sub>: Superfície habitable de l'edifici, m<sup>2</sup>.

V: Volum net habitable de l'edifici, m<sup>3</sup>.

D<sub>C</sub>: Demanda d'energia útil corresponent al servei de calefacció, kWh.

D<sub>R</sub>: Demanda d'energia útil corresponent al servei de refrigeració, kWh.

D<sub>ACS</sub>: Demanda d'energia útil corresponent al servei d'ACS, kWh.

f<sub>cep</sub>: Factor de conversió d'energia final a energia primària procedent de fonts no renovables.

EA: Energia útil aportada, kWh.

EF: Energia final consumida pel sistema en punt de consum, kWh.

EP<sub>ren</sub>: Consum energètic d'energia primària d'origen renovable, kWh.

EP<sub>nr</sub>: Consum energètic d'energia primària d'origen no renovable, kWh.

%D: Percentatge cobert de la demanda energètica total del servei associat pel vector energètic d'origen renovable.

C<sub>ef,tot</sub>: Consum energètic total d'energia en punt de consum, kWh/(m<sup>2</sup>·any).

C<sub>ep,ren</sub>: Consum energètic total d'energia primària d'origen renovable, kWh/(m<sup>2</sup>·any).

C<sub>ep,nr</sub>: Consum energètic total d'energia primària d'origen no renovable, kWh/(m<sup>2</sup>·any).

## 2.- MODEL DE CàLCUL DE L'EDIFICI .

### 2.1.- Zonificació climàtica

L'edifici objecte del projecte se situa en el municipi de Alcarràs (província de Lleida), amb una altura sobre el nivell del mar de 137 m. Li correspon, conforme a l'Apèndix B de CTE DB HE 1, la zona climàtica D3.

La pertinença a aquesta zona climàtica defineix les sol·licitacions exteriors per al càlcul de la demanda energètica de calefacció i refrigeració conforme a l'exigència bàsica CTE HE 1, 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.- Demanda energètica de l'edifici.

La demanda energètica de l'edifici que s'ha de satisfer en el càlcul del consum d'energia primària no renovable, magnitud de control conforme a l'exigència de limitació de consum energètic HE 0 per a edificis d'ús residencial o assimilable, correspon a la suma de l'energia demandada pels serveis de calefacció, refrigeració i ACS de l'edifici.



### 2.2.1.- Demanda energètica de calefacció i refrigeració.

La demanda energètica de calefacció i refrigeració de l'edifici, calculada hora a hora i de forma separada per a cadascuna de les zones condicionades que componen el model tèrmic de l'edifici, s'obté mitjançant 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, complint amb els requisits imposats en el capítol 5 de CTE DB HE 1, amb l'objectiu de determinar el compliment de l'exigència bàsica de limitació de demanda energètica de CTE DB HE 1.

Es mostren aquí, a manera de resum, els resultats obtinguts en el càlcul de la demanda energètica de calefacció i refrigeració de cada zona habitable, al costat de la demanda total de l'edifici.

Zones habitables	$S_u$ ( $m^2$ )	$D_{cat}$		$D_{ref}$	
		(kWh/ /any)	(kWh/ ( $m^2 \cdot a$ ))	(kWh/ /any)	(kWh/ ( $m^2 \cdot a$ ))
Habitatge unifamiliar	214.60	1904.1	8.9	1805.4	8.4
	214.60	1904.1	8.9	1805.4	8.4

on:

$S_u$ : Superfície útil de la zona habitable,  $m^2$ .

$D_{cat}$ : Valor calculat de la demanda energètica de calefacció, kWh/( $m^2 \cdot any$ ).

$D_{ref}$ : Valor calculat de la demanda energètica de refrigeració, kWh/( $m^2 \cdot any$ ).

### 2.2.2.- Demanda energètica d'ACS.

La demanda energètica corresponent als serveis d'aigua calenta sanitària de les zones habitables de l'edifici es determina conforme a les indicacions de l'apartat 4 de CTE DB HE 4 i el document de 'Condicions d'acceptació de programes alternatius a LIDER/CALENER', que remet a la norma UNE 94002 per al càlcul de la demanda d'energia tèrmica diària d'ACS en funció del consum d'ACS diari per zona.

El salt tèrmic utilitzat en el càlcul de l'energia tèrmica necessària es realitza entre una temperatura de referència de  $60^\circ C$ , i la temperatura de l'aigua de xarxa en l'emplaçament de l'edifici projectat, de valors:

	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ag	Set	Oct	Nov	Des
	( $^\circ C$ )	( $^\circ C$ )	( $^\circ C$ )	( $^\circ C$ )	( $^\circ C$ )	( $^\circ C$ )	( $^\circ C$ )	( $^\circ C$ )	( $^\circ C$ )	( $^\circ C$ )	( $^\circ C$ )	( $^\circ C$ )
Temperatura de l'aigua de xarxa	7.1	9.1	10.1	12.1	15.1	17.1	20.1	19.1	17.1	14.1	10.1	7.1

La demanda diària obtinguda es reparteix per hores, conforme al perfil a aquest efecte, publicat en el document citat anteriorment, per afegir-se al càlcul horari del consum energètic com a vector horari anual de demanda energètica d'ACS a satisfer, per a cada zona, mitjançant els sistemes tècnics disponibles a l'edifici.

Es mostren a continuació els resultats del càlcul de la demanda energètica d'ACS para cada zona habitable de l'edifici, juntament amb les demandes diàries, el percentatge de la demanda cobert per energia renovable, i el restant a satisfer mitjançant energies no renovables.

Zones habitables	$Q_{ACS}$ (l/dia)	$S_u$ ( $m^2$ )	$D_{ACS}$		$\%_{AS}$ (%)	$D_{ACS, nr}$	
			(kWh/ /any)	(kWh/ ( $m^2 \cdot a$ ))		(kWh/ /any)	(kWh/ ( $m^2 \cdot a$ ))
Habitatge unifamiliar	84.0	214.60	1666.2	7.8	40.0	999.7	4.7
	84.0	214.60	1666.2	7.8	40.0	999.7	4.7

on:

$Q_{ACS}$ : Cabal diari demandat d'aigua calenta sanitària, l/dia.

$S_u$ : Superfície útil de la zona habitable,  $m^2$ .

$D_{ACS}$ : Demanda energètica corresponent al servei d'aigua calenta sanitària, kWh/( $m^2 \cdot any$ ).

$\%_{AS}$ : Percentatge cobert per energia solar de la demanda energètica d'aigua calenta sanitària, %.

$D_{ACS, nr}$ : Demanda energètica d'ACS coberta per energies no renovables, kWh/( $m^2 \cdot any$ ).

### 2.3.- Descripció dels sistemes d'aportació de l'edifici.

	Tipus	Energia	$Cap_{n,c}$ (kW)	$Cap_{n,r}$ (kW)	$S_u$ ( $m^2$ )	$C_{ef}$ (kWh/ /any)	$C_{ef}$ (kWh/ ( $m^2 \cdot a$ ))	$P_{mo}$ (W/ $m^2$ )	REA	$K_e$	$REA_c$
Sistema de referència											
Equip per a calefacció i ACS	C+ACS	Gas natural	$\infty$	--	214.60	3156.3	14.7	1.7	0.92	1	0.92
Equip per a refrigeració	R	Electricitat	--	$\infty$	214.60	902.7	4.2	6.7	2.00	3.1814	0.63
			$\infty$	$\infty$	214.60	4059.1	18.9		1.16		0.78

on:



- Tipus: Serveis proveïts per l'equip tècnic (C=Calefacció, R=Refrigeració, ACS= Aigua calenta sanitària).
- Energia: Vector energètic principal utilitzat per l'equip tècnic.
- Cap<sub>n,c</sub>: Capacitat calorífica nominal total de l'equip tècnic, kW.
- Cap<sub>n,r</sub>: Capacitat frigorífica nominal total de l'equip tècnic, kW.
- S<sub>u</sub>: Superfície útil habitable condicionada associada a l'equip tècnic, m<sup>2</sup>.
- C<sub>ef</sub>: Consum energètic total d'energia en punt de consum, kWh/(m<sup>2</sup>·any).
- P<sub>mo</sub>: Potència mitjana operacional de l'equip tècnic, W/m<sup>2</sup>.
- REA: Rendiment estacional anual de l'equip tècnic.
- K<sub>e</sub>: Coeficient d'emissions del vector energètic.
- REA<sub>c</sub>: Rendiment estacional anual corregit de l'equip tècnic.

## 2.4.- Factors de conversió d'energia final a energia primària utilitzats.

Els factors de conversió d'energia primària procedent de fonts no renovables, per a cada vector energètic utilitzat a l'edifici, s'han obtingut del document 'Factores de emisión de CO2 y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector edificios en España', esborrany proposta de Document Reconegut publicat per l'IDAE amb data 3/03/2014, conforme a l'apartat 4.2 de CTE DB HE 0.

Vector energètic	C <sub>ef,total</sub>		f <sub>cep</sub>	C <sub>ep,nr</sub>	
	(kWh /any)	(kWh/ (m <sup>2</sup> ·a))		(kWh /any)	(kWh/ (m <sup>2</sup> ·a))
Gas natural	3156.3	14.7	1.19	3756.1	17.5
Electricitat	902.7	4.2	1.954	1763.9	8.2

C<sub>ef,total</sub>: Consum energètic total d'energia en punt de consum, kWh/(m<sup>2</sup>·any).

f<sub>cep</sub>: Factor de conversió d'energia final a energia primària procedent de fonts no renovables.

C<sub>ep,nr</sub>: Consum energètic total d'energia primària d'origen no renovable, kWh/(m<sup>2</sup>·any).

## 2.5.- Procediment de càlcul del consum energètic.

El procediment de càlcul emprat té com a objectiu determinar el consum d'energia primària de l'edifici procedent de fonts d'energia no renovables. Per a això, es realitza una simulació anual per intervals horaris d'un model zonal de l'edifici, en la qual, hora a hora, es realitza el càlcul de la distribució de les demandes energètiques a satisfer a cada zona del model tèrmic, determinant, per a cada equip tècnic, el seu punt de treball, l'energia útil aportada, l'energia final consumida, i l'energia primària equivalent, desglossant el consum energètic per equip, sistema d'aportació i vector energètic utilitzat.

La metodologia compleix amb els requisits imposats en el capítol 5 de CTE DB HE 0, en considerar els següents aspectes:

- el disseny, emplaçament i orientació de l'edifici;
- la demanda energètica de calefacció i refrigeració calculada conforme als requisits establerts en CTE DB HE 1;
- la demanda energètica d'aigua calenta sanitària, calculada conforme als requisits establerts en CTE DB HE 4;
- el dimensionament i els rendiments operacionals dels equips tècnics de producció i aportació de calor, fred i ACS;
- la distinció dels diferents vectors energètics utilitzats a l'edifici, juntament amb els factors de conversió d'energia final a energia primària procedent de fonts no renovables;
- i la contribució d'energies renovables produïdes in situ o a les proximitats de la parcel·la de l'edifici.

1.- RESULTATS DEL CÀLCUL DE DEMANDA ENERGÈTICA.....	2
1.1.- Demanda energètica anual per superfície útil.....	2
1.2.- Resum del càlcul de la demanda energètica.....	2
1.3.- Resultats mensuals.....	2
1.3.1.- Balanç energètic anual de l'edifici.....	2
1.3.2.- Demanda energètica mensual de calefacció i refrigeració.....	4
1.3.3.- Evolució de la temperatura.....	5
2.- MODEL DE CÀLCUL DE L'EDIFICI .....	5
2.1.- Zonificació climàtica.....	5
2.2.- Zonificació de l'edifici, perfil d'ús i nivell de condicionament.....	5
2.2.1.- Agrupacions de recintes.....	5
2.2.2.- Perfils d'ús utilitzats.....	6
2.3.- Descripció geomètrica i constructiva del model de càlcul.....	6
2.3.1.- Composició constructiva. Elements constructius pesats.....	6
2.3.2.- Composició constructiva. Elements constructius lleugers.....	7
2.4.- Procediment de càlcul de la demanda energètica.....	8



## 1.- RESULTATS DEL CÀLCUL DE DEMANDA ENERGÈTICA.

### 1.1.- Demanda energètica anual per superfície útil.

$$D_{\text{cal,edifici}} = 8.87 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{any}) \leq D_{\text{cal,lim}} = D_{\text{cal,base}} + F_{\text{cal,sup}}/S = 36.3 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{any})$$



on:

- $D_{\text{cal,edifici}}$ : 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), 27 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), 2000.
- $S$ : Superfície útil dels espais habitables de l'edifici, 214.60 m<sup>2</sup>.

$$D_{\text{ref,edifici}} = 8.41 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{any}) \leq D_{\text{ref,lim}} = 15.0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{any})$$



on:

- $D_{\text{ref,edifici}}$ : 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.- Resum del càlcul de la demanda energètica.

La següent taula és un resum dels resultats obtinguts en el càlcul de la demanda energètica de calefacció i refrigeració de cada zona habitable, al costat de la demanda total de l'edifici.

Zones habitables	$S_u$ (m <sup>2</sup> )	$D_{\text{cal}}$ (kWh /any)	$D_{\text{cal}}$ (kWh/ (m <sup>2</sup> ·a))	$D_{\text{cal,base}}$ (kWh (m <sup>2</sup> ·any))	$F_{\text{cal,sup}}$	$D_{\text{cal,lim}}$ (kWh (m <sup>2</sup> ·any))	$D_{\text{ref}}$ (kWh (m <sup>2</sup> ·a))	$D_{\text{ref}}$ (kWh/ (m <sup>2</sup> ·a))	$D_{\text{ref,lim}}$ (kWh (m <sup>2</sup> ·any))
Habitatge unifamiliar	214.60	1904.1	8.9	27	2000	36.3	1805.4	8.4	15.0
	214.60	1904.1	8.9	27	2000	36.3	1805.4	8.4	15.0

on:

- $S_u$ : Superfície útil de la zona habitable, m<sup>2</sup>.
- $D_{\text{cal}}$ : Valor calculat de la demanda energètica de calefacció, 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), 27 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), 2000.
- $D_{\text{cal,lim}}$ : Valor límit de la demanda energètica de calefacció, considerada la superfície útil dels espais habitables, kWh/(m<sup>2</sup>·any).
- $D_{\text{ref}}$ : 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).

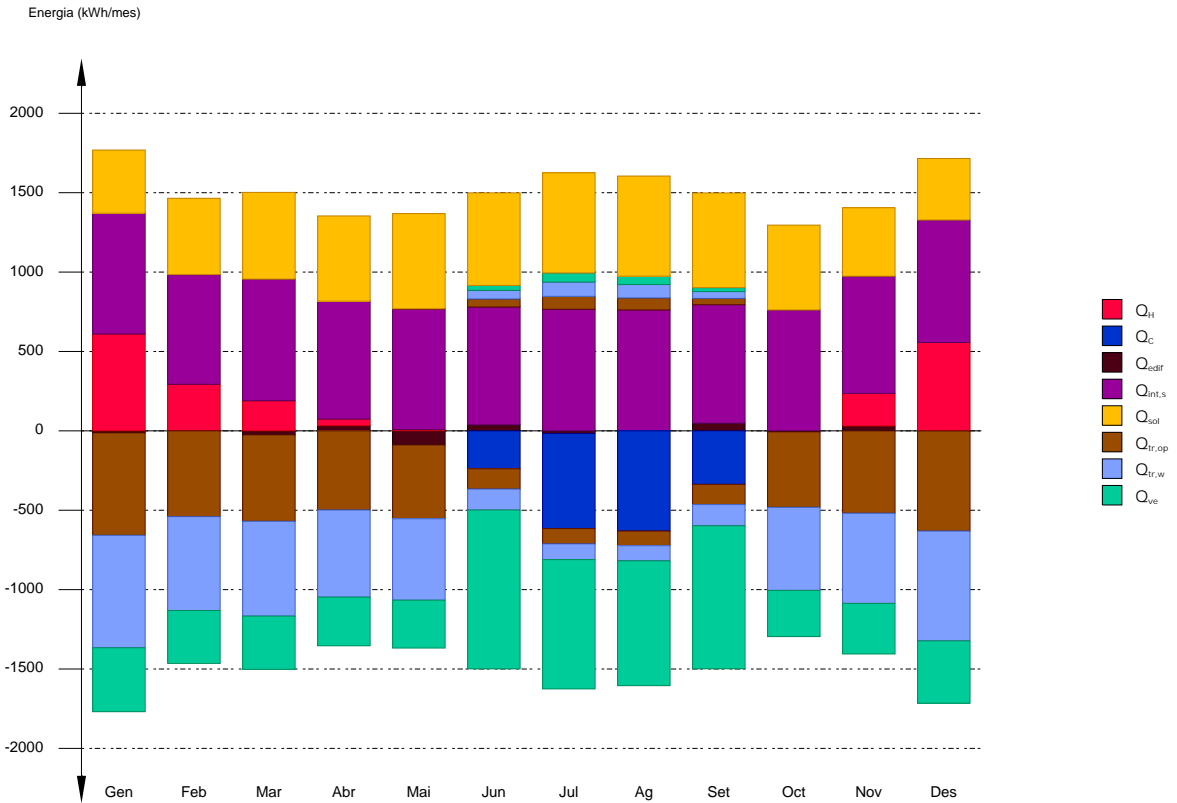
### 1.3.- Resultats mensuals.

