

## Treball final de grau

**Títol:** Estudi energètic i proposta de rehabilitació d'elements passius d'un edifici existent.

**Alumne:** Marc Piedra Bermudez

**Director/Tutor:** Josep Maria Burgués Solanes

**Universitat:** Universitat de Lleida

**Facultat:** Escola politècnica superior

**Grau:** Arquitectura Tècnica

**Convocatòria (mes/any):** Juliol/2017



**Universitat de Lleida**  
Escola Politècnica Superior



## AGRAIMENTS

Abans de començar m'agradaria agrair el suport rebut al llarg d'aquests mesos d'estudi. Vull donar les gràcies als professionals del sector d'estudi que m'han facilitat informació i han dedicat part del seu temps en facilitar-me l'estudi realitzat.

No obstant, vull donar les gràcies especialment al Josep Maria Burguès que ha realitzat la tasca de tutor i ha supervisat aquesta recerca en tot moment, ajudant-me a partir de la seva experiència.

Gràcies a la família, a la parella, als amics que m'han ajudat i animat en els moments més difícils. En especial al meu pare que m'ha ajudat amb la recerca d'informació d'alguns punts del treball.



## RESUM

El treball que es presenta a continuació tracta sobre l'estudi energètic d'un habitatge plurifamiliar i veure on es pot arribar mitjançant l'aïllament passiu. Aquest treball dividit en dos blocs.

El primer bloc, tractant la teoria sobre l'eficiència energètica, la rehabilitació energètica i explicant amb més amplitud les diferents millores que es poden aplicar en l'aïllament passiu. En aquest cas s'explica algunes possibles intervencions en façanes (SATE, Sistema d'aïllament tèrmic per l'interior...), també s'explica les possibles intervencions en cobertes (aïllament per exterior, per interior, etc.), també intervencions sobre soleres o sobre els forjats, també les característiques de diferents tipologies de tancaments (marcs i vidres).

En el segon bloc, on entrem a fer l'estudi energètic d'un bloc d'habitatges (de Lleida), el primer que es fa es introduir l'edifici i les seves característiques a l'eina unificada líder calener. Un cop s'ha fet això es treu la informació energètica del edifici per tal de veure on hem d'actuar (sempre contemplant que en el treball es vol tracta solament l'aïllament passiu). Al veure les deficiències del edifici es plantegen diferents solucions per a diferents elements, per tal de comparar-los i veure quins son els més adients. Es proposaran millores en la façana (SATE, Sistema d'aïllament tèrmic per l'interior i sistema de façana ventilada), en les obertures (marc de fusta i alumini, combinats amb doble envidrament i triple envidrament amb gas argó), també en les cobertes inclinades (rehabilitació per l'exterior i rehabilitació per l'interior), en les cobertes planes (sistema de coberta plana convencional i sistema de coberta plana invertida) i finalment en els forjats (addició d'aïllament per sota i addició d'aïllament per sota amb fals sostre). Fetes les comparatives es trien les millors opcions (comparat tant en estalvi energètic, com en relació estalvi-cost). Després d'això s'apliquen totes les millores en conjunt i es posen en l'eina unificada, per tal de treure els resultats i la certificació, per posteriorment, fer comparatives de demanda de calefacció i refrigeració, veient les pèrdues en les diferents part de l'habitatge, veient la demanda mensual i la demanda anual, l'última comparativa que es fa és la de les dues certificacions. Finalment, veiem els anys que tardaríem en amortitzar la inversió de la rehabilitació, fent l'exercici tant si s'obté subvenció com si no se n'obté.

En el final del treball és mostren les conclusions extretes sobre el treball, on es pot dir que amb l'aïllament passiu podem estalviar en gran quantitat la demanda d'energia del bloc, però els períodes d'amortització de la inversió (contemplant els dos casos esmentats) són molt alts (31 anys, sense subvenció, i 26 anys, sense subvenció) i es complicat que actualment la gent inverteixi amb períodes d'amortització tant alts.



## ÍNDEX

Introducció .....	7
Objectius i justificació del treball .....	7
Metodologia .....	8
BLOC I .....	9
1    Introducció .....	10
2    Eficiència Energètica .....	14
3    Rehabilitació energètica en habitatges .....	15
4    Rehabilitació enfocada a la millora energètica .....	17
5    Normativa en energia i rehabilitació.....	18
5.1    Marc establert per la normativa europea .....	18
5.2    Normativa estatal.....	18
5.3    Marc normatiu català.....	19
5.4    Accions subvencionables.....	21
6    Actuació sobre l'aïllament actiu .....	27
7    Actuació sobre l'aïllament passiu.....	29
7.1    Aïllament de Façanes .....	30
7.1.1    Sistema d'aïllament tèrmic per l'exterior (SATE) .....	30
7.1.2    Sistema d'aïllament tèrmic per l'interior .....	33
7.1.3    Sistema d'aïllament tèrmic per injecció en les càmeres d'aire.....	35
7.2    Aïllament de Cobertes.....	40
7.2.1    Cobertes inclinades .....	40
7.2.2    Cobertes planes.....	43
7.3    Aïllament dels sòls.....	45
7.3.1    Forjats de fusta.....	45
7.3.2    Forjats de formigó .....	47
7.4    Tancaments de forats: Marcs i vidres .....	50
7.4.1    Marcs.....	51
7.4.2    Vidres.....	55
7.4.3    Transmitància tèrmica del tancament .....	58
7.4.4    Factor solar del tancament .....	58
BLOC II .....	59
1    Estat actual .....	60
1.1    Situació i localització .....	60
1.2    Requisits normatius.....	65
1.3    Descripció constructiva .....	66



7.5	Imatges de l'edifici .....	68
1.4	Diagnosi energètica estat actual .....	70
	.....	72
2	Milliores energètiques passives plantejades .....	73
2.1	Finestres i balconeres.....	73
2.1.1	Millora opció 1: Marc Fusta.....	73
2.1.2	Millora opció 2: Marc d'alumini .....	73
2.2	Façana .....	75
2.2.1	Millora opció 1: SATE.....	75
2.2.2	Millora opció 2: Aïllament per l'interior.....	76
2.2.3	Millora opció 3: Sistema de façana ventilada .....	77
2.3	Terrasses .....	78
2.3.1	Millora opció 1: Coberta plana invertida .....	78
2.3.2	Millora opció 2: Coberta plana convencional.....	79
2.4	Coberta.....	80
2.4.1	Millora opció 1: Rehabilitació per l'exterior.....	80
2.4.2	Millora opció 2: Rehabilitació per l'interior .....	81
2.5	Forjat .....	82
2.5.1	Millora opció 1: Addició aïllament per l'interior .....	82
2.5.2	Millora opció 2: Addició aïllament per l'interior amb fals sostre .....	82
3	Comparació millores proposades.....	83
3.1	Finestres i balconeres.....	83
3.2	Façana .....	85
3.3	Terrasses i Cobertes .....	88
3.4	Forjat .....	90
4	Proposta millora total .....	91
4.1	Finestres .....	91
4.2	Façana .....	91
4.3	Terrasses .....	91
4.4	Coberta inclinada .....	92
4.5	Forjats.....	92
5	Pressupost .....	93
6	Comparativa energètica estat actual i millores.....	95
6.1	Període de calefacció .....	95
6.2	Període de refrigeració.....	97
6.3	Demanda mensual i anual.....	99