#### 1.3.1.- 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 ( $Q_{\text{C}}$ ).

Produït per una versió educativa de CYPR





Producció d'energia a partir de CYPE

En la següent taula es mostren els valors numèrics corresponents a la gràfica anterior del balanç energètic de l'edifici complet, com a sumatori de les energies involucrades al balanç energètic de cadascuna de les zones tèrmiques que conformen el model 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.

	Gen (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	Mai (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ag (kWh)	Set (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Des (kWh)	Any (kWh /any) (kWh/(m <sup>2</sup> ·a))	
Balanç energètic anual de l'edifici.														
$Q_{tr,op}$	--	--	--	--	0.0	50.5	81.2	75.6	39.3	--	--	--	-4516.6	-21.0
$Q_{tr,w}$	-645.5	-540.2	-544.9	-498.3	-465.4	-127.7	-96.2	-92.5	-127.6	-475.4	-519.0	-630.5	-4929.5	-23.0
$Q_{ve}$	--	--	--	--	--	31.1	57.0	52.9	24.9	--	--	--	-6016.4	-28.0
$Q_{int,s}$	764.3	693.9	768.9	745.5	764.3	745.5	768.9	764.3	750.1	764.3	740.9	773.5	9009.0	42.0
$Q_{sol}$	-3.0	-2.7	-3.0	-2.9	-3.0	-2.9	-3.0	-3.0	-2.9	-3.0	-2.9	-3.0	6354.9	29.6
$Q_{edif}$	400.9	484.3	550.6	541.1	603.8	587.7	635.8	635.5	601.0	538.7	435.0	390.8	--	--
$Q_H$	-12.4	1.4	-25.0	32.2	-88.3	37.6	-16.5	0.3	47.7	-6.2	29.9	-0.7	--	--
$Q_C$	609.7	291.7	189.7	42.1	7.7	--	--	--	--	--	206.0	557.2	1904.1	8.9
$Q_{FC}$	--	--	--	--	--	-238.7	-599.0	-630.9	-336.8	--	--	--	-1805.4	-8.4
$Q_{FC}$	609.7	291.7	189.7	42.1	7.7	238.7	599.0	630.9	336.8	--	206.0	557.2	3709.5	17.3

on:

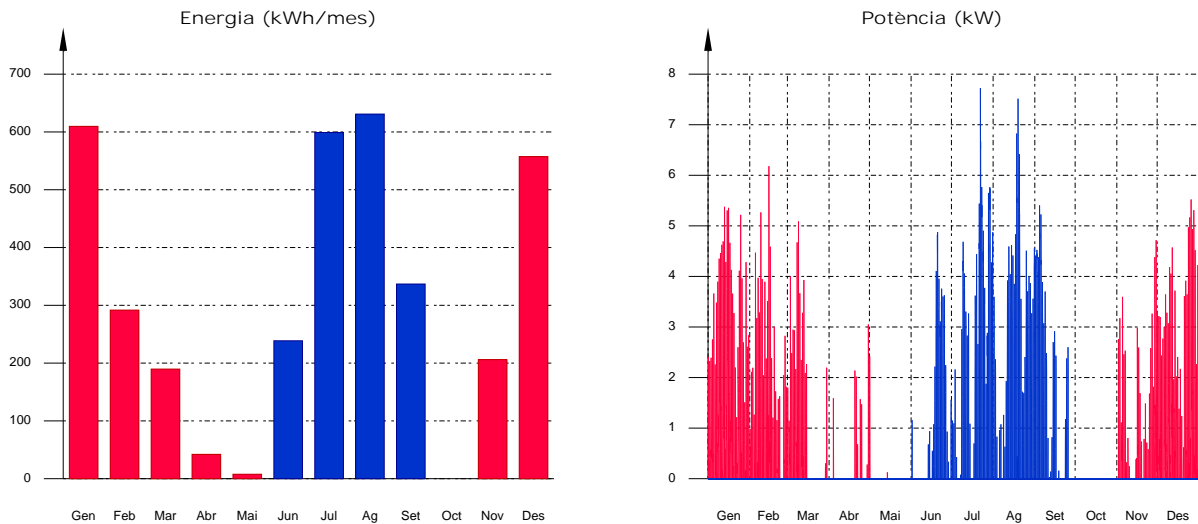
- $Q_{tr,op}$ : Transferència de calor corresponent a la transmissió tèrmica a través d'elements pesats en contacte amb l'exterior, kWh/(m<sup>2</sup>·any).
- $Q_{tr,w}$ : Transferència de calor corresponent a la transmissió tèrmica a través d'elements lleugers en contacte amb l'exterior, kWh/(m<sup>2</sup>·any).
- $Q_{ve}$ : Transferència de calor corresponent a la transmissió tèrmica per ventilació, kWh/(m<sup>2</sup>·any).
- $Q_{int,s}$ : Transferència de calor corresponent al guany de calor intern sensible, kWh/(m<sup>2</sup>·any).
- $Q_{sol}$ : Transferència de calor corresponent al guany de calor solar, kWh/(m<sup>2</sup>·any).
- $Q_{edif}$ : Transferència de calor corresponent a l'emmagatzematge o cessió de calor per part de la massa tèrmica de l'edifici, kWh/(m<sup>2</sup>·any).



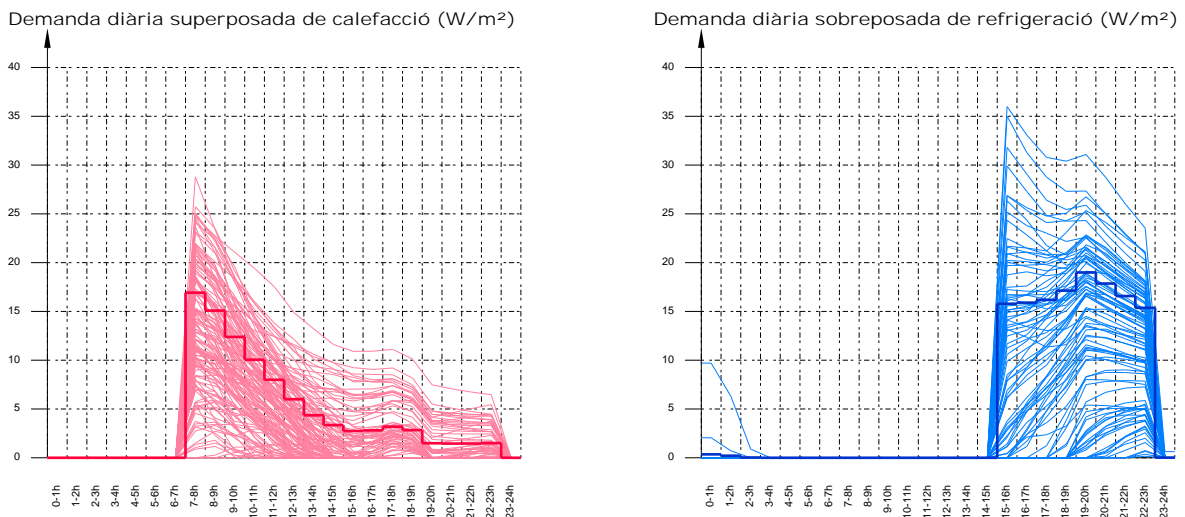
- $Q_{H}$ : Energia aportada de calefacció, kWh/(m<sup>2</sup>.any).
- $Q_{C}$ : Energia aportada de refrigeració, kWh/(m<sup>2</sup>.any).
- $Q_{HC}$ : Energia aportada de calefacció i refrigeració, kWh/(m<sup>2</sup>.any).

### 1.3.2.- 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:



A continuació, en els gràfics següents, es mostren les potències útils instantànies per superfície condicionada d'aportació de calefacció i refrigeració per a cadascun dels dies de la simulació en els que es necessita aportació energètica per mantenir les condicions interiors imposades, mostrant cadascun d'aquests dies de forma sobreposada en una gràfica diària en horari legal, al costat d'una corba típica obtinguda mitjançant la ponderació de l'energia aportada per dia actiu, per a cada dia de càlcul:



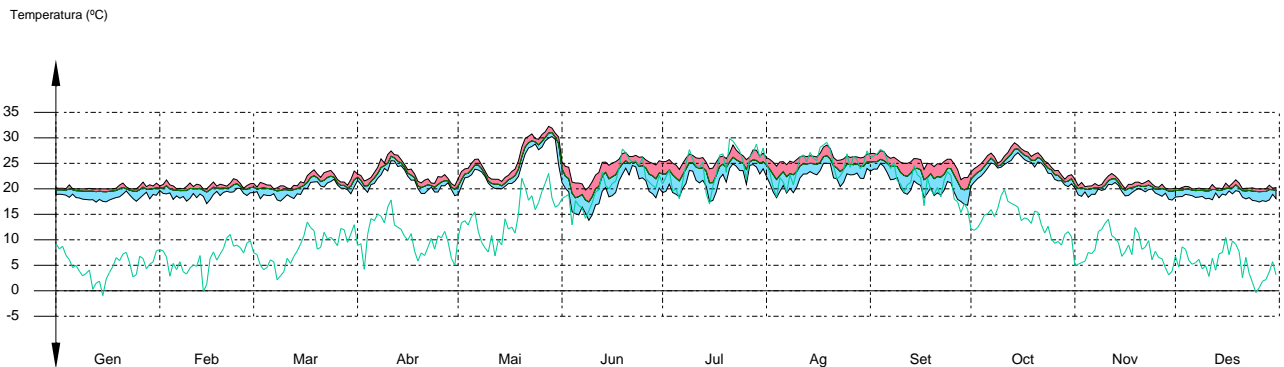
La informació gràfica anterior es resumeix en la següent taula de resultats estadístics de l'aportació energètica de calefacció i refrigeració:

	Nº activ.	Nº dies actius (d)	Nº hores actives (h)	Nº hores per activ. (h)	Potència típica (W/m <sup>2</sup> )	Demanda típica per dia actiu (kWh/m <sup>2</sup> )
Calefacció	158	139	1341	9	6.62	0.0638
Refrigeració	95	93	624	6	13.48	0.0905

### 1.3.3.- Evolució de la temperatura.

L'evolució de la temperatura interior es mostra en la següent gràfica, que mostra l'evolució de les temperatures mínima, màxima i mitjana de cada dia de càlcul, juntament amb la temperatura mitjana diària:

Habitatge unifamiliar



## 2.- MODEL DE CàLCUL DE L'EDIFICI.

### 2.1.- Zonificació climàtica

L'edifici objecte del projecte se situa en el municipi de Alcarràs (província de Lleida), amb una altura sobre el nivell del mar de 137 m. Li correspon, conforme a l'Apèndix B de CTE DB HE 1, la zona climàtica D3. 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>	ren <sub>h</sub> (1/h)	SQ <sub>ocup.s</sub> (kWh /any)	SQ <sub>equip</sub> (kWh /any)	SQ <sub>il·l</sub> (kWh /any)	T <sup>o</sup> calef. mitja (°C)	T <sup>o</sup> refrig. mitja (°C)
Habitatge unifamiliar (Zona habitable, Perfil: Residencial)									
Instal·lacions	9.23	23.32	1.00	0.16	122.2	133.4	133.4	19.0	26.0
Cuina	15.62	39.46	1.00	0.16	206.7	225.7	225.7	19.0	26.0
Sala-Menjador	60.68	152.84	1.00	0.16	803.3	877.1	877.1	19.0	26.0
Rebost	6.54	16.47	1.00	0.16	86.6	94.5	94.5	19.0	26.0
Bany	7.33	18.51	1.00	0.16	97.0	105.9	105.9	19.0	26.0
Distribuidor	7.89	19.88	1.00	0.16	104.5	114.1	114.1	19.0	26.0
Dormitori 1	31.95	114.49	1.00	0.16	422.9	461.8	461.8	19.0	26.0
Dormitori 2	19.42	69.60	1.00	0.16	257.1	280.7	280.7	19.0	26.0
Distribuidor	40.48	145.08	1.00	0.16	535.9	585.1	585.1	19.0	26.0
Bany	15.47	55.56	1.00	0.16	204.8	223.6	223.6	19.0	26.0
	214.60	655.20	1.00	0.16/0.592 <sup>**</sup> /4 <sup>**</sup>	2840.9	3101.8	3101.8	19.0	26.0

on:

S: Superfície útil interior del recinte, m<sup>2</sup>.

V: Volum interior net del recinte, m<sup>3</sup>.

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  $b_{ve} = (1 - f_{ve,frac} \cdot h_{hru})$ , on  $h_{hru}$  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.

ren<sub>h</sub>: Nombre de renovacions per hora de l'aire del recinte.



- \*: Valor mitjà del nombre de renovacions hora de l'aire de la zona habitable, incloent les infiltracions calculades i els períodes de 'free cooling'.
- \*\* : Valor nominal del nombre de renovacions hora de l'aire de la zona habitable en règim de 'free cooling' (ventilació natural nocturna en les nits d'estiu).
- $Q_{ocup,s}$ : 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, kWh/any.
- $Q_{equip}$ : 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, kWh/any.
- $Q_{il}$ : 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, kWh/any.
- $T^{\circ}$  calef. mitja: Valor mitjà en els intervals d'operació de la temperatura de consigna de calefacció, °C.
- $T^{\circ}$  refrig. mitja: Valor mitjà en els intervals d'operació de la temperatura de consigna de refrigeració, °C.

### 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:

		Distribució horària																								
		1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h	
<b>Perfil: Residencial (ús residencial)</b>																										
Temp. Consigna Alta (°C)																										
Gener a Maig		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Juny a Setembre		27	27	27	27	27	27	27	-	-	-	-	-	-	-	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	27
Octubre a Desembre		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temp. Consigna Baixa (°C)																										
Gener a Maig		17	17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17
Juny a Setembre		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Octubre a Desembre		17	17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17
Ocupació sensible (W/m²)																										
Laboral		2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	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	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
Ocupació latent (W/m²)																										
Laboral		1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	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	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
Il·luminació (W/m²)																										
Laboral, Dissabte i Festiu		.44	.44	.44	.44	.44	.44	.44	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.2
Equips (W/m²)																										
Laboral, Dissabte i Festiu		.44	.44	.44	.44	.44	.44	.44	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.2
Ventilació estiu																										
Laboral, Dissabte i Festiu		4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ventilació hivern																										
Laboral, Dissabte i Festiu		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

on:

- \*: 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.

La transmissió de calor a l'exterior a través dels elements constructius pesats que formen l'envolupant tèrmica de les zones habitables de l'edifici (-21.0 kWh/(m²·any)) suposa el 47.8% de la transmissió tèrmica total a través d'aquesta envolupant (-44.0 kWh/(m²·any)).