6.4	Comparació de les certificacions energètiques .....	101
7	Estalvi econòmic.....	103
7.1	Amortització inversió .....	104
7.5.1	Subvenció .....	104
7.5.2	Amortització sense subvenció.....	105
7.5.3	Amortització amb subvenció.....	105
	Conclusions .....	106
	Bibliografia .....	108
	Annexos.....	110
	A1: Plànols	
	A2: Certificacions	



## Introducció

### Objectius i justificació del treball

El sector de l'edificació ha sofert un breu creixement en els últims anys que ha suposat un increment considerable de la demanda energètica del sector i que ha propiciat la focalització del sector a satisfer aquesta demanda.

En aquest context, el sector de l'edificació s'ha situat en el punt de mira de les polítiques de contenció del creixement del consum energètic basades, principalment, en l'aprovació de nova normativa dirigida, bàsicament, a l'obra nova així com en la iniciativa de promoció de la implantació d'eficiència en la renovació d'equips.

Aquests fets han propiciat que actualment incrementin les rehabilitacions en els habitatges, i a nivell personal des de que vaig iniciar la carrera m'ha interessat el món de l'eficiència energètica, i al fer les pràctiques en un despatx on tenien com a idea l'eficiència energètica en els edificis, m'ha impulsat a dur a terme aquest estudi.

L'objecte del treball és el de fer una proposta de rehabilitació energètica, actuant sobre l'envolupant d'un edifici d'habitatges situat a la ciutat de Lleida a efectes de millorar la seva eficiència energètica.

El treball s'ha dividit en dos grans blocs:

Primer bloc, s'ha fet una recerca d'informació sobre l'eficiència energètica en las remodelacions d'habitatges i en especial atenció a les que milloren l'envolupant de l'edifici ja que el seu comportament i capacitats aïllants afecten directament a l'interior habitat i, per tant, a les necessitats d'energia per arribar a tenir les condicions desitjades dins dels habitatges d'un edifici. Per tant, en aquest primer bloc es busca una base teòrica per després poder aplicar-la al bloc II.

Segon bloc, s'ha estudiat energèticament un edifici existent de la ciutat de Lleida, i després d'aquest estudi i juntament amb la base teòrica, s'estudiaran les possibles intervencions a realitzar en l'edifici per a poder augmentar l'eficiència energètica. S'analitzaran les diferents propostes d'intervenció, no només a nivell energètic, sinó també a nivell econòmic i viabilitat constructiva ja que estem parlant d'un edifici ja existent. L'objectiu és aconseguir millorar la eficiència energètica de l'edifici en estudi amb intervencions que es puguin dur a terme, que siguin viables, i la seva inversió econòmica obtingui una rendibilitat positiva al llarg de la vida útil de la intervenció.

En l'últim apartat, es realitzarà la comprovació de nou de la demanda energètica de l'edifici d'habitatges i obtindrem una nova qualificació energètica amb les intervencions aplicades. Un cop realitzat aquest estudi, i amb els resultats obtinguts, estarem en disposició de realitzar unes conclusions.

Les mesures que es proposen per a la millora de l'envolupant i que s'expliquen en aquest treball son les següents:

- Millora de la façana

- Millora de la coberta
- Milliores en els forjats
- Millora de les obertures: marcs i vidres

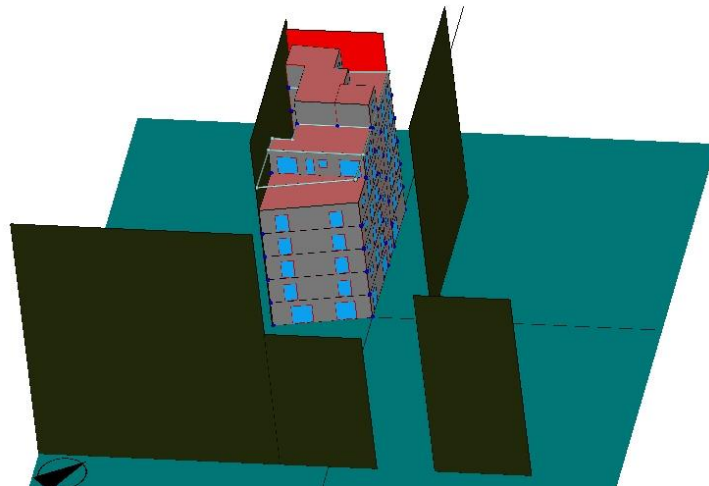
El que s'ha intentat extreure del treball, en especial, del segon bloc són els punts següents:

- Fer un estudi energètic d'un edifici existent per tal de trobar els punts crítics, saber on haurem d'actuar per reduir la demanda energètica.
- Realitzar una comparativa de diferents solucions constructives.
- Aplicar la rehabilitació energètica i comparar els resultats obtinguts amb l'estat actual de l'edifici.
- Veure l'estalvi energètic un cop realitzada la rehabilitació i observar la seva rendibilitat.

### Metodologia

Per poder fer l'estudi energètic i les posteriors comparatives, s'ha utilitzat l'eina del CTE, HULC (herramienta unificada líder calener), d'on s'ha tret la informació energètica que s'ha emprat per estudiar l'edifici existent, les diferents opcions de rehabilitació i comparar els resultats.

En el programa s'ha dibuixat l'edifici i es marca com està feta l'envolupant de l'edifici, així com les instal·lacions que s'hi tenen, perquè posteriorment el programa et doni uns resultats i un certificat energètic. Els resultats que s'han obtingut s'han incorporat a diferents excel·lents, per tal d'obtenir taules i gràfics comparatius per fer més visual i més personalitzada la comparació energètica en el treball.



*Il·lustració 1: Imatge edifici estudiar en l'eina unificada líder calener*

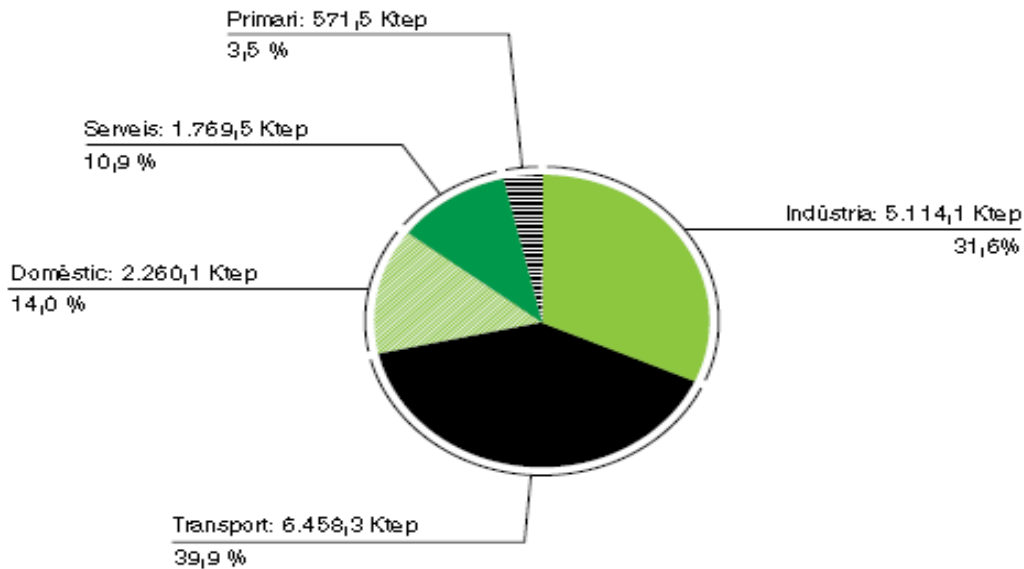




# BLOC I

## 1 Introducció

Segons dades de d'Institut Català d'Energia corresponents a l'any 2007, el consum d'energia associat al parc d'habitatges de Catalunya representa el 14% del conjunt del consum energètic, i en els darrers set anys ha tingut un creixement del 28%.



Taula 1: Consum d'energia final a Catalunya per sectors (dades de l'ICAEN)

El consum dels habitatges a Catalunya varia segons la zona climàtica (freda, temperada o càlida). La mitjana de consum d'energia d'un habitatge a Catalunya és d'entre 10.000 i 13.000 kWh/any, que representen unes emissions d'entre 2.740 i 3.560 kg de CO<sub>2</sub> a l'any.

La distribució del consum d'energia de la llar a Catalunya, segons dades estadístiques de l'any 2007 és:

- 41,4 % per a la calefacció
- 22,2 % per als aparells electrodomèstics
- 17,1% per a la generació d'aigua calenta sanitària
- 10,2 % per a la cuina
- 7,7 % per a la il·luminació
- 1,4 % per a l'aire condicionat

Reduir la demanda energètica es l'objectiu principal que la rehabilitació ha d'intentar aconseguir. En vista de la distribució del consum, això es pot fer mitjançant la millora de l'envolupant (finestres, façanes i cobertes), la incorporació de panells solars i la millora dels equips de calefacció per tal d'incidir en el consum generat per la calefacció i la producció d'aigua calenta Sanitària.



La demanda energètica és la quantitat d'energia necessària de calefacció i refrigeració que requereix un edifici per obtenir i mantenir uns nivells de confort estàndard.

El valor de la demanda energètica (kWh calefacció/m<sup>2</sup> i kWh refrigeració/m<sup>2</sup>) és important per obtenir un valor inicial del comportament de l'edifici que permeti orientar les actuacions de rehabilitació, especialment pel que fa a les mesures que es poden dur a terme sobre l'envolupant.

Igualment, el valor de consum energètic és important per obtenir un segon valor del comportament de l'edifici, que permeti orientar les actuacions de rehabilitació, especialment pel que fa a les mesures que s'han d'aplicar a les instal·lacions.

En les actuacions de rehabilitació cal diagnosticar la situació actual per orientar les actuacions que cal realitzar en els edificis. Aquest diagnòstic es fonamenta en el coneixement històric dels sistemes i subsistemes constructius i d'instal·lacions i materials emprats en la construcció inicial. En el cas de la rehabilitació energètica, s'ha de conèixer el comportament energètic dels edificis per tal d'identificar les deficiències actuals i establir possibles mesures energètiques de millora adaptades a la realitat i que ofereix el mercat, a més de les possibilitats que permet l'edificació objecte de la rehabilitació i el règim de tinença i ús dels habitatges.

Com s'ha apuntat anteriorment, un edifici d'habitatges es caracteritza per dos elements que condicionen el seu comportament energètic: l'envolupant de l'edifici i les seves instal·lacions.

### Envolupant de l'edifici

És el conjunt de tots els tancaments de l'edifici que limiten espais habitables amb l'ambient exterior (sigui aire, terreny o un altre edifici) i totes les particions interiors que limiten els espais habitables amb els espais no habitables i que, a la vegada, estiguin en contacte amb l'ambient exterior (definició del DB-HE1 del CTE).

Segons la seva situació es classifiquen en:

- les cobertes, la part opaca i les lluernes
- les façanes i els patis (façanes interiors), la part opaca i les obertures
- els terres (paviments en contacte o no amb l'aire o el terreny o un espai no habitable)
- les parets mitgeres
- els murs en contacte amb el terreny.

A l'envolupant és on es produeix l'intercanvi tèrmic de pèrdues i guanys entre l'espai interior i exterior i que modifica les condicions d'ambient interior. És també la pell de l'edifici, que el protegeix de la pluja i del vent.



En aquest sentit, els forats arquitectònics a les façanes o a les cobertes són una discontinuïtat i, per tant, els punts de més intercanvi tèrmic. Les proteccions solars (fixes, com el voladís, o mòbils, com tendals, porticons o brise-soleil 1 ) exerceixen un paper fonamental per al control de guanys solars.

En funció del clima, els materials i els gruixos dels elements de l'envolupant tèrmica han de ser diferents. Un edifici en clima fred necessita molt aïllament o elements de molt gruix i massa per treballar amb inèrcia tèrmica; per contra, un edifici en clima càlid, a més de la inèrcia tèrmica necessita principalment cambres ventilades i proteccions solars exteriors.