	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,o</sub>	âQ <sub>sol</sub> (kWh /any)
Habitatge unifamiliar										
Façana		11.98	40.08	0.19	-170.8	0.6	V	NO(-48.54)	0.99	21.0
Envans		170.24	18.06							
Envans		53.67	53.78							
Forjat PB		32.17	106.50	0.13	-309.8					
Forjat P1		66.23	61.30							
Façana		5.91	40.08	0.19	-84.2	0.6	V	NO(-48.75)	0.99	10.3
Façana		28.79	40.08	0.19	-410.4	0.6	V	NE(41.46)	0.99	44.3
Forjat P1		15.47	63.40							
Façana		13.34	40.08	0.19	-190.1	0.6	V	SO(-138.56)	0.98	52.0
Façana		10.89	40.08	0.19	-155.2	0.6	V	SE(131.49)	0.78	32.8
Forjat PB		75.11	65.63	0.13	-723.4					
Envans		53.67	19.34							
Façana		1.67	40.08	0.19	-23.7	0.6	V	NO(-48.54)	1.00	2.9
Façana		12.73	40.08	0.19	-181.5	0.6	V	SO(-138.56)	0.98	49.6
Façana		22.59	40.08	0.19	-322.0	0.6	V	NO(-48.54)	0.93	37.0
Façana		13.32	40.08	0.19	-189.8	0.6	V	SO(-138.56)	0.73	38.5
Forjat P1		66.23	63.11							
Obertura zenc (Forjat teulada)		107.31	35.34	0.05	-439.3	0.6	H		1.00	150.1
Façana		14.82	40.08	0.19	-211.2	0.6	V	NE(41.46)	0.94	21.5
Façana		12.06	40.08	0.19	-171.9	0.6	V	SE(131.49)	0.41	19.2
Façana		25.75	40.08	0.19	-367.0	0.6	V	NE(41.46)	0.93	37.3
Façana		19.13	40.08	0.19	-272.6	0.6	V	SO(-138.56)	0.73	55.3
Façana		10.38	40.08	0.19	-148.0	0.6	V	SE(131.49)	0.39	15.6
Façana		10.23	40.08	0.19	-145.7	0.6	V	NO(-48.75)	0.92	16.8
Forjat P1		15.47	108.74							
					-4516.6					604.3

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 amb l'ambient exterior, a través de l'element, al llarg de l'any.

a: Coeficient d'absorció solar (absortivitat) de la superfície opaca.

I.: Inclinació de la superfície (elevació).

O.: Orientació de la superfície (azimut respecte al nord).

F<sub>sh,o</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.

### 2.3.2.- Composició constructiva. Elements constructius lleugers.

La transmissió de calor a l'exterior a través dels elements constructius lleugers que formen l'envolupant tèrmica de les zones habitables de l'edifici (-23.0 kWh/(m<sup>2</sup>·any)) suposa el 52.2% de la transmissió tèrmica total a través d'aquesta envolupant (-44.0 kWh/(m<sup>2</sup>·any)).

	Tipus	S (m <sup>2</sup> )	U <sub>a</sub> (W/ (m <sup>2</sup> ·K))	F <sub>F</sub> (%)	U <sub>t</sub> (W/ (m <sup>2</sup> ·K))	âQ <sub>tr</sub> (kWh /any)	g <sub>gl</sub>	a	I. (°)	O. (°)	F <sub>sh,gl</sub>	F <sub>sh,o</sub>	âQ <sub>sol</sub> (kWh /any)	
Habitatge unifamiliar														
Doble envitriament LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 8/20/6 Templa.lite Azur.lite color blau			1.90	1.40	0.37	2.20	-243.8	0.39	0.4	V	NO(-48.75)	1.00	0.99	286.2





Tipus	S (m <sup>2</sup> )	U <sub>g</sub> (W/ (m <sup>2</sup> ·K))	F <sub>F</sub> (%)	U <sub>f</sub> (W/ (m <sup>2</sup> ·K))	âQ <sub>tr</sub> (kWh /any)	g <sub>gl</sub>	a	I. (°)	O. (°)	F <sub>sh,gl</sub>	F <sub>sh,o</sub>	âQ <sub>sol</sub> (kWh /any)
Doble envidriament LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 8/20/6 Templa.lite Azur.lite color blau	2.64	1.40	0.26	2.20	-321.1	0.39	0.4	V	SO(-138.56)	0.61	0.84	445.4
Doble envidriament LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 8/20/6 Templa.lite Azur.lite color blau	6.60	1.40	0.20	2.20	-778.8	0.39	0.4	V	SE(131.49)	0.43	0.67	663.9
Doble envidriament LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 8/20/6 Templa.lite Azur.lite color blau	6.60	1.40	0.20	2.20	-778.8	0.39	0.4	V	SE(131.49)	0.43	0.66	654.8
Porta exterior	2.27		1.00	2.00	-343.8		0.6	V	NO(-48.54)	0.00	1.00	43.4
Doble envidriament LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 8/20/6 Templa.lite Azur.lite color blau	4.80	1.40	0.23	2.20	-576.7	0.39	0.4	V	SO(-138.56)	0.94	0.75	1141.0
Doble envidriament LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 8/20/6 Templa.lite Azur.lite color blau	4.80	1.40	0.23	2.20	-576.7	0.39	0.4	V	SE(131.49)	0.82	0.50	652.1
Doble envidriament LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 8/20/6 Templa.lite Azur.lite color blau	3.60	1.40	0.21	2.20	-427.7	0.39	0.4	V	SO(-138.56)	0.81	0.75	757.5
Doble envidriament LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 8/20/6 Templa.lite Azur.lite color blau	6.72	1.40	0.15	2.20	-775.4	0.39	0.4	V	SE(131.49)	0.94	0.47	1055.1
Doble envidriament LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 8/20/6 Templa.lite Azur.lite color blau	0.80	1.40	0.45	2.20	-106.6	0.39	0.4	V	NO(-48.75)	1.00	0.95	101.6
					-4929.5							5801.0

S: Superfície de l'element.

U<sub>g</sub>: Transmissió tèrmica de la part translúcida.

F<sub>F</sub>: Fracció de part opaca de l'element lleuger.

U<sub>f</sub>: Transmissió tèrmica de la part opaca.

Q<sub>tr</sub>: Calor intercanviada amb l'ambient exterior, a través de 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).

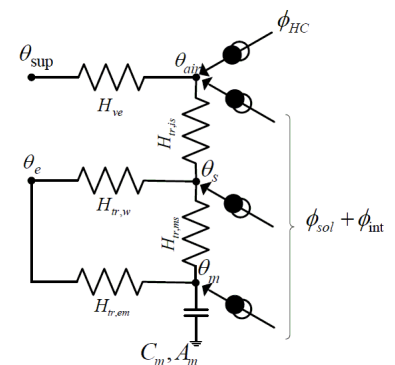
F<sub>sh,gl</sub>: Valor mitjà anual del factor reductor d'ombrejament per a dispositius d'ombra mòbils.

F<sub>sh,o</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.

## 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 radiants 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 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.

1.- JUSTIFICACIÓ DEL COMPLIMENT DE L'EXIGÈNCIA D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA EN LA GENERACIÓ DE CALOR I FRED DE L'APARTAT 1.2.4.1.....	2
1.1.- Generalitats.....	2
1.2.- Càrregues tèrmiques.....	2
1.2.1.- Càrregues màximes simultànies.....	2
1.2.2.- Càrregues parcials i mínimes.....	2
2.- JUSTIFICACIÓ DEL COMPLIMENT DE L'EXIGÈNCIA D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA A LES XARXES DE CANONADES I CONDUCCIONS DE CALOR I FRED DE L'APARTAT 1.2.4.2....	2
2.1.- Eficiència energètica dels equips per al transport de fluids.....	2
2.2.- Eficiència energètica dels motors elèctrics.....	3
2.3.- Xarxes de canonades.....	3
3.- JUSTIFICACIÓ DEL COMPLIMENT DE L'EXIGÈNCIA D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA AL CONTROL D'INSTAL·LACIONS TÈRMiques DE L'APARTAT 1.2.4.3.....	3
3.1.- Generalitats.....	3
3.2.- Control de les condicions termohigromètriques.....	3
3.3.- Control de la qualitat de l'aire interior en les instal·lacions de climatització.....	4
4.- JUSTIFICACIÓ DEL COMPLIMENT DE LA EXIGÈNCIA DE RECUPERACIÓ DE ENERGIA DE L'APARTAT 1.2.4.5.....	4
4.1.- Recuperació de l'aire exterior.....	4
4.2.- Zonificació.....	5
5.- JUSTIFICACIÓ DEL COMPLIMENT DE LA EXIGÈNCIA DE APROFITAMENT D'ENERGIES RENOVABLES DE L'APARTAT 1.2.4.6.....	5
6.- JUSTIFICACIÓ DEL COMPLIMENT DE L'EXIGÈNCIA DE LIMITACIÓ DE L'UTILITZACIÓ D'ENERGIA CONVENCIONAL DE L'APARTAT 1.2.4.7.....	5
7.- LLI STA DELS EQUI PS CONSUMIDORS D'ENERGIA.....	5



## 1.- JUSTIFICACIÓ DEL COMPLIMENT DE L'EXIGÈNCIA D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA EN LA GENERACIÓ DE CALOR I FRED DE L'APARTAT 1.2.4.1

### 1.1.- Generalitats

Les unitats de producció del projecte utilitzen energies convencionals ajustant-se a la càrrega màxima simultània de les instal·lacions servides considerant els guanys o pèrdues de calor a través de les xarxes de canonades dels fluids portadors, així com l'equivalent tèrmic de la potència absorbida pels equips de transport de fluids.

### 1.2.- Càrregues tèrmiques

#### 1.2.1.- Càrregues màximes simultànies

A continuació es mostra el resum de la càrrega màxima simultània per a cada un dels conjunts de recintes:

#### Calefacció

Produït per una versió educativa de CYPE

Conjunt: _							
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)
Instal·lacions	Planta baixa	59.17	498.40	1303.38	147.63	1362.56	1362.56
Cuina	Planta baixa	157.28	112.44	294.04	28.90	451.32	451.32
Sala-Menjador	Planta baixa	678.96	163.84	856.90	25.31	1535.87	1535.87
Rebost	Planta baixa	9.84	47.08	123.12	20.33	132.96	132.96
Bany	Planta baixa	11.18	54.00	141.22	20.80	152.40	152.40
Distribuidor	Planta baixa	150.87	21.31	55.73	26.17	206.60	206.60
Dormitori 1	Planta 1	294.60	86.26	451.14	23.34	745.74	745.74
Dormitori 2	Planta 1	250.05	52.44	274.27	27.00	524.32	524.32
Distribuidor	Planta 1	449.36	109.30	285.83	18.16	735.19	735.19
Bany	Planta 1	147.17	54.00	141.22	18.64	288.38	288.38
Total			1199.1	Càrrega total simultània		6135.3	

A l'annex apareix el càlcul de la càrrega tèrmica per a cadascun dels recintes de la instal·lació.

#### 1.2.2.- Càrregues parcials i mínimes

Es mostren a continuació les demandes parcials per mesos per a cada un dels conjunts de recintes.

#### Calefacció:

Conjunt de recintes	Càrrega màxima simultània per mes (kW)		
	Desembre	Gener	Febrer
_	7.14	7.14	7.14

## 2.- JUSTIFICACIÓ DEL COMPLIMENT DE L'EXIGÈNCIA D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA A LES XARXES DE CANONADES I CONDUCCIONS DE CALOR I FRED DE L'APARTAT 1.2.4.2

### 2.1.- Eficiència energètica dels equips per al transport de fluids

Es descriu a continuació la potència específica dels equips de propulsió de fluids i els seus valors límit segons la instrucció tècnica I.T. 1.2.4.2.5.



Equips	Sistema	Categoria	Categoria límit
Tipus 1 (Instal·lacions - Planta 0)	Ventilació i extracció	SFP4	SFP2

Equips	Referència
Tipus 1	Recuperador de calor aire-aire, amb bescanviador de flux creuat, cabal màxim de 450 m <sup>3</sup> /h, eficiència sensible 50,7%, per a muntatge horitzontal dimensions 600x600x310 mm i nivell de pressió sonora de 36 dBA en camp lliure a 1,5 m, amb caixa d'acer galvanitzat i plastificat, color ivori, amb aïllament, classe B segons UNE-EN 13501-1, suports antivibratoris, embocadures de 200 mm de diàmetre amb junt estanc i filtres G4 amb eficàcia del 86%, classe D segons UNE-EN 13501-1, 2 ventiladors centrífugs de doble oïda d'accionament directe amb motors elèctrics monofàsics de 4 velocitats de 150 W cadascun, aïllament F, protecció IP 20, caps de borns externa amb protecció IP 55

## 2.2.- Eficiència energètica dels motors elèctrics

Els motors elèctrics utilitzats en la instal·lació resten exclosos de l'exigència de rendiment mínim, segons el punt 3 de la instrucció tècnica I.T. 1.2.4.2.6.

## 2.3.- Xarxes de canonades

El traçat de les canonades s'ha dissenyat tenint en compte l'horari de funcionament de cada subsistema, la longitud hidràulica del circuit i el tipus d'unitats terminals servides.

## 3.- JUSTIFICACIÓ DEL COMPLIMENT DE L'EXIGÈNCIA D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA AL CONTROL D'INSTAL·LACIONS TÈRMiques DE L'APARTAT 1.2.4.3

### 3.1.- Generalitats

La instal·lació tèrmica projectada està dotada dels sistemes de control automàtic necessaris per a que es puguin mantenir en els recintes les condicions de disseny previstes.

### 3.2.- Control de les condicions termohigromètriques

L'equipament mínim d'aparells de control de les condicions de temperatura i humitat relativa dels recintes, segons les categories descrites en la taula 2.4.2.1, es el següent:

#### THM-C1:

Variació de la temperatura del fluid portador (aigua-aire) en funció de la temperatura exterior i/o control de la temperatura de l'ambient per zona tèrmica.

A més, en els sistemes de calefacció per aigua en habitatges s'inclou una vàlvula termostàtica en cada una de les unitats terminals dels recintes principals.

#### THM-C2:

Com a THM-C1, més el control de la humitat relativa mitja o la del local més representatiu.

#### THM-C3:

Com a THM-C1, més variació de la temperatura del fluid portador fred en funció de la temperatura exterior i/o control de la temperatura de l'ambient per zona tèrmica.

#### THM-C4:

Com a THM-C3, més control de la humitat relativa mitja o la del recinte més representatiu.

#### THM-C5:



Com a THM-C3, més control de la humitat relativa en locals.

A continuació es descriuen el sistema de control emprat per a cada conjunt de recintes:

Conjunt de recintes	Sistema de control
—	THM-C1

### 3.3.- Control de la qualitat de l'aire interior en les instal·lacions de climatització

El control de la qualitat d'aire interior es pot realitzar per un dels mètodes descrits en la taula 2.4.3.2.

Categoria	Tipus	Descripció
IDA-C1		El sistema funciona contínuament
IDA-C2	Control manual	El sistema funciona manualment, controlat per un interruptor
IDA-C3	Control per temps	El sistema funciona d'acord a un determinat horari
IDA-C4	Control per presència	El sistema funciona per una senyal de presència
IDA-C5	Control per ocupació	El sistema funciona depenent del nombre de persones presents
IDA-C6	Control directe	El sistema està controlat per sensors que mesuren paràmetres de qualitat de l'aire interior

S'ha emprat en el projecte el mètode IDA-C1.

## 4 - JUSTIFICACIÓ DEL COMPLIMENT DE LA EXIGÈNCIA DE RECUPERACIÓ DE ENERGIA DE L'APARTAT 1.2.4.5

### 4.1.- Recuperació de l'aire exterior

Es mostra a continuació la relació de recuperadors emprats a la instal·lació.

Tipus	N	Cabal (m <sup>3</sup> /h)	$\Delta P$ (mm.c.a.)	E (%)
Tipus 1	3000	400.0	7.1	50.7

#### Abreviatures utilitzades

Tipus	Tipus de recuperador	$\Delta P$	Pressió disponible en el recuperador (mm.c.a.)
N	Nombre d'hores de funcionament de la instal·lació	E	Eficiència en calor sensible (%)
Cabal	Cabal d'aire exterior (m <sup>3</sup> /h)		

Recuperador	Referència
Tipus 1	Recuperador de calor aire-aire, amb bescanviador de flux creuat, cabal màxim de 450 m <sup>3</sup> /h, eficiència sensible 50,7%, per a muntatge horitzontal dimensions 600x600x310 mm i nivell de pressió sonora de 36 dBA en camp lliure a 1,5 m, amb caixa d'acer galvanitzat i plastificat, color ivori, amb aïllament, classe B segons UNE-EN 13501-1, suports antivibratoris, embocadures de 200 mm de diàmetre amb junt estanc i filtres G4 amb eficàcia del 86%, classe D segons UNE-EN 13501-1, 2 ventiladors centrífugs de doble oïda d'accionament directe amb motors elèctrics monofàsics de 4 velocitats de 150 W cadascun, aïllament F, protecció IP 20, caps de borns externa amb protecció IP 55

Els recuperadors seleccionats per a la instal·lació compleixen amb les exigències descrites a la taula 2.4.5.1.