Per tant, el consum energètic en calefacció i refrigeració està directament relacionat amb el bon funcionament de l'envolupant de l'edifici, la seva adequació al clima i les bones condicions constructives.

### Instal·lacions

És el conjunt d'equips que permet satisfer les necessitats de confort i d'ús de cada habitatge, oferint calor, fred, llum, etc. Les principals instal·lacions d'un edifici d'habitatges són:

- Calefacció i refrigeració
- Aigua calenta
- Il·luminació
- Equips

Les instal·lacions s'han de dimensionar per cobrir la demanda màxima.

El tipus d'instal·lació i el seu funcionament no depenen tant del clima ni de les característiques de l'envolupant de l'edifici, sinó que responen, en general, a la voluntat i l'actitud de cada usuari.

Cal destacar també que el consum energètic de les instal·lacions quedarà afectat pel tipus de font energètica de cada instal·lació, ja que té un impacte directe sobre el seu rendiment.

Les millores tecnològiques del mercat permetran que gràcies a la renovació contínua dels equips es millori l'eficiència de les instal·lacions dels habitatges, una renovació que l'Administració sovint accelera mitjançant "plans de renove".

En aquest punt cal destacar la necessitat de plantejar en el procés de rehabilitació la possibilitat de renovar les instal·lacions per equips més eficients i per sistemes centralitzats de tot l'edifici, que avui dia permeten dur a terme una gestió individualitzada tant de la climatització com de la facturació.

Finalment, l'última paraula en el consum la té l'usuari de l'habitatge, ja que uns bons hàbits d'utilització ajuden a no malbaratar el consum d'energia.



## Per què els edificis es troben en aquesta situació

Hi ha diverses raons que poden explicar-ho. Pel que fa a l'envolupant tèrmica, cal mencionar que fins a l'any 1979 els edificis es dissenyaven i construïen sense exigències tèrmiques; en aquella època tampoc no es feien controls dels materials ni de l'execució d'obra com ara; finalment, la falta de manteniment preventiu i correctiu en aquests anys ha portat al deteriorament dels elements.

Així, l'any 1979, amb el Reial Decret 2479/1979, de 6 de juliol, es va aprovar la Norma Bàsica d'Edificació NBE-CT/79, sobre condicions tèrmiques dels edificis, en la qual es van establir, a més de mesures encaminades a l'estalvi energètic, altres aspectes tèrmics que incidien directament en la millora de l'habitabilitat i en el confort de les persones usuàries.

El 1987 la Generalitat de Catalunya va considerar necessària una nova regulació d'aquesta matèria que fos més restrictiva, que s'adaptés a la realitat constructiva del país i que precisés amb claredat les zones climàtiques de Catalunya, i va aprovar la Norma Reglamentària d'Edificació NRE-AT/87, sobre aïllament tèrmic dels edificis de nova construcció.

Pel que fa a les instal·lacions, la renovació constant a causa de la vida útil que caracteritza tot equipament no cobreix l'envelliment del parc d'equips. A això se li ha d'afegir una incorporació contínua de nous equips en els habitatges.

Cal destacar que les exigències actuals de confort interior de les persones usuàries són més elevades que les de fa uns anys. Això implica una incorporació contínua d'equips als habitatges, com petits electrodomèstics, aparells de refrigeració i equips informàtics i audiovisuals.

La normativa actual d'aplicació als edificis de nova construcció i grans rehabilitacions és molt més exigent pel que fa als requeriments tèrmics. La necessitat de reduir les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle s'afegeix a l'objectiu de reduir el consum d'energia.

La part més important del consum energètic del parc d'habitatges es produeix en el parc construït amb anterioritat a l'existència de la normativa d'aïllament. El 80% del conjunt del parc existent pot ser rehabilitat amb criteris d'eficiència energètica.



## 2 Eficiència Energètica

La Eficiència Energètica és el resultat de la utilització d'un conjunt de recursos que permeten la reducció del consum d'energia sense disminuir el grau de confort i qualitat de vida.

Engloba totes les accions que tendeixen a minimitzar l'energia mantenint o millorant la qualitat del servei energètic en tots els àmbits on s'aplica y fomentant un comportament sostenible.

No s'ha de confondre eficiència amb estalvi d'energia o amb la reducció del consum; el servei prestat per la energia sempre ha de mantenir-se i optimitzar-se.

El sector de la construcció és clau en el consum d'energia estimant-se que els edificis representen al voltant del 40% del consum d'energia, i l'estalvi potencial d'energia que es pot esdevindrà en els mateixos supera el 20%.

El canvi en el marc normatiu produït per l'aprovació de la Directiva Europea d'Eficiència Energètica en Edificació, 2002/91/CE i el seu trasllat a la legislació espanyola imposa requeriments específics en el sector de la edificació en els aspectes relatius al consum d'energia, il·luminació, aïllament, calefacció, climatització, aigua calenta sanitària, certificació energètica d'edificis o utilització de la energia.



### 3 Rehabilitació energètica en habitatges

La rehabilitació dels edificis sol associar-se a una necessitat puntual deguda a algun problema o deteriorament d'una part dels mateixos. Però, recentment, les administracions públiques estan incorporant el concepte de rehabilitació tèrmica. Si s'ha de rehabilitar, fer-ho amb criteris energètics. La raó és molt simple: a Espanya més de la meitat dels edificis estan construïts sense la protecció tèrmica adequada i segons els últims estudis realitzats, aproximadament el 40 % de la energia que es consumeix a Europa es deguda als edificis i pràcticament la meitat es deu a la climatització, que és imprescindible introduir en els edificis al hivern i a l'estiu per aconseguir un mínim confort tèrmic.

Per llei, des de el mes d'octubre de 2006, és obligatori aïllar els edificis existents per sobre d'uns mínims quan hi hagi modificacions, reformes o rehabilitacions que afecten a més del 25% del total dels tancaments d'un edifici que contí amb una superfície de més de 20 anys o insuficientment aïllats, també s'estima aconsellable una rehabilitació tèrmica amb la que es podria aconseguir, fàcilment, un estalvi del 50% de l'energia consumida en calefacció i refrigeració. I des de el 2010 la directiva 2010/31/UE obliga a aplicar els estàndards d'aïllament tèrmic sempre que es rehabiliti un edifici tingui la superfície que tingui.

Actualment, s'està fomentant amb algunes subvencions la incorporació de millores energètiques que aporten confort i estalviant als edificis, tant en hivern com en estiu, amb la finalitat de reduir la nostra gran dependència energètica del exterior i reduir les emissions de CO<sub>2</sub>.

Amb tot lo esmentat anteriorment, s'ha de tenir en compte que en la realització d'una obra en un edifici, la major part dels costos es deuen a la mà d'obra, muntatge d'andamis, etc. Per això, assumint que aquests costos fixes s'afrontaran, una vegada es decideixi realitzar una reforma de qualsevol naturalesa, s'haurà de considerar, a més, una millora energètica, encara que aquest no sigui el motiu principal de la reforma, fent un esforç addicional es pot atacar la rehabilitació tèrmica de l'edifici. A continuació podem veure alguns exemples pràctics.

- Reparació de goteres i humitats en teulada: aprofitar aquesta reforma per realitzar també la rehabilitació tèrmica de la coberta i el seu aïllament.
- "Pintat de cara" de l'edifici: aprofitar-lo per abordar la rehabilitació tèrmica de es façanes i del seu aïllament.
- Si hi ha necessitat de substituir les finestres: aprofitar per col·locar finestres de qualitat amb unitats de vidre aïllant (doble envidrament) amb vidre baix emissiu y marcs amb ruptura de pont tèrmic que són molt eficients energèticament.
- Obres de fontaneria: aprofitar el canvi de tubàries d'aigua calenta de l'habitatge per aïllar-les correctament.

En principi, qualsevol edifici pot rehabilitar-se tèrmicament, encara que, s'ha d'estudiar cada cas específicament per avaluar les possibilitats de rehabilitació que ofereix i el seu cost. Per abraçar la rehabilitació energètica és important tenir clar on hem d'actuar i com s'ha de fer.



*Il·lustració 2: Rehabilitació energètica*





## 4 Rehabilitació enfocada a la millora energètica

L'objectiu d'aquesta actuació consisteix en la reducció de la demanda energètica, en quant a refrigeració i calefacció, i de les emissions de CO<sub>2</sub>.

Per millorar el comportament energètic d'un edifici s'ha d'aprofitar al màxim les condicions climàtiques del seu entorn i s'ha de disposar d'unes instal·lacions que facin un ús eficient de l'energia.

Per abraçar la rehabilitació energètica és important tenir clar on hem d'actuar i com s'ha de fer.

Es tracta de realitzar una actuació combinada dels sistemes d'aïllament actius i passius. Quan parlem de sistemes d'aïllament actius ens referim a tot el que es instal·la d'un habitatge, com poden ser: les calderes, les bombes de calor, els ascensor, les instal·lacions d'il·luminació, l'acs, etc. Mentre que quan parlem dels sistemes d'aïllament passiu ens referim al que és la part constructiva de l'edifici, com per exemple: l'aïllament de les cobertes, l'estanqueïtat i eliminació de ponts tèrmics, l'aïllament dels tancaments exteriors, a patis o interiors, la fusteria exterior, segellat de la fontaneria, aïllament forjats i forjats amb contacte al terreny, etc.



## 5 Normativa en energia i rehabilitació

### 5.1 Marc establert per la normativa europea

Per entendre els canvis recents en la normativa estatal i catalana cal remuntar-se a la Directiva 2002/91/CE, relativa a l'eficiència energètica dels edificis, aprovada amb l'objectiu de fomentar l'eficiència energètica dels edificis de la Comunitat Europea, tenint en compte les condicions climàtiques exteriors i les particularitats locals, així com els requisits ambientals interiors i la relació cost-eficàcia.

Hi ha tres punts claus que els països membres han de desenvolupar:

- L'aplicació de requisits mínims d'eficiència energètica de grans edificis existents que siguin objecte de reformes importants.
- La inspecció periòdica de calderes i sistemes d'aire condicionat d'edificis i, a més, l'avaluació de l'estat de les instal·lacions de calefacció que tinguin calderes de més de 15 anys.
- La certificació energètica d'edificis.

### 5.2 Normativa estatal

El Codi Tècnic de l'Edificació (CTE), aprovat pel Reial decret 314/2006, de 17 de març, té la finalitat d'aconseguir un ús racional de l'energia necessària per a la utilització dels edificis, reduint a límits sostenibles el seu consum. Així mateix, té com a segon objectiu que una part d'aquest consum procedeixi de fonts d'energia renovable, com a conseqüència de les característiques del seu projecte, construcció, ús i manteniment.

Aquests dos objectius es concreten en cinc exigències bàsiques en el seu Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE):

- Limitació de demanda
- Rendiment de les instal·lacions tèrmiques
- Eficiència energètica de les instal·lacions d'il·luminació
- Contribució solar mínima en la producció d'aigua calenta sanitària
- Contribució fotovoltaica mínima d'energia elèctrica

L'any 2007 també es va aprovar a escala estatal el nou Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques dels edificis (RITE, Reial decret 1027/2007, de 20 de juliol), que té com a objectiu establir les condicions que han de complir les instal·lacions tèrmiques dels edificis, destinades a atendre la demanda de benestar tèrmic i higiene a través de les instal·lacions de calefacció, climatització i aigua calenta sanitària.

L'objectiu del nou RITE és aconseguir un ús racional de l'energia que consumeixen les instal·lacions tèrmiques, per consideracions tant econòmiques com de protecció del medi ambient, tenint en compte a la vegada altres requisits essencials que s'han de complir en els edificis.

Aquests canvis normatius s'entenen arran de la Llei 38/1999, de 5 de novembre, d'Ordenació de l'Edificació (LOE) que té per objectiu prioritari regular el procés



de l'edificació actualitzant i completant la configuració legal dels agents que hi intervenen, fixant les seves obligacions per establir les responsabilitats i cobrir les garanties a les persones usuàries, sobre la base d'una definició dels requisits bàsics que han de satisfer els edificis, que desenvolupa el requisit bàsic d'estalvi energètic a escala estatal.

D'altra banda, i com a conseqüència del darrer punt de la directiva, l'Estat espanyol va aprovar el Procediment Bàsic per a la certificació d'eficiència energètica d'edificis de nova construcció (Reial decret 47/2007, de 19 de gener), que té com a objectiu principal establir el procediment bàsic que ha de complir la metodologia de càlcul de la qualificació d'eficiència energètica, amb la qual cosa s'inicia el procés de certificació.

Aquest procés té en compte els factors que tenen més incidència en el consum d'energia dels edificis de nova construcció o que es modifiquen, reformen o rehabiliten en determinades condicions. També s'hi estableixen les condicions tècniques i administratives per a les certificacions d'eficiència energètica dels projectes i dels edificis acabats.