#### 4.2.- Zonificació

El disseny de la instal·lació ha estat realitzat tenint present la zonificació, per a obtenir un elevat benestar i estalvi d'energia. Els sistemes s'han dividit en subsistemes, considerant els espais interiors i la seva orientació, així com el seu ús, ocupació i horari de funcionament.

#### 5.- JUSTIFICACIÓ DEL COMPLIMENT DE LA EXIGÈNCIA DE APROFITAMENT D'ENERGIES RENOVABLES DE L'APARTAT 1.2.4.6

La instal·lació tèrmica destinada a la producció d'aigua calenta sanitària compleix amb l'exigència bàsica CTE HE 4 'Contribució solar mínima d'aigua calenta sanitària' mitjançant la justificació del seu document bàsic.

#### 6.- JUSTIFICACIÓ DEL COMPLIMENT DE L'EXIGÈNCIA DE LIMITACIÓ DE L'UTILITZACIÓ D'ENERGIA CONVENCIONAL DE L'APARTAT 1.2.4.7

S'enumeren els punts per a justificar el compliment d'aquesta exigència:

- El sistema de calefacció emprada no es un sistema centralitzat que utilitzi l'energia elèctrica per "efecte Joule".
- No s'ha climatitzat cap dels recintes no habitables inclosos al projecte.
- No es realitzen processos successius de refredament i escalfament, ni es produeix la interacció de dos fluids amb temperatura d'efectes oposats.
- No es contempla al projecte l'utilització de cap combustible sòlid d'origen fòssil en les instal·lacions tèrmiques.

#### - LLI STA DELS EQUI PS CONSUMI DORS D'ENERGIA

S'inclou a continuació un resum de tots els equips projectats, amb el seu consum d'energia.

Equips de transport de fluids

Equips	Referència
Tipus 1	Recuperador de calor aire-aire, amb bescanviador de flux creuat, cabal màxim de 450 m <sup>3</sup> /h, eficiència sensible 50,7%, per a muntatge horitzontal dimensions 600x600x310 mm i nivell de pressió sonora de 36 dBA en camp lliure a 1,5 m, amb caixa d'acer galvanitzat i plastificat, color ivori, amb aïllament, classe B segons UNE-EN 13501-1, suports antivibratoris, embocadures de 200 mm de diàmetre amb junt estanc i filtres G4 amb eficàcia del 86%, classe D segons UNE-EN 13501-1, 2 ventiladors centrífugs de doble oïda d'accionament directe amb motors elèctrics monofàsics de 4 velocitats de 150 W cadascun, aïllament F, protecció IP 20, capsa de borns externa amb protecció IP 55

1.- RESULTATS DEL CÀLCUL DEL CONSUM ENERGÈTIC.....	2
1.1.- Consum energètic anual per superfície útil d'energia primària no renovable.....	2
1.2.- Resultats mensuals.....	2
1.2.1.- Consum energètic anual de l'edifici.....	2
2.- MODEL DE CÀLCUL DE L'EDIFICI .....	3
2.1.- Zonificació climàtica.....	3
2.2.- Demanda energètica de l'edifici.....	3
2.2.1.- Demanda energètica de calefacció i refrigeració.....	3
2.2.2.- Demanda energètica d'ACS.....	4
2.3.- Descripció dels sistemes d'aportació de l'edifici.....	4
2.4.- Factors de conversió d'energia final a energia primària utilitzats.....	5
2.5.- Procediment de càlcul del consum energètic.....	5



## 1.- RESULTATS DEL CÀLCUL DEL CONSUM ENERGÈTIC

### 1.1.- Consum energètic anual per superfície útil d'energia primària no renovable.

$$C_{ep,edifici} = 40.93 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{any}) \leq C_{ep,lim} = C_{ep,base} + F_{ep,sup}/S = 74.49 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{any})$$



on:

$C_{ep,edifici}$ : Valor calculat del consum energètic d'energia primària no renovable, kWh/(m<sup>2</sup>·any).

$C_{ep,lim}$ : Valor límit del consum energètic d'energia primària no renovable per als serveis de calefacció, refrigeració i ACS, considerada la superfície útil dels espais habitables, kWh/(m<sup>2</sup>·any).

$C_{ep,base}$ : Valor base del consum energètic d'energia primària no renovable, per a la zona climàtica d'hivern corresponent a l'emplaçament de l'edifici (taula 2.1, CTE DB HE 0), 60.00 kWh/(m<sup>2</sup>·any).

$F_{ep,sup}$ : Factor corrector per superfície del consum energètic d'energia primària no renovable (taula 2.1, CTE DB HE 0), 3000.

$S_u$ : Superfície útil dels espais habitables de l'edifici, 207.00 m<sup>2</sup>.

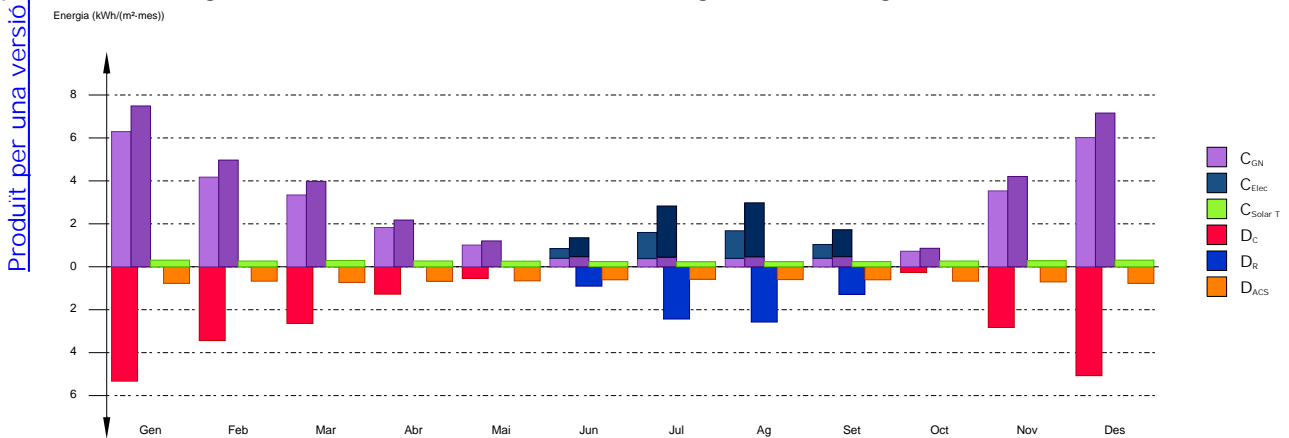
### 1.2.- Resultats mensuals.

#### 1.2.1.- Consum energètic anual de l'edifici.

La següent gràfica de barres representa el balanç entre el consum energètic de l'edifici i la demanda energètica, mostrant de forma visual l'eficiència energètica de l'edifici, en representar gràficament la compensació de la demanda mitjançant el consum.

En el semieix d'ordenades positiu es representen, mes a mes, els diferents consums energètics de l'edifici, separant entre vectors energètics d'origen renovable i no renovable, i mostrant per a aquests últims tant l'energia final consumida com el muntant d'energia primària necessària per generar aquesta energia final en punt de consum.

En el semieix d'ordenades negatiu es representa, mes a mes, la demanda energètica de l'edifici, separada per servei, distingint la demanda de calefacció, la de refrigeració i la d'aigua calenta sanitària.



En la següent taula s'expressen, de forma numèrica, els valors representats en la gràfica anterior, mostrant, per a cada vector energètic utilitzat, l'energia útil aportada, l'energia final consumida i l'energia primària equivalent, afegint també els totals per al consum d'energia final i energia primària d'origen renovable i no renovable, així com els valors de totes les quantitats ponderats per la superfície útil dels espais habitables de l'edifici, en kWh/(m<sup>2</sup>·any).

EDIFICI ( $S_u = 207.00 \text{ m}^2$ ; $V = 597.8 \text{ m}^3$ )													Any		
		Gen (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	Mai (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ag (kWh)	Set (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Des (kWh)	(kWh /any)	(kWh/ m <sup>2</sup> ·a)
Demanda energètica	C	1102.6	711.8	546.4	264.1	111.2	--	--	--	--	54.5	585.4	1049.8	4426.0	21.4
	R	--	--	--	--	--	186.8	503.8	532.8	266.0	--	--	--	1489.4	7.2
	ACS	159.9	139.0	150.8	140.3	135.9	125.6	120.8	123.8	125.6	138.7	146.0	159.9	1666.2	8.0
	TOTAL	1262.5	850.8	697.3	404.4	247.1	312.5	624.5	656.6	391.7	193.2	731.4	1209.7	7581.6	36.6
Solar tèrmica	EA <sub>ACS</sub>	64.0	55.6	60.3	56.1	54.4	50.3	48.3	49.5	50.3	55.5	58.4	64.0	666.5	3.2
	EF	64.0	55.6	60.3	56.1	54.4	50.3	48.3	49.5	50.3	55.5	58.4	64.0	666.5	3.2
	% D <sub>ACS</sub>	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	



		Gen (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	Mai (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ag (kWh)	Set (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Des (kWh)	Any (kWh/ /any) (kWh/ (m <sup>2</sup> -a))	
Gas natural (f <sub>cep</sub> = 1.19)	EA <sub>c</sub>	1102.6	711.8	546.4	264.1	111.2	--	--	--	--	54.5	585.4	1049.8	4426.0	21.4
	EA <sub>ACS</sub>	95.9	83.4	90.5	84.2	81.5	75.4	72.5	74.3	75.4	83.2	87.6	95.9	999.7	4.8
	EF	1302.8	864.3	692.3	378.6	209.5	81.9	78.8	80.7	81.9	149.7	731.5	1245.4	5897.5	28.5
	EP <sub>ren</sub>	6.5	4.3	3.5	1.9	1.0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.7	3.7	6.2	29.5	0.1
	EP <sub>nr</sub>	1550.3	1028.5	823.8	450.5	249.3	97.5	93.7	96.1	97.5	178.2	870.5	1482.0	7018.0	33.9
Electricitat (f <sub>cep</sub> = 1.954)	EA <sub>r</sub>	--	--	--	--	--	186.8	503.8	532.8	266.0	--	--	--	1489.4	7.2
	EF	--	--	--	--	--	93.4	251.9	266.4	133.0	--	--	--	744.7	3.6
	EP <sub>ren</sub>	--	--	--	--	--	38.7	104.3	110.3	55.1	--	--	--	308.3	1.5
	EP <sub>nr</sub>	--	--	--	--	--	182.5	492.2	520.6	259.9	--	--	--	1455.2	7.0
	C <sub>ef,total</sub>	1366.7	919.9	752.6	434.7	263.9	225.6	378.9	396.7	265.2	205.2	789.9	1309.3	7308.7	35.3
	C <sub>ep,ren</sub>	70.5	59.9	63.8	58.0	55.4	89.3	153.0	160.2	105.7	56.2	62.0	70.2	1004.3	4.9
	C <sub>ep,nr</sub>	1550.3	1028.5	823.8	450.5	249.3	280.0	585.9	616.6	357.4	178.2	870.5	1482.0	8473.2	40.9

on:

S<sub>u</sub>: Superfície habitable de l'edifici, m<sup>2</sup>.V: Volum net habitable de l'edifici, m<sup>3</sup>.D<sub>c</sub>: Demanda d'energia útil corresponent al servei de calefacció, kWh.D<sub>r</sub>: Demanda d'energia útil corresponent al servei de refrigeració, kWh.D<sub>ACS</sub>: Demanda d'energia útil corresponent al servei d'ACS, kWh.f<sub>cep</sub>: Factor de conversió d'energia final a energia primària procedent de fonts no renovables.

EA: Energia útil aportada, kWh.

EF: Energia final consumida pel sistema en punt de consum, kWh.

EP<sub>ren</sub>: Consum energètic d'energia primària d'origen renovable, kWh.EP<sub>nr</sub>: Consum energètic d'energia primària d'origen no renovable, kWh.

%D: Percentatge cobert de la demanda energètica total del servei associat pel vector energètic d'origen renovable.

C<sub>ef,total</sub>: Consum energètic total d'energia en punt de consum, kWh/(m<sup>2</sup>-any).C<sub>ep,ren</sub>: Consum energètic total d'energia primària d'origen renovable, kWh/(m<sup>2</sup>-any).C<sub>ep,nr</sub>: Consum energètic total d'energia primària d'origen no renovable, kWh/(m<sup>2</sup>-any).

Procediment de verificació de la verifcació educativa de CYPE

## 2.- MODEL DE CàLCUL DE L'EDIFICI .

### 2.1.- Zonificació climàtica

L'edifici objecte del projecte se situa en el municipi de Alcarràs (província de Lleida), amb una altura sobre el nivell del mar de 137 m. Li correspon, conforme a l'Apèndix B de CTE DB HE 1, la zona climàtica D<sub>h</sub>.

La pertinença a aquesta zona climàtica defineix les sol·licitacions exteriors per al càlcul de la demanda energètica de calefacció i refrigeració conforme a l'exigència bàsica CTE HE 1, 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.- Demanda energètica de l'edifici.

La demanda energètica de l'edifici que s'ha de satisfer en el càlcul del consum d'energia primària no renovable, magnitud de control conforme a l'exigència de limitació de consum energètic HE 0 per a edificis d'ús residencial o assimilable, correspon a la suma de l'energia demandada pels serveis de calefacció, refrigeració i ACS de l'edifici.

#### 2.2.1.- Demanda energètica de calefacció i refrigeració.

La demanda energètica de calefacció i refrigeració de l'edifici, calculada hora a hora i de forma separada per a cadascuna de les zones condicionades que componen el model tèrmic de l'edifici, s'obté mitjançant 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, complint amb els requisits imposats en el capítol 5 de CTE DB HE 1, amb l'objectiu de determinar el compliment de l'exigència bàsica de limitació de demanda energètica de CTE DB HE 1.

Es mostren aquí, a manera de resum, els resultats obtinguts en el càlcul de la demanda energètica de calefacció i refrigeració de cada zona habitable, al costat de la demanda total de l'edifici.



Zones habitables	$S_u$ (m <sup>2</sup> )	$D_{cal}$ (kWh/ /any)		$D_{ref}$ (kWh/ /any)	
		(kWh/ /any)	(kWh/ /any)	(kWh/ /any)	(kWh/ /any)
Habitatge unifamiliar	207.00	4426.0	21.4	1489.4	7.2
	207.00	4426.0	21.4	1489.4	7.2

on:

 $S_u$ : Superfície útil de la zona habitable, m<sup>2</sup>. $D_{cal}$ : Valor calculat de la demanda energètica de calefacció, kWh/(m<sup>2</sup>.any). $D_{ref}$ : Valor calculat de la demanda energètica de refrigeració, kWh/(m<sup>2</sup>.any).

### 2.2.2.- Demanda energètica d'ACS.

La demanda energètica corresponent als serveis d'aigua calenta sanitària de les zones habitables de l'edifici es determina conforme a les indicacions de l'apartat 4 de CTE DB HE 4 i el document de 'Condicions d'acceptació de programes alternatius a LIDER/CALENER', que remetent a la norma UNE 94002 per al càlcul de la demanda d'energia tèrmica diària d'ACS en funció del consum d'ACS diari per zona.