La certificació energètica d'edificis existents (en procés d'aprovació) serà una eina més que ha de col·laborar a millorar les condicions de l'edificació mitjançant la rehabilitació energètica complementant les normatives que els siguin d'aplicació.

### 5.3 Marc normatiu català

La Generalitat de Catalunya va aprovar el gener del 2006 el Decret 21/2006, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis (anomenat Decret d'Ecoeficiència, DEE).

La finalitat del DEE és continuar impulsant la sostenibilitat en els edificis, actuant en quatre grans àmbits: aigua, energia, materials i sistemes constructius i residus.

Cal destacar que el DEE és una normativa nova, tant pel seu abast, ja que inclou diferents aspectes ambientals en el mateix text, com per la seva forma, ja que d'una part fixa uns valors mínims referits a edificis d'obra nova, i d'altra part, dóna la possibilitat d'escollir entre un ventall de solucions per poder complir la normativa.

En aquest marc normatiu es constata que no hi ha una normativa específica que condicioni els aspectes energètics de totes les rehabilitacions, només s'ha desenvolupat per a les grans rehabilitacions, que es tracten com a obra nova atesa la dimensió de l'actuació.

Tot i això, i considerant que hi ha un ampli parc d'edificis existents sobre el qual es pot actuar, pel que fa a la normativa, es podria plantejar la possibilitat d'incorporar o d'adaptar alguns dels requeriments definits per a obra nova a les actuacions de rehabilitació que més s'estan fent actualment, i no només sobre les que es consideren grans rehabilitacions.



En aquest sentit, la Generalitat de Catalunya promou que la rehabilitació energètica sigui una realitat i ajuda mitjançant subvencions a fomentar els nivells del DEE, i estableix com a condició el compliment dels nivells que s'han establert per als habitatges nous.

### Grups de rehabilitació energètica

El marc normatiu estatal del Codi Tècnic de l'Edificació i, en particular, el seu document bàsic, DB-HE (Documento Básico de Ahorro de Energía), i el Decret 21/2006, d'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis de la Generalitat de Catalunya, són d'aplicació general pels edificis de nova construcció i per a rehabilitacions importants o grans rehabilitacions assimilables a obra nova.

La resta d'actuacions de rehabilitació no assimilables a obra nova serien de rehabilitació lliure i, per tant, no subjectes als paràmetres normatius d'estalvi energètic descrits. No obstant això, la Generalitat de Catalunya sí que obliga al compliment d'uns paràmetres normatius a les rehabilitacions energètiques que demanen subvenció per a la seva realització. Al mateix temps, considera necessari promocionar que es segueixi la mateixa política d'estalvi energètic, i per tant, l'orientació de les rehabilitacions cap a l'aïllament de les façanes, les cobertes i els terres (envolupant tèrmica), la millora de l'aïllament de les obertures, o la utilització de l'energia solar tèrmica per a la producció d'aigua calenta sanitària (ACS); centralització de les instal·lacions de calefacció, intervenció en les calderes, aïllament de canonades i millora de les instal·lacions d'il·luminació, assolint paràmetres normatius similars als exigits per a les rehabilitacions subvencionades.

Per tant, vist que no totes les rehabilitacions energètiques han de complir els mateixos paràmetres normatius i atenent a aquests requeriments energètics, podem agrupar les rehabilitacions energètiques en dos grups:

#### **Grup 1. Gran renovació**

Renovació energètica assimilada a obra nova, pel que respecta al compliment de la normativa d'estalvi energètic.

Actuacions consistents en reformes o rehabilitacions d'edificis existents amb una superfície útil superior a 1.000 m<sup>2</sup> on es renovin més del 25% del total dels seus tancaments.

Aquesta renovació ha de complir els requeriments energètics que siguin més restrictius de la normativa següent:

- Document Bàsic d'Estalvi Energètic (DB-HE) del Código Técnico de la Edificación (CTE)
- Decret d'Ecoeficiència (DEE).



Ha de complir exigències quant a:

- HE1 Limitació de la demanda que estableix requeriments sobre les característiques constructives de l'envolupant que es diferencien en funció de la zona climàtica on es trobi l'edifici.
- HE2 Rendiment de les instal·lacions energètiques.
- HE3 Eficiència energètica de les instal·lacions d'il·luminació.
- HE4 Contribució solar mínima d'aigua calenta sanitària.
- HE5 Contribució fotovoltaica mínima d'energia

## Grup 2. Altres renovacions

Renovació energètica no assimilada a obra nova: Les reformes o rehabilitacions d'edificis existents amb una superfície útil inferior a 1000 m<sup>2</sup>, o tot i que siguin més grans de 1.000 m<sup>2</sup>, on es renovin menys del 25% del total dels seus tancaments i renovacions d'habitatges.

### 5.4 Accions subvencionables

RESOLUCIÓ GAH/904/2017, de 25 d'abril, per la qual s'aproven les bases reguladores per a la concessió de subvencions pel foment de la rehabilitació edificatòria d'edificis de tipologia residencial.

#### Art 2: Actuacions subvencionables

Són subvencionables les obres de rehabilitació que tenen com a finalitat la conservació, la millora de la qualitat i la sostenibilitat, i l'accessibilitat de l'edifici, segons les especificacions tècniques descrites a l'annex 3.

- Les obres de conservació dels edificis que disposin d'un informe d'inspecció tècnica de l'edifici d'habitatges (IITE), que qualifiqui les deficiències detectades d'importants o greus o molt greus dels seus elements comuns, descrites a l'article 20.1 del Reial decret 233/2013, de 5 d'abril:
  - a) Obres relatives a l'estat de conservació dels fonaments, l'estructura i les instal·lacions de l'edifici.
  - b) Obres relatives a l'estat de conservació de les cobertes, terrats, façanes i mitgeres o altres elements comuns d'edificis d'habitatges declarats béns d'interès cultural, catalogats o protegits, o situats dins dels conjunts historicoartístics. Quan es tracti d'edificis que no tinguin la consideració anterior, aquests tipus d'obres només es poden subvencionar si s'executen simultàniament amb actuacions per a la millora de la qualitat i sostenibilitat de l'edifici.
  - c) Obres que es realitzin en les instal·lacions comunes d'electricitat, fontaneria, gas, sanejament, recollida i separació de residus i telecomunicacions, amb la finalitat d'adaptar-les a la normativa vigent. En aquest cas no serà exigible que la deficiència per incompliment de la normativa vigent estigui qualificada en l'IITE.