El salt tèrmic utilitzat en el càlcul de l'energia tèrmica necessària es realitza entre una temperatura de referència de 60°C, i la temperatura de l'aigua de xarxa en l'emplaçament de l'edifici projectat, de valors:

	Gen (°C)	Feb (°C)	Mar (°C)	Abr (°C)	Mai (°C)	Jun (°C)	Jul (°C)	Ag (°C)	Set (°C)	Oct (°C)	Nov (°C)	Des (°C)
Temperatura de l'aigua de xarxa	7.1	9.1	10.1	12.1	15.1	17.1	20.1	19.1	17.1	14.1	10.1	7.1

La demanda diària obtinguda es reparteix per hores, conforme al perfil a aquest efecte, publicat en el document citat anteriorment, per afegir-se al càlcul horari del consum energètic com a vector horari anual de demanda energètica d'ACS a satisfer, per a cada zona, mitjançant els sistemes tècnics disponibles a l'edifici.

Es mostren a continuació els resultats del càlcul de la demanda energètica d'ACS para cada zona habitable de l'edifici, juntament amb les demandes diàries, el percentatge de la demanda cobert per energia renovable, i el restant a satisfer mitjançant energies no renovables.

Zones habitables	$Q_{ACS}$ (l/dia)	$S_u$ (m <sup>2</sup> )	$D_{ACS}$ (kWh/ /any)		% <sub>AS</sub> (%)	$D_{ACS,nr}$ (kWh/ /any)	
			(kWh/ /any)	(kWh/ /any)		(kWh/ /any)	(kWh/ /any)
Habitatge unifamiliar	84.0	207.00	1666.2	8.0	40.0	999.7	4.8
	84.0	207.00	1666.2	8.0	40.0	999.7	4.8

on:

 $Q_{ACS}$ : Cabal diari demandat d'aigua calenta sanitària, l/dia. $S_u$ : Superfície útil de la zona habitable, m<sup>2</sup>. $D_{ACS}$ : Demanda energètica corresponent al servei d'aigua calenta sanitària, kWh/(m<sup>2</sup>.any).%<sub>AS</sub>: Percentatge cobert per energia solar de la demanda energètica d'aigua calenta sanitària, %. $D_{ACS,nr}$ : Demanda energètica d'ACS coberta per energies no renovables, kWh/(m<sup>2</sup>.any).

### 2.3.- Descripció dels sistemes d'aportació de l'edifici.

	Tipus	Energia	$Cap_{n,C}$ (kW)	$Cap_{n,R}$ (kW)	$S_u$ (m <sup>2</sup> )	$C_{ef}$ (kWh/ /any)	$C_{ef}$ (kWh/ /any)	$P_{mo}$ (W/m <sup>2</sup> )	REA	$K_e$	REA <sub>c</sub>
Sistema de referència											
Equip per a calefacció i ACS	C+ACS	Gas natural	∞	--	207.00	5897.5	28.5	3.3	0.92	1	0.92
Equip per a refrigeració	R	Electricitat	--	∞	207.00	744.7	3.6	6.6	2.00	3.1814	0.63
			∞	∞	207.00	6642.2	32.1		1.04		0.84

on:

Tipus: Serveis proveïts per l'equip tècnic (C=Calefacció, R=Refrigeració, ACS= Aigua calenta sanitària).

Energia: Vector energètic principal utilitzat per l'equip tècnic.

 $Cap_{n,C}$ : Capacitat calorífica nominal total de l'equip tècnic, kW. $Cap_{n,R}$ : Capacitat frigorífica nominal total de l'equip tècnic, kW. $S_u$ : Superfície útil habitable condicionada associada a l'equip tècnic, m<sup>2</sup>. $C_{ef}$ : Consum energètic total d'energia en punt de consum, kWh/(m<sup>2</sup>.any). $P_{mo}$ : Potència mitjana operacional de l'equip tècnic, W/m<sup>2</sup>.

REA: Rendiment estacional anual de l'equip tècnic.

 $K_e$ : Coeficient d'emissions del vector energètic.REA<sub>c</sub>: Rendiment estacional anual corregit de l'equip tècnic.



## 2.4.- Factors de conversió d'energia final a energia primària utilitzats.

Els factors de conversió d'energia primària procedent de fonts no renovables, per a cada vector energètic utilitzat a l'edifici, s'han obtingut del document 'Factores de emisión de CO2 y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector edificios en España', esborrany proposta de Document Reconegut publicat per l'IDAE amb data 3/03/2014, conforme a l'apartat 4.2 de CTE DB HE 0.

Vector energètic	$C_{ef,total}$		$f_{cep}$	$C_{ep,nr}$	
	(kWh /any)	(kWh/ (m <sup>2</sup> .a))		(kWh /any)	(kWh/ (m <sup>2</sup> .a))
Gas natural	5897.5	28.5	1.19	7018.0	33.9
Electricitat	744.7	3.6	1.954	1455.2	7.0

on:

- $C_{ef,total}$ : Consum energètic total d'energia en punt de consum, kWh/(m<sup>2</sup>.any).
- $f_{cep}$ : Factor de conversió d'energia final a energia primària procedent de fonts no renovables.
- $C_{ep,nr}$ : Consum energètic total d'energia primària d'origen no renovable, kWh/(m<sup>2</sup>.any).

## 2.5.- Procediment de càlcul del consum energètic.

El procediment de càlcul emprat té com a objectiu determinar el consum d'energia primària de l'edifici procedent de fonts d'energia no renovables. Per a això, es realitza una simulació anual per intervals horaris d'un model zonal de l'edifici, en la qual, hora a hora, es realitza el càlcul de la distribució de les demandes energètiques a satisfer a cada zona del model tèrmic, determinant, per a cada equip tècnic, el seu punt de treball, l'energia útil aportada, l'energia final consumida, i l'energia primària equivalent, desglossant el consum energètic per equip, sistema d'aportació i vector energètic utilitzat.

La metodologia compleix amb els requisits imposats en el capítol 5 de CTE DB HE 0, en considerar els següents aspectes:

- el disseny, emplaçament i orientació de l'edifici;
- la demanda energètica de calefacció i refrigeració calculada conforme als requisits establerts en CTE DB HE 1;
- la demanda energètica d'aigua calenta sanitària, calculada conforme als requisits establerts en CTE DB HE 4;
- el dimensionament i els rendiments operacionals dels equips tècnics de producció i aportació de calor, fred i ACS;
- la distinció dels diferents vectors energètics utilitzats a l'edifici, juntament amb els factors de conversió d'energia final a energia primària procedent de fonts no renovables;
- i la contribució d'energies renovables produïdes in situ o a les proximitats de la parcel·la de l'edifici.



1.- RESULTATS DEL CÀLCUL DE DEMANDA ENERGÈTICA.....	2
1.1.- Demanda energètica anual per superfície útil.....	2
1.2.- Resum del càlcul de la demanda energètica.....	2
1.3.- Resultats mensuals.....	2
1.3.1.- Balanç energètic anual de l'edifici.....	2
1.3.2.- Demanda energètica mensual de calefacció i refrigeració.....	4
1.3.3.- Evolució de la temperatura.....	5
2.- MODEL DE CÀLCUL DE L'EDIFICI .....	5
2.1.- Zonificació climàtica.....	5
2.2.- Zonificació de l'edifici, perfil d'ús i nivell de condicionament.....	5
2.2.1.- Agrupacions de recintes.....	5
2.2.2.- Perfils d'ús utilitzats.....	6
2.3.- Descripció geomètrica i constructiva del model de càlcul.....	6
2.3.1.- Composició constructiva. Elements constructius pesats.....	6
2.3.2.- Composició constructiva. Elements constructius lleugers.....	7
2.3.3.- Composició constructiva. Ponts tèrmics.....	8
2.4.- Procediment de càlcul de la demanda energètica.....	9



## 1.- RESULTATS DEL CÀLCUL DE DEMANDA ENERGÈTICA.

### 1.1.- Demanda energètica anual per superfície útil.

$$D_{\text{cal,edifici}} = 21.38 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{any}) \leq D_{\text{cal,lim}} = D_{\text{cal,base}} + F_{\text{cal,sup}}/S = 36.7 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{any})$$



on:

- $D_{\text{cal,edifici}}$ : 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), 27 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), 2000.
- $S$ : Superfície útil dels espais habitables de l'edifici, 207.00 m<sup>2</sup>.

$$D_{\text{ref,edifici}} = 7.20 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{any}) \leq D_{\text{ref,lim}} = 15.0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{any})$$



on:

- $D_{\text{ref,edifici}}$ : 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.- Resum del càlcul de la demanda energètica.

La següent taula és un resum dels resultats obtinguts en el càlcul de la demanda energètica de calefacció i refrigeració de cada zona habitable, al costat de la demanda total de l'edifici.

Zones habitables	$S_u$ (m <sup>2</sup> )	$D_{\text{cal}}$ (kWh /any)	$D_{\text{cal}}$ (kWh/ (m <sup>2</sup> ·a))	$D_{\text{cal,base}}$ (kWh (m <sup>2</sup> ·any))	$F_{\text{cal,sup}}$	$D_{\text{cal,lim}}$ (kWh (m <sup>2</sup> ·any))	$D_{\text{ref}}$ (kWh (m <sup>2</sup> ·a))	$D_{\text{ref,lim}}$ (kWh (m <sup>2</sup> ·any))
Habitatge unifamiliar	207.00	4426.0	21.4	27	2000	36.7	1489.4	7.2
	207.00	4426.0	21.4	27	2000	36.7	1489.4	7.2

on:

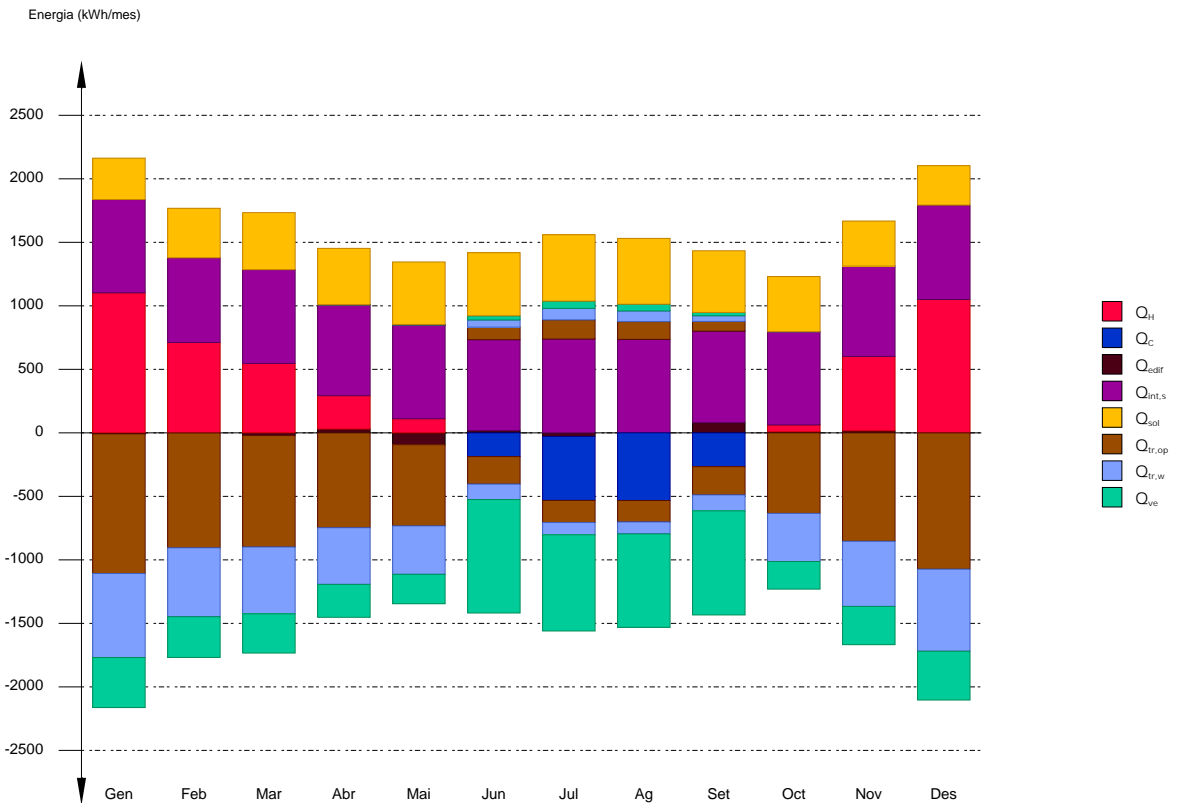
- $S_u$ : Superfície útil de la zona habitable, m<sup>2</sup>.
- $D_{\text{cal}}$ : Valor calculat de la demanda energètica de calefacció, kWh/(m<sup>2</sup>·any).
- $D_{\text{cal,base}}$ : Valor base de la demanda energètica de calefacció, per a la zona climàtica d'hivern corresponent a l'emplaçament de l'edifici (taula 2.1, CTE DB HE 1), 27 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), 2000.
- $D_{\text{cal,lim}}$ : Valor límit de la demanda energètica de calefacció, considerada la superfície útil dels espais habitables, kWh/(m<sup>2</sup>·any).
- $D_{\text{ref}}$ : 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).

### 1.3.- Resultats mensuals.

#### 1.3.1.- 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 ( $Q_{\text{C}}$ ).

Produït per una versió educativa de CYPR



Procediment de verificació de CYPE

En la següent taula es mostren els valors numèrics corresponents a la gràfica anterior del balanç energètic de l'edifici complet, com a sumatori de les energies involucrades al balanç energètic de cadascuna de les zones tèrmiques que conformen el model 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.

	Gen (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	Mai (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ag (kWh)	Set (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Des (kWh)	Any (kWh /any) (kWh/ (m <sup>2</sup> ·a))	
Balanç energètic anual de l'edifici.														
$Q_{tr,op}$	--	--	--	0.1	4.1	98.4	151.2	140.2	76.5	0.1	--	--	-7139.0	-34.5
$Q_{tr,w}$	-1099.2	-903.7	-877.6	-746.6	-638.9	-216.8	-173.8	-168.7	-222.4	-634.4	-854.0	-1073.2	-4254.7	-20.6
$Q_{ve}$	--	--	--	0.0	2.2	56.6	90.0	83.7	44.7	0.0	--	--	-5453.7	-26.3
$Q_{int,s}$	737.3	669.4	741.7	719.1	737.3	719.1	741.7	737.3	723.5	737.3	714.6	746.2	8689.1	42.0
$Q_{sol}$	-3.0	-2.7	-3.0	-2.9	-3.0	-2.9	-3.0	-3.0	-2.9	-3.0	-2.9	-3.0	5221.7	25.2
$Q_{edif}$	328.5	392.8	452.3	446.7	496.6	500.6	526.9	522.5	489.6	437.4	357.3	313.2	--	--
$Q_H$	-8.0	-1.2	-21.1	28.9	-93.3	17.6	-28.3	1.6	80.2	7.8	16.0	-0.3	--	--
$Q_C$	1102.6	711.8	546.4	264.1	111.2	--	--	--	--	54.5	585.4	1049.8	4426.0	21.4
$Q_{HC}$	--	--	--	--	--	-186.8	-503.8	-532.8	-266.0	--	--	--	-1489.4	-7.2
$Q_{HC}$	1102.6	711.8	546.4	264.1	111.2	186.8	503.8	532.8	266.0	54.5	585.4	1049.8	5915.4	28.6

on:

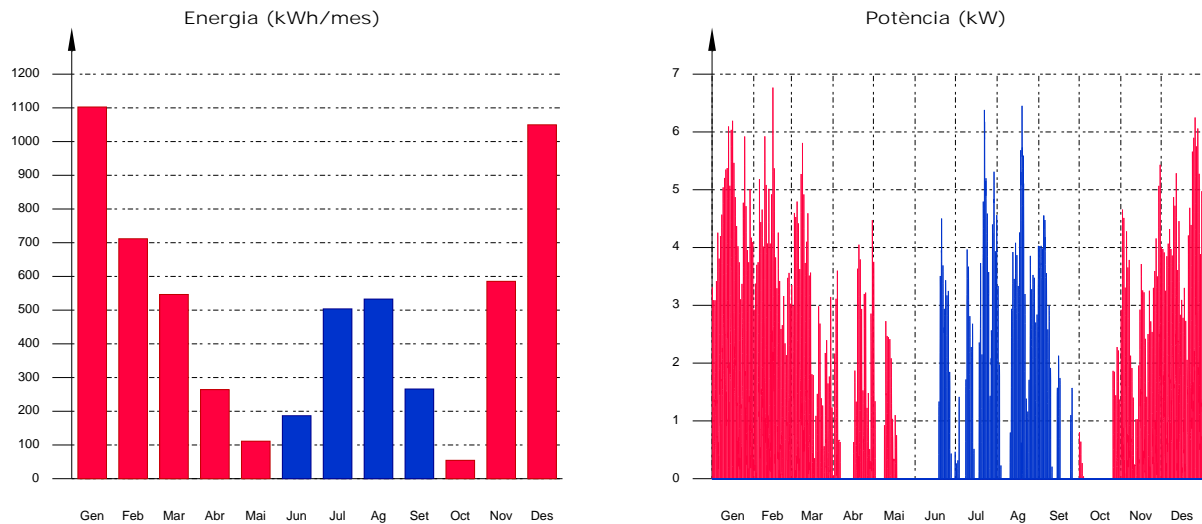
- $Q_{tr,op}$ : Transferència de calor corresponent a la transmissió tèrmica a través d'elements pesats en contacte amb l'exterior, kWh/(m<sup>2</sup>·any).
- $Q_{tr,w}$ : Transferència de calor corresponent a la transmissió tèrmica a través d'elements lleugers en contacte amb l'exterior, kWh/(m<sup>2</sup>·any).
- $Q_{ve}$ : Transferència de calor corresponent a la transmissió tèrmica per ventilació, kWh/(m<sup>2</sup>·any).
- $Q_{int,s}$ : Transferència de calor corresponent al guany de calor intern sensible, kWh/(m<sup>2</sup>·any).
- $Q_{sol}$ : Transferència de calor corresponent al guany de calor solar, kWh/(m<sup>2</sup>·any).
- $Q_{edif}$ : Transferència de calor corresponent a l'emmagatzematge o cessió de calor per part de la massa tèrmica de l'edifici, kWh/(m<sup>2</sup>·any).