- Actuacions per a la millora de la qualitat i sostenibilitat de l'edifici, descrites a l'article 20.2 del Reial decret 233/2013, de 5 d'abril:
  - a) La millora de l'envolupant tèrmica de l'edifici, per reduir la demanda energètica de calefacció i refrigeració, mitjançant actuacions de millora del seu aïllament tèrmic, la substitució de fusteries i envidraments dels forats, o d'altres, inclosa la instal·lació de dispositius bioclimàtics. En tot cas, s'haurà de complir, com a mínim, el que estableix el document bàsic DB-HE1 del Codi tècnic de l'edificació, aprovat pel Reial decret 314/2006, de 17 de març.
  - b) La instal·lació de sistemes de calefacció, refrigeració, producció d'aigua calenta sanitària i ventilació per al condicionament tèrmic o l'increment de l'eficiència energètica dels elements existents, mitjançant actuacions com: La substitució d'equips de producció de calor o fred, la instal·lació de sistemes de control, regulació i gestió energètica, comptadors i repartidors de costos energètics per a instal·lacions centralitzades de calefacció; l'aïllament tèrmic de les xarxes de distribució i transport o la substitució dels equips de moviment dels fluids termòfors; la instal·lació de dispositius de recuperació d'energies residuals, i la implantació de sistemes de refredament gratuït per aire exterior i de recuperació de calor de l'aire de renovació, entre d'altres.
  - c) La instal·lació d'equips de generació o d'equips que permetin la utilització d'energies renovables com l'energia solar, biomassa o geotèrmia, que redueixin el consum d'energia convencional tèrmica o elèctrica de l'edifici. S'inclou la instal·lació de qualsevol tecnologia, sistema o equip d'energia renovable, com panells solars tèrmics, a fi de contribuir a la producció d'aigua calenta sanitària requerida per als habitatges, o la producció d'aigua calenta per a les instal·lacions de climatització.
  - d) La millora de l'eficiència energètica de les instal·lacions comunes d'ascensors i il·luminació, de l'edifici o de la parcel·la, mitjançant actuacions com la substitució de llums i lluminàries per altres de més rendiment energètic, per exemple generalitzant la il·luminació LED, les instal·lacions dels sistemes de control d'encesa i de regulació del nivell d'il·luminació, i l'aprofitament de la llum natural.
  - e) La millora de les instal·lacions de subministrament i la instal·lació de mecanismes que afavoreixin l'estalvi d'aigua, així com la implantació de xarxes de sanejament separatives en l'edifici, i d'altres sistemes que afavoreixin la reutilització de les aigües grises i pluvials en el mateix edifici o en la parcel·la, o que redueixin el volum d'abocament a la xarxa pública de sanejament.
  - f) La millora o el condicionament de les instal·lacions per a l'adequada recollida i separació dels residus domèstics en l'interior dels habitatges i en els espais comuns de les edificacions.
  - g) Les actuacions que millorin el compliment dels paràmetres establerts en el document bàsic DB-HR, protecció contra el soroll, del Codi tècnic de l'edificació, aprovat pel Reial decret 314/2006, de 17 de març.





- h) L'adequació dels espais privatis de la parcel·la per millorar l'estanquitat del sòl, adaptar la jardineria a espècies de baix consum hídric, optimitzar els sistemes de reg i altres actuacions bioclimàtiques.

El conjunt de les actuacions per fomentar la qualitat i sostenibilitat de l'edifici ha d'incloure una o diverses de les actuacions previstes en els apartats a), b), o c), de manera que s'aconsegueixi una reducció almenys d'un 30% sobre la situació prèvia a aquestes actuacions, de la demanda energètica anual global de calefacció i refrigeració de l'edifici, referida a la certificació energètica. Per a la seva justificació s'han d'utilitzar els programes informàtics reconeguts pels ministeris de Foment i d'Indústria, Energia i Turisme, i aportar la documentació detallada a l'annex 2.

- Actuacions per realitzar els ajustos raonables per a una adequació efectiva en matèria d'accessibilitat, descrites a l'article 20.3 del Reial decret 233/2013, de 5 d'abril. Es consideren actuacions per realitzar els ajustos raonables per a una adequació efectiva en matèria d'accessibilitat les que adequin els edificis i els accessos als habitatges i locals a la normativa vigent. En particular:
  - a) La instal·lació d'ascensors, remuntadors d'escales, rampes o altres dispositius d'accessibilitat, inclosos els adaptats a les necessitats de persones amb discapacitat sensorial, així com la seva adaptació, una vegada instal·lats, a la normativa sectorial corresponent.
  - b) La instal·lació o dotació de productes de suport: grues o artefactes anàlegs que permetin l'accés i l'ús de les persones amb discapacitat als elements comuns dels edificis, com jardins, zones esportives, piscines i similars.
  - c) La instal·lació d'elements d'informació o d'avís, com senyals lluminosos o sonors que permetin l'orientació en la utilització de les escales i els ascensors.
  - d) La instal·lació d'elements o dispositius electrònics de comunicació entre els habitatges i l'exterior, com videoporters i anàlegs.

### Art. 3: Beneficiaris

Poden ser beneficiaris de les subvencions les juntes de propietaris, les agrupacions de juntes de propietaris i els propietaris únics d'edificis d'habitatges. En el cas previst a l'article 19.2.b) del Reial decret 233/2013, de 5 d'abril, també podran ser beneficiàries les administracions públiques, els organismes i altres entitats de dret públic, així com les empreses públiques i societats mercantils participades íntegrament o majoritàriament per les administracions propietàries dels habitatges.

### Art 4: Requisits dels edificis

Els edificis de tipologia residencial col·lectiva han de complir els requisits següents:

- a) Han d'haver estat construïts i acabats abans de l'any 1981.



- b) Com a mínim, el 70% de la superfície construïda sobre rasant de l'edifici ha d'estar destinada a habitatge. No computa la superfície en planta baixa si aquesta és d'ús diferent al d'habitatge.
- c) Com a mínim, el 70% dels habitatges de l'edifici han de constituir el domicili habitual i permanent dels seus propietaris o arrendataris, en totes les fases del procediment.

Excepcionalment, s'admetran sol·licituds per a edificis, que sense complir les condicions anteriors:

- Presentin greus danys estructurals o d'altre tipus que justifiquin la seva inclusió en el Programa.
- Siguin edificis amb destí íntegre a lloguer, durant almenys 10 anys a comptar de la recepció de la subvenció.