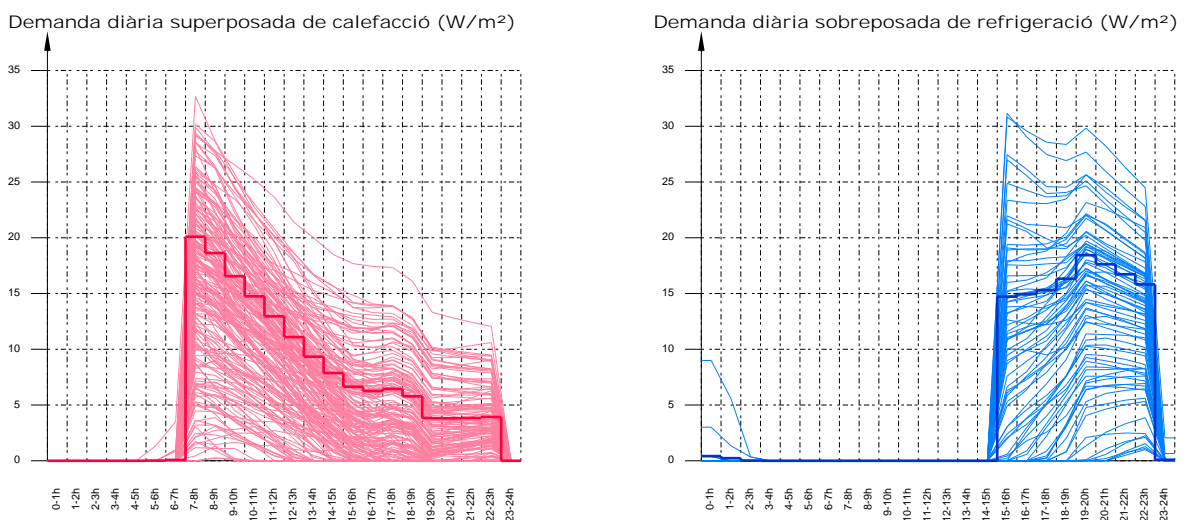
- $Q_{H}$ : Energia aportada de calefacció, kWh/(m<sup>2</sup>·any).  
 $Q_{C}$ : Energia aportada de refrigeració, kWh/(m<sup>2</sup>·any).  
 $Q_{HC}$ : Energia aportada de calefacció i refrigeració, kWh/(m<sup>2</sup>·any).

### 1.3.2.- 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:



A continuació, en els gràfics següents, es mostren les potències útils instantànies per superfície condicionada d'aportació de calefacció i refrigeració per a cadascun dels dies de la simulació en els que es necessita aportació energètica per mantenir les condicions interiors imposades, mostrant cadascun d'aquests dies de forma sobreposada en una gràfica diària en horari legal, al costat d'una corba típica obtinguda mitjançant la ponderació de l'energia aportada per dia actiu, per a cada dia de càlcul:



La informació gràfica anterior es resumeix en la següent taula de resultats estadístics de l'aportació energètica de calefacció i refrigeració:

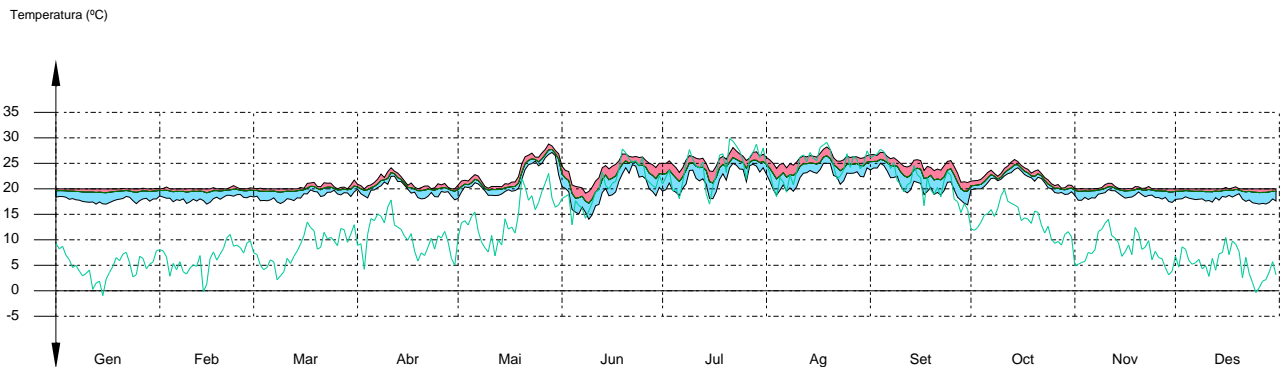
	Nº activ.	Nº dies actius (d)	Nº hores actives (h)	Nº hores per activ. (h)	Potència típica (W/m <sup>2</sup> )	Demanda típica per dia actiu (kWh/m <sup>2</sup> )
Calefacció	204	194	2495	12	8.57	0.1102
Refrigeració	77	75	548	7	13.13	0.0959



### 1.3.3.- Evolució de la temperatura.

L'evolució de la temperatura interior es mostra en la següent gràfica, que mostra l'evolució de les temperatures mínima, màxima i mitjana de cada dia de càlcul, juntament amb la temperatura mitjana diària:

Habitatge unifamiliar



## 2.- MODEL DE CàLCUL DE L'EDIFICI.

### 2.1.- Zonificació climàtica

L'edifici objecte del projecte se situa en el municipi de Alcarràs (província de Lleida), amb una altura sobre el nivell del mar de 137 m. Li correspon, conforme a l'Apèndix B de CTE DB HE 1, la zona climàtica D3. 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>	ren <sub>h</sub> (1/h)	SQ <sub>ocup.s</sub> (kWh /any)	SQ <sub>equip</sub> (kWh /any)	SQ <sub>il·l</sub> (kWh /any)	T <sup>o</sup> calef. mitja (°C)	T <sup>o</sup> refrig. mitja (°C)
Habitatge unifamiliar (Zona habitable, Perfil: Residencial)									
Instal·lacions	8.79	21.48	1.00	0.17	116.4	127.1	127.1	19.0	26.0
Cuina	14.87	36.35	1.00	0.17	196.9	215.0	215.0	19.0	26.0
Sala-Menjador	58.65	142.86	1.00	0.17	776.4	847.7	847.7	19.0	26.0
Rebost	6.54	15.93	1.00	0.17	86.6	94.5	94.5	19.0	26.0
Bany	7.33	17.90	1.00	0.17	97.0	105.9	105.9	19.0	26.0
Distribuidor	7.29	17.77	1.00	0.17	96.5	105.4	105.4	19.0	26.0
Dormitori 1	30.91	103.11	1.00	0.17	409.2	446.8	446.8	19.0	26.0
Dormitori 2	18.62	62.11	1.00	0.17	246.5	269.1	269.1	19.0	26.0
Distribuidor	39.27	131.00	1.00	0.17	519.9	567.6	567.6	19.0	26.0
Bany	14.73	49.25	1.00	0.17	195.0	212.9	212.9	19.0	26.0
	207.00	597.75	1.00	0.17/0.605 <sup>**</sup> /4 <sup>**</sup>	2740.3	2992.0	2992.0	19.0	26.0

on:

S: Superfície útil interior del recinte, m<sup>2</sup>.

V: Volum interior net del recinte, m<sup>3</sup>.

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  $b_{ve} = (1 - f_{ve,frac} \cdot h_{hru})$ , on  $h_{hru}$  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.

ren<sub>h</sub>: Nombre de renovacions per hora de l'aire del recinte.



- \*: Valor mitjà del nombre de renovacions hora de l'aire de la zona habitable, incloent les infiltracions calculades i els períodes de 'free cooling'.
- \*\* : Valor nominal del nombre de renovacions hora de l'aire de la zona habitable en règim de 'free cooling' (ventilació natural nocturna en les nits d'estiu).
- $Q_{\text{ocup,s}}$ : 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, kWh/any.
- $Q_{\text{equip}}$ : 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, kWh/any.
- $Q_{\text{il}}$ : 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, kWh/any.
- $T^{\circ}$  calef. mitja: Valor mitjà en els intervals d'operació de la temperatura de consigna de calefacció, °C.
- $T^{\circ}$  refrig. mitja: Valor mitjà en els intervals d'operació de la temperatura de consigna de refrigeració, °C.

### 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:

		Distribució horària																								
		1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h	
Perfil: Residencial (ús residencial)																										
Temp. Consigna Alta (°C)																										
Gener a Maig		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Juny a Setembre		27	27	27	27	27	27	27	-	-	-	-	-	-	-	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	27
Octubre a Desembre		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temp. Consigna Baixa (°C)																										
Gener a Maig		17	17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17
Juny a Setembre		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Octubre a Desembre		17	17	17	17	17	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	17
Ocupació sensible (W/m <sup>2</sup> )																										
Laboral		2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	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	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
Ocupació latent (W/m <sup>2</sup> )																										
Laboral		1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	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	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
Il·luminació (W/m <sup>2</sup> )																										
Laboral, Dissabte i Festiu		.44	.44	.44	.44	.44	.44	.44	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	4.40	4.40	2.2	
Equips (W/m <sup>2</sup> )																										
Laboral, Dissabte i Festiu		.44	.44	.44	.44	.44	.44	.44	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	2.20	4.40	4.40	4.40	2.2	
Ventilació estiu																										
Laboral, Dissabte i Festiu		4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ventilació hivern																										
Laboral, Dissabte i Festiu		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

on:

- \*: Nombre de renovacions corresponent al mínim exigint per CTE DB HS 3.

## 2.3.- Descripció geomètrica i constructiva del model de càlcul.

### 2.3.1.- Composició constructiva. Elements constructius pesats.

La transmissió de calor a l'exterior a través dels elements constructius pesats que formen l'envolupant tèrmica de les zones habitables de l'edifici (-19.1 kWh/(m<sup>2</sup>·any)) suposa el 34.7% de la transmissió tèrmica total a través d'aquesta envolupant (-55.0 kWh/(m<sup>2</sup>·any)).





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,o</sub>	âQ <sub>sol</sub> (kWh /any)	
Habitatge unifamiliar										
Façana convencional	11.59	63.89	0.20	-159.4	0.6	V	NO(-48.54)	0.99	21.9	
Envans	156.33	18.06								
Envans	50.12	53.78								
Forjat PB convencional	31.00	107.25	0.13	-266.5						
Forjat P1 convencional	63.55	110.31								
Façana convencional	5.42	63.89	0.20	-74.6	0.6	V	NO(-48.75)	0.98	10.2	
Façana convencional	27.40	63.89	0.20	-376.9	0.6	V	NE(41.46)	0.99	45.5	
Forjat P1 convencional	14.73	113.87								
Façana convencional	12.59	63.89	0.20	-173.1	0.6	V	SO(-138.56)	0.98	53.0	
Façana convencional	9.64	63.89	0.20	-132.7	0.6	V	SE(131.49)	0.72	29.1	
Forjat PB convencional	72.48	65.37	0.13	-623.3						
Envans	50.12	19.34								
Façana convencional	1.31	63.89	0.20	-18.1	0.6	V	NO(-48.54)	1.00	2.5	
Façana convencional	12.09	63.89	0.20	-166.3	0.6	V	SO(-138.56)	0.98	50.8	
Façana convencional	13.18	63.89	0.20	-181.3	0.6	V	NO(-48.54)	0.82	20.6	
Façana convencional	7.54	63.89	0.20	-103.8	0.6	V	NO(-48.54)	0.80	11.6	
Façana convencional	11.76	63.89	0.20	-161.7	0.6	V	SO(-138.56)	0.65	32.7	
Forjat P1 convencional	63.55	63.82								
Coberta zenc (Forjat teulada convencional)	103.53	105.48	0.05	-356.1	0.6	H		1.00	142.1	
Façana convencional	37.14	63.89	0.20	-511.0	0.6	V	NE(41.46)	0.89	55.3	
Façana convencional	10.59	63.89	0.20	-145.6	0.6	V	SE(131.49)	0.37	16.3	
Façana convencional	17.25	63.89	0.20	-237.3	0.6	V	SO(-138.56)	0.65	48.0	
Façana convencional	10.32	63.89	0.20	-142.0	0.6	V	SE(131.49)	0.35	15.3	
Façana convencional	9.15	63.89	0.20	-125.9	0.6	V	NO(-48.75)	0.87	15.2	
Forjat P1 convencional	14.73	111.94								
				-3955.6					570.2	

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 amb l'ambient exterior, a través de l'element, al llarg de l'any.

a: Coeficient d'absorció solar (absortivitat) de la superfície opaca.

I.: Inclinació de la superfície (elevació).

O.: Orientació de la superfície (azimut respecte al nord).

F<sub>sh,o</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.

### 2.3.2.- Composició constructiva. Elements constructius lleugers.

La transmissió de calor a l'exterior a través dels elements constructius lleugers que formen l'envolupant tèrmica de les zones habitables de l'edifici (-20.6 kWh/(m<sup>2</sup>·any)) suposa el 37.3% de la transmissió tèrmica total a través d'aquesta envolupant (-55.0 kWh/(m<sup>2</sup>·any)).

Tipus	S (m <sup>2</sup> )	U <sub>a</sub> (W/ (m <sup>2</sup> ·K))	F <sub>F</sub> (%)	U <sub>t</sub> (W/ (m <sup>2</sup> ·K))	âQ <sub>tr</sub> (kWh /any)	g <sub>gl</sub>	a	I. (°)	O. (°)	F <sub>sh,gl</sub>	F <sub>sh,o</sub>	âQ <sub>sol</sub> (kWh /any)
Habitatge unifamiliar												
Doble envitriament LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 8/20/6 Templa.lite Azur.lite color blau	1.90	1.40	0.37	2.20	-217.5	0.39	0.4	V	NO(-48.75)	1.00	0.99	286.0



Tipus	S (m <sup>2</sup> )	U <sub>g</sub> (W/ (m <sup>2</sup> ·K))	F <sub>F</sub> (%)	U <sub>f</sub> (W/ (m <sup>2</sup> ·K))	âQ <sub>tr</sub> (kWh /any)	g <sub>gl</sub>	a	I. (°)	O. (°)	F <sub>sh,gl</sub>	F <sub>sh,o</sub>	âQ <sub>sol</sub> (kWh /any)
Doble envidriament LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 8/20/6 Templa.lite Azur.lite color blau	2.64	1.40	0.26	2.20	-286.4	0.39	0.4	V	SO(-138.56)	0.58	0.84	420.1
Doble envidriament LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 8/20/6 Templa.lite Azur.lite color blau	6.60	1.40	0.20	2.20	-694.7	0.39	0.4	V	SE(131.49)	0.37	0.67	573.7
Doble envidriament LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 8/20/6 Templa.lite Azur.lite color blau	6.60	1.40	0.20	2.20	-694.7	0.39	0.4	V	SE(131.49)	0.37	0.66	564.0
Porta exterior	2.27		1.00	2.00	-306.7		0.6	V	NO(-48.54)	0.00	1.00	43.4
Doble envidriament LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 8/20/6 Templa.lite Azur.lite color blau	4.80	1.40	0.23	2.20	-514.5	0.39	0.4	V	SO(-138.56)	0.81	0.69	902.2
Doble envidriament LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 8/20/6 Templa.lite Azur.lite color blau	4.80	1.40	0.23	2.20	-514.5	0.39	0.4	V	SE(131.49)	0.71	0.46	519.8
Doble envidriament LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 8/20/6 Templa.lite Azur.lite color blau	3.60	1.40	0.21	2.20	-381.5	0.39	0.4	V	SO(-138.56)	0.81	0.69	694.0
Doble envidriament LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 8/20/6 Templa.lite Azur.lite color blau	5.28	1.40	0.17	2.20	-549.1	0.39	0.4	V	SE(131.49)	0.71	0.45	589.5
Doble envidriament LOW.S "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", LOW.S 8/20/6 Templa.lite Azur.lite color blau	0.80	1.40	0.45	2.20	-95.1	0.39	0.4	V	NO(-48.75)	1.00	0.95	101.5
					-4254.7							4694.1

S: Superfície de l'element.

U<sub>g</sub>: Transmissió tèrmica de la part translúcida.

F<sub>F</sub>: Fracció de part opaca de l'element lleuger.

U<sub>f</sub>: Transmissió tèrmica de la part opaca.

Q<sub>tr</sub>: Calor intercanviada amb l'ambient exterior, a través de 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,gl</sub>: Valor mitjà anual del factor reductor d'ombrejament per a dispositius d'ombra mòbils.

F<sub>sh,o</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.

### 2.3.3.- Composició constructiva. Ponts tèrmics.

La transmissió de calor a través dels ponts tèrmics inclosos en l'envolupant tèrmica de les zones habitables de l'edifici (-15.4 kWh/(m<sup>2</sup>·any)) suposa el 27.9% de la transmissió tèrmica total a través d'aquesta envolupant (-55.0 kWh/(m<sup>2</sup>·any)).

Prenent com a referència únicament la transmissió tèrmica a través dels elements pesats i ponts tèrmics de l'envolupant habitable de l'edifici (-34.5 kWh/(m<sup>2</sup>·any)), el percentatge a causa dels ponts tèrmics és el 44.6%.

Tipus	L (m)	γ (W/(m·K))	âQ <sub>tr</sub> (kWh /any)
Habitatge unifamiliar			
Front de forjat	12.71	0.347	-303.4
Front de forjat	48.00	0.345	-1138.4
Cantonada sortint	23.10	0.037	-58.3
Front de forjat	15.86	0.345	-376.1
Front de forjat	28.32	0.347	-676.1
Coberta plana	40.82	0.225	-631.1
			-3183.3

on:

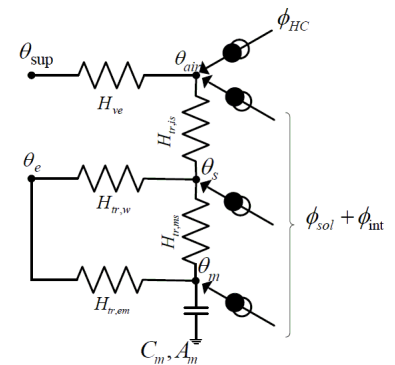
L: Longitud del pont tèrmic lineal.



- y: Transmissió tèrmica lineal del pont tèrmic.
- n: Nombre de ponts tèrmics puntuals.
- X: Transmissió tèrmica puntual del pont tèrmic.
- $Q_{tr}$ : Calor intercanviada en el pont tèrmic 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.



## ANNEX 3: CÀLCUL DE LA INSTAL·LACIÓ D'AIGUA CALENTA SANITÀRIA

Es procedeix al càlcul de la instal·lació d'aigua calenta segons el DB-HE4.

Primer cal determinar la demanda diària d'ACS en l'habitatge:

Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C<sup>(1)</sup>

Criterio de demanda	Litros/día·unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Considerant que el nombre de persones en la casa serà de **3 persones**:

Tabla 4.2. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥6
Número de Personas	1,5	3	4	5	6	6	7

Procedim a calcular la demanda:

$$D_d = D_{dp} \times P \rightarrow D_d = 28 \times 3 = \mathbf{84 \text{ L/dia}}$$



Per a conèixer la contribució solar mínima anual per ACS, haurem de conèixer la zona climàtica de l'edifici. Al tractar-se de Lleida ens trobem en la zona D3. Per tant:

Tabla 2.1. Contribución solar mínima anual para ACS en %.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
> 10.000	30	50	60	70	70

La contribució solar mínima serà del 40%. En el nostre cas, la producció d'ACS serà el 100% amb contribució solar, ja que es vol cobrir tota la demanda.

Procedim a calcular el volum d'energia que necessitem. Ho farem calculant la demanda anual d'ACS que considerarem estable durant tot l'any:

$$D_a = D_d \times 365 \text{ dies} \rightarrow D_a = 84 \times 365 = \mathbf{30660 \text{ L/any}}$$

La demanda energètica ve determinada en funció del consum d'aigua i del salt tèrmic entre la temperatura de la xarxa i la de consum. Calculem:

$$E_{ACS} = D_a \times \Delta T \times C_e \times \delta \rightarrow E_{ACS} = 30660 \times 44,99 \times 0,001163 \times 1 = \mathbf{1604,23 \text{ kWh/any}}$$

$$\Delta T = T_{ACS} - T_{xarxa} \rightarrow \Delta T = 60 - 15,01 = 44,99 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{xarxa} = T_{capital} - (0,00495 \times \Delta h) \rightarrow T_{xarxa} = 15,2 - (0,00495 \times (169-131)) = 15,01 \text{ }^\circ\text{C}$$

La demanda anual que s'haurà de cobrir amb energia solar serà:

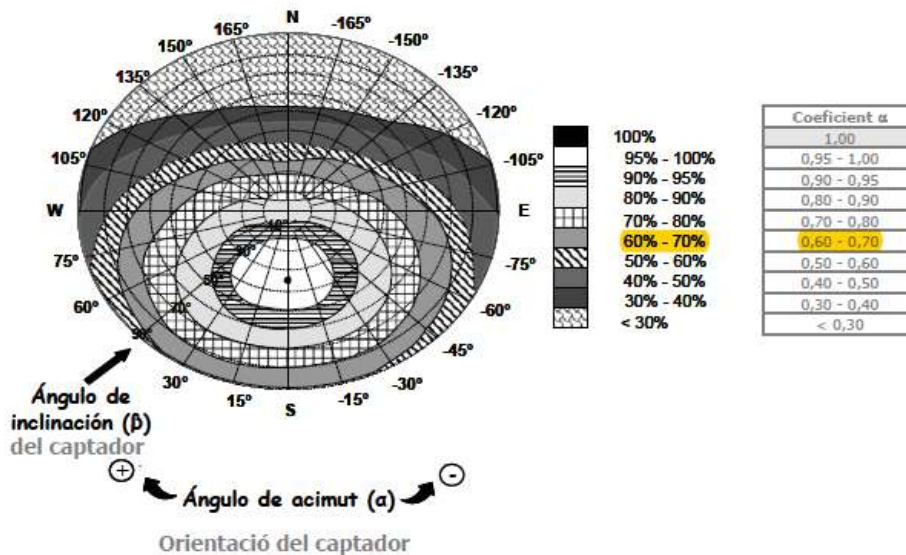
$$E_{ACS \text{ solar}} = E_{ACS} \times CS \rightarrow E_{ACS \text{ solar}} = 1604,23 \times 1 = \mathbf{1604,23 \text{ kWh/any}}$$

Per a la producció d'aquesta energia l'àrea de captadors necessària serà:

$$A_{captadors} = E_{ACS \text{ solar}} / I \times \alpha \times \delta \times r \rightarrow A_{captadors} = 1604,23 / (2817,8 \times 0,7 \times 1 \times 0,4) = 1604,23 / 788,99 = \mathbf{2,03 \text{ m}^2}$$



$$I = 7,72 \times 365 = 2817,80 \text{ kWh/m}^2\text{any}$$



Segons l'orientació Sud-Est de les plaques i la inclinació de 90° a la que es col·locaran, ja que es situaran en la façana, en la barana del porxo. El coeficient serà  $\alpha = 0,70$

Per tant, es necessita 2,03 m<sup>2</sup> d'àrea de captació solar per aconseguir l'energia solar necessària per a generació d'ACS. Com que la mida estàndard de les plaques es troba al voltant dels 2m<sup>2</sup>, es necessitarà **una placa**.

Per últim, calculem el volum necessari d'acumulació d'ACS, considerant que el volum acumulat per m<sup>2</sup> de captador és d'entre 50 i 85 L/m<sup>2</sup> segons el CTE.





Caldrà que el volum d'acumulació d'aigua escalfada garanteixi:

$$50 < V/A < 180 \rightarrow A \times 50 = 2 \times 50 = 100 \text{ L}$$

$$A \times 180 = 2 \times 180 = 360 \text{ L}$$

Per tant l'acumulador haurà de ser d'entre 100 i 360L. Com que el nivell de radiació a la zona de Lleida és elevada el dipòsit serà de **300L**.

## ANNEX 4: CÀLCUL DE L'ESTRUCTURA

A continuació es calcularan el forjat de planta primera i el forjat mixt que actua com a coberta del porxo.

### 1.1 Forjat planta primera

[DB-SE-M, Annex E, Pàg. 116]

Valors de les propietats associades a cada classe resistent de la fusta laminada:

Classe GL24h : Flexió  $\rightarrow f_{m,g,k} = 24 \text{ N/mm}^2$

Compressió  $\rightarrow f_{c,90,g,k} = 2,7 \text{ N/mm}^2$

Tallant  $\rightarrow f_{v,g,k} = 2,7 \text{ N/mm}^2$

Rigidesa  $\rightarrow E_{0,g,mig} = 11,6 \text{ kN/mm}^2 = 11600 \text{ N/mm}^2$

Densitat  $\rightarrow \delta = 380 \text{ kg/m}^3$

Tabla E.3 Madera laminada encolada homogénea. Valores de las propiedades asociadas a cada Clase Resistente

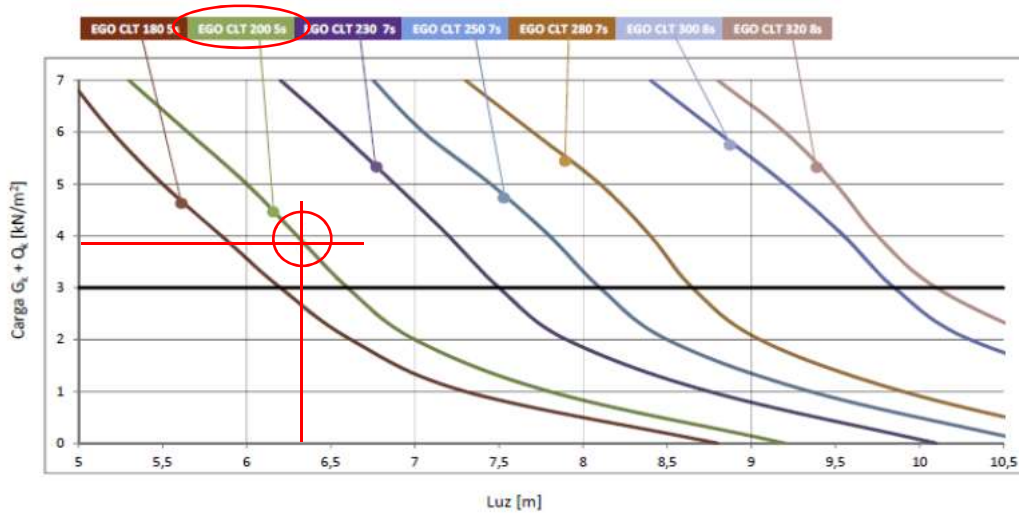
Propiedades		Clase Resistente			
		GL24h	GL28h	GL32h	GL36h
<b>Resistencia (característica), en N/mm<sup>2</sup></b>					
- Flexión	$f_{m,g,k}$	24	28	32	36
- Tracción paralela	$f_{t,0,g,k}$	16,5	19,5	22,5	26
- Tracción perpendicular	$f_{t,90,g,k}$	0,4	0,45	0,5	0,6
- Compresión paralela	$f_{c,0,g,k}$	24	26,5	29	31
- Compresión perpendicular	$f_{c,90,g,k}$	2,7	3,0	3,3	3,6
- Cortante	$f_{v,g,k}$	2,7	3,2	3,8	4,3
<b>Rigidez, en kN/mm<sup>2</sup></b>					
- Módulo de elasticidad paralelo medio	$E_{0,g,medio}$	11,6	12,6	13,7	14,7
- Módulo de elasticidad paralelo 5 <sup>o</sup> -percentil	$E_{0,g,k}$	9,4	10,2	11,1	11,9
- Módulo de elasticidad perpendicular medio	$E_{90,g,medio}$	0,39	0,42	0,46	0,49
- Módulo transversal medio	$G_{g,medio}$	0,72	0,78	0,85	0,91
<b>Densidad, en kg/m<sup>3</sup></b>					
Densidad característica	$\rho_{g,k}$	380	410	430	450

#### a. Llums de biga contínua

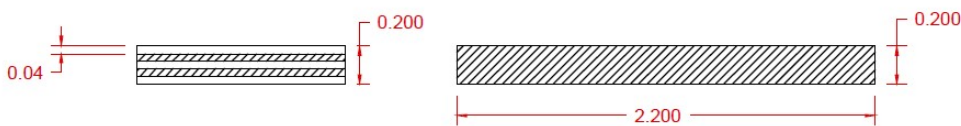


- Càrregues permanents  $\rightarrow G_k = 0,8 \text{ kN/m}^2$  (paviment) +  $1 \text{ kN/m}^2$  (envans) =  $1,8 \text{ kN/m}^2$
- Càrregues variables  $\rightarrow Q_k = 2 \text{ kN/m}^2$  (ús)
- Càrregues totals  $\rightarrow G_k + Q_k = 1,8 + 2 = 3,8 \text{ kN/m}^2$

Per predimensionar el cantell del forjat, s'ha treballat amb el catàleg de l'empresa Egoín. Aquest catàleg, amb una càrrega al votant de  $4\text{kN/m}^2$  i biga bi-recolzada de  $6,3\text{m}$  de llum, recomana que el seu cantell sigui de  $20\text{cm}$  amb 5 gruixos de taula a  $40\text{mm}$  de gruix per taula.



Tot i que en el nostre cas la biga es contínua i podria reduir-se el seu cantell, s'ha decidit mantenir-lo de  $20\text{cm}$ .



### b. Baixada de càrregues

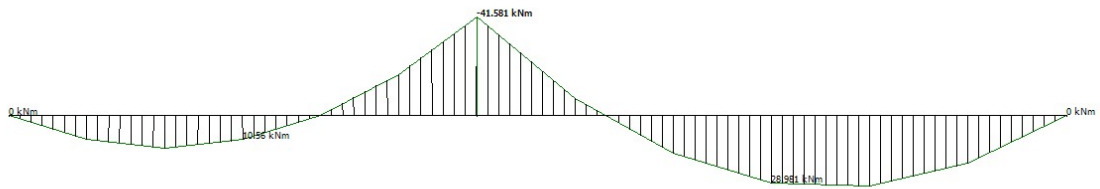
- Densitat fusta =  $360\text{ kg/m}^3 = 3,60\text{ kN/m}^3 \times 2,2 \times 0,2 = 1,67\text{ kN/m}$
  - $G_k = 1,80\text{ kN/m}^2 \times 2,20 = 3,96\text{ kN/m}$
  - $Q_k = 2\text{ kN/m}^2 \times 2,20 = 4,40\text{ kN/m}$
  - $C_1 = 1 \times (G_k + P_{\text{propi}}) + 1 \times Q_k$
  - $C_2 = 1,35 \times (G_k + P_{\text{propi}}) + 1,5 \times Q_k$
- } Combinatòria de càrregues



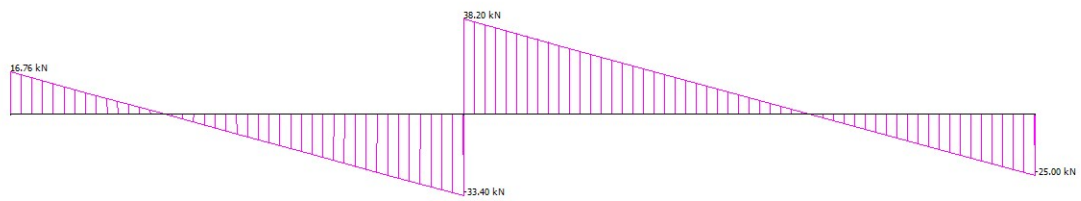
---

**C-1 [E.L.S]**

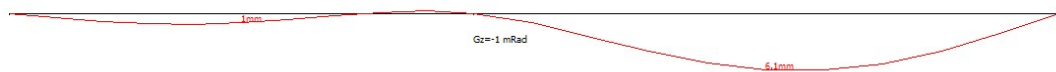
---



*Diagrama de moments*



*Diagrama de tallants*



*Deformació*

---



C-2 [E.L.U]

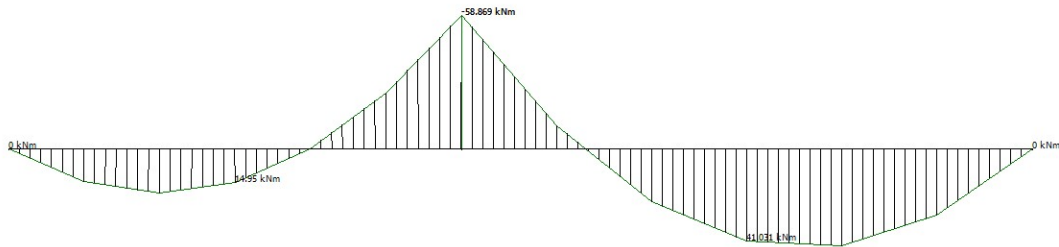


Diagrama de moments

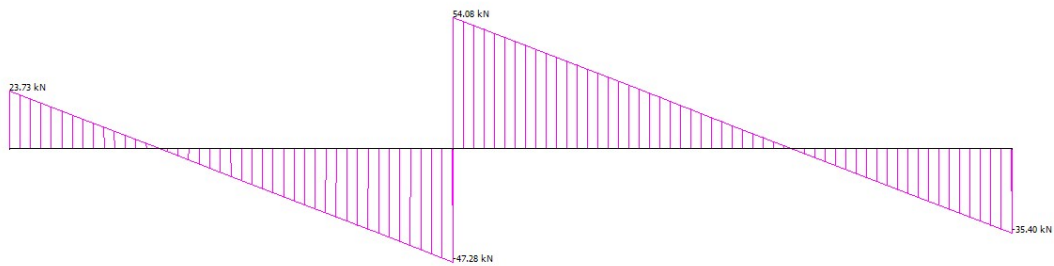


Diagrama de tallants

c. Resistència de càlcul a la fusta [DB-SE-M, 2.2.3.]

$$X_d = k_{mod} \times (\lambda / \gamma_M)$$

Tabla 2.4 Valores del factor  $k_{mod}$

Material	Norma	Clase de servicio	Clase de duración de la carga				
			Permanente	Larga	Media	Corta	Instantánea
Madera maciza	UNE-EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Madera laminada encolada	UNE-EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90

$k_{mod} \rightarrow$  Classe de servei 1 + duració càrrega mitja [Taula 2.4]  $\rightarrow k_{mod} = 0,80$

Tabla 2.3 Coeficientes parciales de seguridad para el material,  $\gamma_M$ .

Situaciones persistentes y transitorias:	
- Madera maciza	1,30
- Madera laminada encolada	1,25
- Madera microlaminada, tablero contrachapado, tablero de virutas orientadas	1,20
- Tablero de particulas y tableros de fibras (duros, medios, densidad media, blandos)	1,30
- Uniones	1,30
- Placas clavo	1,25
Situaciones extraordinarias:	
	1,0

$$\gamma_M = 1,25 \text{ [Taula 2.3. Coeficients parcials de seguretat]}$$

Valors de càlcul de la fusta laminada encolada:

- Flexió  $\rightarrow f_{m,d} = 0,80 \times (24 / 1,25) = 15,36 \text{ kN/mm}^2$
- Tallant  $\rightarrow f_{v,d} = 0,80 \times (2,7 / 1,25) = 1,73 \text{ kN/mm}^2$

**d. Flexió simple** [DB-SE-M, 6.1.6.]

$$\text{Flexió simple} \rightarrow \sigma = M / w = (58,87 \times 10^6) / 14666666,7 = 4,01 \text{ N/mm}^2$$

- Moment últim = 58,87 kNm = 58,87 x 10<sup>6</sup> Nmm (majorat)
- Moment d'inèrcia de la secció  $\rightarrow I_{xx} = (2200 \times 200^3) / 12 = 1466666667 \text{ mm}^4$
- Moment resistent de la secció =  $I_{xx} / 100 = 1466666667 / 100 = 14666666,7 \text{ mm}^3$

$$\text{Cal que } \sigma < f_{m,d} = 4,01 \text{ N/mm}^2 < 15,36 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{COMPLEIX}$$

**e. Tallant** [DB-SE-M, 6.1.8.]

$$\text{Tallant} \rightarrow \tau_d = 1,5 \times (V_{\max,d} / (b \times h)) = 1,5 \times ((54,08 \times 10^3) / (2200 \times 200)) = 0,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Cal que } \tau_d \leq f_{v,d} \rightarrow 0,2 \text{ N/mm}^2 < 1,73 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{COMPLEIX}$$

**f. Fletxes**

**i. Deformació diferida** [DB-SE-M, 7.1.]

Segons el DB-SE-M es considera l'efecte de la fluència incrementant les deformacions inicials, en el cas que s'està treballant amb models de materials lineals mitjançant el factor  $v_{\text{def}}$ .





És a dir:

- $W_{\text{final}} = W_{\text{inicial}} (1 + k_{\text{def}})$
- $\delta_{\text{dif}} = \delta_{\text{inicial}} \times \Psi_2 \times k_{\text{def}}$ 
  - $k_{\text{def}} \rightarrow$  Factor de fluència que té en compte l'existència de càrregues permanents i el contingut d'humitat de la fusta  $\rightarrow$  Classe servei 1  $\rightarrow k_{\text{def}} = 0,60$  [Taula 7.1.]
  - $\Psi_2 \rightarrow$  Coeficient de simultaneïtat per càrregues permanents  $\rightarrow \Psi_2 = 1$  [Taula 4.2.]
  - $\delta_{\text{inicial}} \rightarrow$  Fletxa elàstica

Farem 3 combinatòries de càrregues per comprovar l'aptitud al servei: [DB-SE 4.3.]

- Tindrem en compte que la limitació per a cada cas serà:

#### 4.3.3.1 Flechas

- 1 Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, la flecha relativa es menor que:
  - a) 1/500 en pisos con tabiques frágiles (como los de gran formato, rasillones, o placas) o pavimentos rígidos sin juntas;
  - b) 1/400 en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas;
  - c) 1/300 en el resto de los casos.
- 2 Cuando se considere el confort de los usuarios, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando solamente las acciones de corta duración, la flecha relativa, es menor que 1/350.
- 3 Cuando se considere la apariencia de la obra, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones casi permanente, la flecha relativa es menor que 1/300.

##### a. Integritat dels elements constructius:

$$\Sigma G_{k,j} + Q_{k,1} + \Sigma \Psi_{0,i} + Q_{k,i}$$

- Limitació =  $L / 300 = 6300 / 300 = 21\text{mm}$
- $\delta_{\text{integritat}} = (\text{fletxa}_{\text{càrregues permanents}} + \text{pes propi} \times k_{\text{def}}) + \text{fletxa}_{\text{ús}} \times (1 + 0,60) = 2,04 + 2,7 + 1,62 = 6,36 \text{ mm}$

Cal que: Limitació >  $\delta_{\text{integritat}} \rightarrow 21\text{mm} > 6,36\text{mm} \rightarrow$  **COMPLEIX**

##### b. Confort dels usuaris:

$$\Sigma G_{k,j} + Q_{k,1} + \Sigma \Psi_{0,i} + Q_{k,i}$$

- Limitació =  $L / 350 = 6300 / 350 = 18\text{mm}$
- $\delta_{\text{confort}} = 3,4 + 1 \times 2,7 = 6,1 \text{ mm}$

Cal que: Limitació >  $\delta_{\text{confort}} \rightarrow 18\text{mm} > 6,1\text{mm} \rightarrow$  **COMPLEIX**



**c. Aparença de l'obra:**

$$\Sigma G_{k,j} + \Sigma \Psi_{2,i} + Q_{k,i}$$

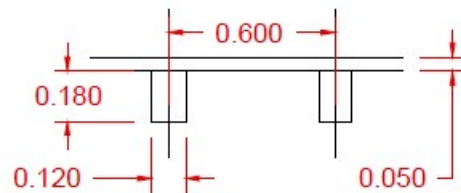
- Limitació =  $L / 300 = 6300 / 300 = 21\text{mm}$
- $\delta_{\text{aparença}} = 3,4 \times (1 + 0,60) + 0,6 \times 2,7 \times (1 + 0,60) = 8,04\text{mm}$

Cal que: Limitació >  $\delta_{\text{aparença}} \rightarrow 21\text{mm} > 8,04\text{mm} \rightarrow$  **COMPLEIX**



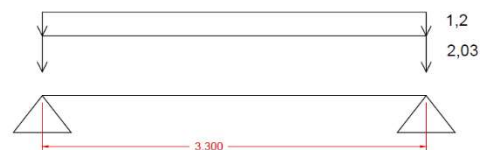
## 1.2 Forjat mixt (fusta-formigó) per terrassa

- Bigueta de fusta laminada GL24h / Ha25MPa
- Intereix a 60cm
- Secció bigueta 120 x 180mm
- Llum de bigueta = 3,30m



### a. Càrregues:

- Pes propi bigueta + 5cm de formigó = 0,83 kN/m
- Càrregues permanents  $\rightarrow G_k = 2 \text{ kN/m}^2 \rightarrow 2 \times 0,6 = 1,2 \text{ kN/m} + 0,63 \text{ kN/m} = 2,03 \text{ kN/m}$
- Càrregues variables  $\rightarrow Q_k = 2 \text{ kN/m}^2$  (ús)  $\rightarrow 2 \times 0,6 = 1,2 \text{ kN/m}$



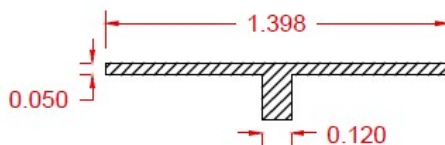
$$M_{\max}(+) = (1,35 \times 2,03 \times 3,3^2 + 1,5 \times 1,2 \times 3,3^2) / 8 = \mathbf{6,18 \text{ kNm}}$$
 (Mom. flector màx. positiu)

$$Q_{\max} = (1,35 \times 2,03 + 1,5 \times 1,2) \times (3,3 / 2) = \mathbf{7,49 \text{ kN}}$$
 (Tallant tracció)

### b. Secció homogeneïtzada "tot fusta":

Formigó HA25	Fusta
$A = b \times h = 600 \times 50 = 30000 \text{ mm}^2$	$A = b \times h = 120 \times 180 = 21600 \text{ mm}^2$
$I = (b \times h^3) / 12 = (600 \times 50^3) / 12 = 6250000 \text{ mm}^4$	$I = (b \times h^3) / 12 = (120 \times 180^3) / 12 = 58320000 \text{ mm}^4$
$E = 27000 \text{ N/mm}^2$	$E = 11600 \text{ N/mm}^2$

### c. Secció equivalent "tot fusta":



$$n = E_a / E_f = 27000 / 11600 = 2,33 \text{ (Coef. equivalència)}$$

$$b' = b \times n = 600 \times 2,33 = 1398 \text{ mm}$$

$$A_{\text{total}} = 1398 \times 50 + 120 \times 180 = 69900 + 21600 = 91500 \text{ mm}^2$$



- Posició c.d.g. de la secció “tot fusta”:  $I_{xx} = 196830000 \text{ mm}^4$   
c.d.g. = 177mm

Moment resistent  $\rightarrow W_y = I_{xx} / \text{c.d.g} = 19683000 / 177 = \mathbf{1112034 \text{ mm}^3}$

**d. Resistència de càlcul de la fusta** [DB-SE-M Art. 2.2.3.]

- Flexió  $\rightarrow f_{m,d} = 0,80 \times (24 / 1,25) = \mathbf{15,36 \text{ kN/mm}^2}$
- Tallant  $\rightarrow f_{v,d} = 0,80 \times (2,7 / 1,25) = \mathbf{1,73 \text{ kN/mm}^2}$

Comprovació flexió:

$M_d = 6,18 \text{ kNm} = 6,18 \times 10^6 \text{ Nmm} \rightarrow \sigma_{m,d} = M_d / W_y = (6,18 \times 10^6) / 1112034 = \mathbf{5,56 \text{ N/mm}^2}$

Cal que  $M_d < f_{m,d} \rightarrow 5,56 \text{ N/mm}^2 < 15,36 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \mathbf{COMPLEIX}$

Comprovació tallant-rasant (unió fusta-formigó):

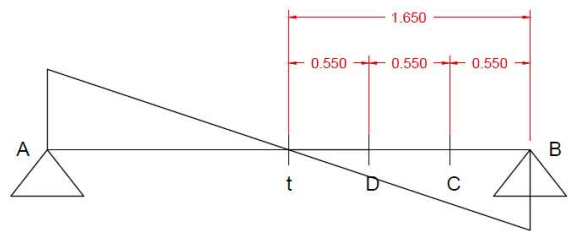
Tensió rasant en la unió fusta-formigó  $\rightarrow \tau_B = (V_d \times M_E) / (I_{\text{total}} \times b_0) = (7490 \times 1398 \times 50 \times 25) / (196830000 \times 120) = 0,55 \text{ N/mm}^2$

$\tau_B = \mathbf{0,55 \text{ N/mm}^2}$

$\tau_C \rightarrow \tau_C / 1,10 = 0,55 / 1,65 \rightarrow \tau_C = \mathbf{0,37 \text{ N/mm}^2}$

$\tau_D \rightarrow \tau_C / 0,55 = 0,55 / 1,65 \rightarrow \tau_C = \mathbf{0,183 \text{ N/mm}^2}$

$\tau_t = \mathbf{0 \text{ N/mm}^2}$



**i. Força rasant en el tram EB:**

$((0,55 + 0) / 2) \times (120 \times (3300 / 2)) = \mathbf{54450 \text{ N}}$

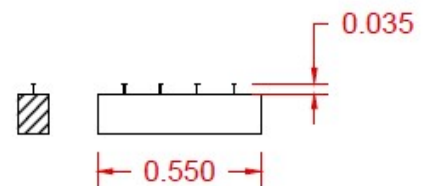
Disposarem un cargol de  $\mathbf{\varnothing 10 \text{ mm}}$  que té una càrrega lateral tallant de  $F_{V,R,K} = 9603,51 \text{ N}$  segons les equacions de Johansen. [DB-SE-M 8.3.6.2]

**ii. Força rasant en el tram BC:**

$((0,55 + 0,37) / 2) \times (120 \times 550) = \mathbf{30360 \text{ N}} \rightarrow 30360 / 9603,51$

$= 3,16 \rightarrow 4 \text{ connectors}$

$55 \text{ cm} / 4 = 13,75 \text{ cm} \rightarrow \mathbf{1 \text{ connector } \varnothing 10 \text{ c/12cm}}$



El connector sobresortirà 3,5cm per quedar entregat en la capa de formigó de 5cm de gruix.