Els edificis han de tenir un mínim de 8 habitatges. No obstant això, s'admeten excepcionalment edificis de fins a un sol habitatge quan es compleixi un dels següents supòsits:

- Quan les obres consisteixin en ajustos raonables per una adequació efectiva en matèria d'accessibilitat i/o de millora de la qualitat i sostenibilitat, i es realitzin simultàniament amb les obres de conservació.
- Quan les obres consisteixin en ajustos raonables per a una adequació efectiva en matèria d'accessibilitat i/o de millora de la qualitat i sostenibilitat i en els edificis hi visquin persones amb discapacitat o més grans de 65 anys.
- Quan les obres consisteixin en actuacions relatives a l'estat de conservació dels fonaments, l'estructura i les instal·lacions de l'edifici amb deficiències qualificades com a importants o greus o molt greus.

En el cas d'edificis declarats béns d'interès cultural, catalogats o protegits, o situats dins de conjunts historicoartístics, els serà d'aplicació el que disposa l'article 20.1.b) del Reial decret 233/2013, de 5 d'abril.

Inspecció tècnica prèvia Els edificis han de disposar, amb caràcter obligatori i prèviament a la sol·licitud de subvenció, de l'informe d'avaluació de l'edifici (IAE) que ha de contenir l'informe de la inspecció tècnica de l'edifici (IITE) i el certificat d'eficiència energètica (CEE) amb l'etiqueta de qualificació energètica, d'acord amb la normativa vigent, que acrediti la necessitat de l'actuació de rehabilitació. L'IITE s'ha d'haver presentat davant l'organisme competent de la Generalitat de Catalunya per sol·licitar el certificat d'aptitud de l'edifici abans de presentar la sol·licitud de subvenció. Perquè es considerin vàlids els IITE elaborats a l'empara del Decret 67/2015, de 5 de maig, s'han d'haver presentat davant l'Agència de l'Habitatge de Catalunya, en un termini màxim de quatre mesos des que es van emetre. Perquè es considerin vàlids els IITE elaborats a l'empara del Decret 187/2010, de 23 de novembre, s'han d'haver presentat davant de l'Agència de l'Habitatge de Catalunya i haver estat admesos a aquest efecte.





### Art 5: Termini d'execució i pròrroga

Les obres s'han d'iniciar en un termini màxim de sis mesos comptats a partir de l'endemà de la data de notificació de la resolució de concessió de la subvenció. La persona o entitat beneficiària ha de comunicar a la Direcció de Qualitat de l'Edificació i Rehabilitació de l'Habitatge de l'Agència l'inici de les obres en un termini màxim d'un mes des del seu inici, amb la presentació de la llicència municipal definitiva de les obres i del comunicat d'inici de les obres de rehabilitació segons el model normalitzat que es pot obtenir en el portal Tràmits gencat, <http://tramits.gencat.cat>.

El termini per a l'execució de les obres de rehabilitació no pot excedir els 16 mesos comptats des de la data que consti en el certificat d'inici de les obres de rehabilitació. Aquest termini es podrà ampliar excepcionalment fins a 18 mesos quan es tracti d'edificis o actuacions que afectin 40 habitatges o més. La pròrroga del termini d'execució s'ha de sol·licitar a l'òrgan instructor, que valorarà la sol·licitud i elevarà la proposta que correspongui a l'òrgan competent per resoldre d'acord amb la base 13.1. Si en el termini d'un mes comptat a partir de la presentació de la sol·licitud de pròrroga no s'ha dictat la resolució, s'entendrà denegada.

### Art 6: Pressupost protegible

El pressupost protegible, a l'efecte del càlcul de la subvenció, està constituït pel pressupost d'execució material, les despeses generals i el benefici industrial de l'oferta de l'empresa que s'ha escollit per dur a terme les obres de rehabilitació, els honoraris dels professionals que hi intervenen, el cost de la redacció dels projectes, informes tècnics i certificats necessaris, les despeses derivades de la tramitació administrativa i altres despeses generals similars de gestió, sempre que totes aquestes despeses estiguin degudament justificades. El pressupost d'execució material subvencionable s'ha d'ajustar al de la llicència municipal de les obres.

No són despeses subvencionables els tributs (impostos i taxes), com l'impost sobre el valor afegit (IVA), l'impost sobre construccions d'obres i serveis (ICIO) i les taxes que afectin les obres o els honoraris professionals.

L'Agència pot adequar el pressupost protegible, a l'efecte del càlcul de la subvenció, als preus dels barems de la construcció reconeguts oficialment en el Boletín Económico de la Construcció per trimestre durant l'any 2017 o en el butlletí d'informació de l'Institut Tecnològic de la Construcció de Catalunya de l'any 2017 (ITEC).

### Art 7: Import de les subvencions i límits

La quantia màxima de la subvenció s'estableix en funció dels costos o despeses subvencionables del conjunt de les actuacions de rehabilitació de l'edifici. En el supòsit que les obres incloguin diverses actuacions de rehabilitació, el pressupost haurà de ser desglossat per a cadascuna de les actuacions que es poden subvencionar.



La quantia màxima de la subvenció per edifici no pot superar l'import que resulta de multiplicar 11.000 euros per cada habitatge i per cada 100m<sup>2</sup> de superfície útil de local que participi en les despeses de les actuacions o 12.100 euros quan es tracti d'edificis declarats béns d'interès cultural, catalogats o que tinguin la protecció integral en l'instrument d'ordenació urbanístic corresponent.

L'import de la subvenció es calcula de la manera següent: És multiplica l'import que s'indica a continuació pel nombre d'habitatges i per cada 100m<sup>2</sup> de superfície útil de locals de l'edifici que consten a l'escriptura de divisió horitzontal o, en el seu defecte, al Registre de la Propietat o al Cadastre:

- a) 2.000 euros per a les actuacions de conservació. En aquest cas, si es realitzen simultàniament actuacions per a la millora de la qualitat i sostenibilitat, la subvenció anterior s'incrementarà en 1.000 euros, i si també es realitzen obres de millora de l'accessibilitat, s'incrementarà en 1.000 euros més.
- b) 2.000 euros per a les actuacions de millora de la qualitat i sostenibilitat, quan es compleixin les condicions de la base 2.2, o de 5.000 euros, com a màxim, si, en compliment d'aquestes condicions, es redueix almenys en un 50% la demanda energètica anual global de calefacció i refrigeració de l'edifici.
- c) 4.000 euros per a les actuacions per realitzar ajustos raonables en matèria d'accessibilitat.

Les quanties indicades a l'apartat 7.3 es poden incrementar en un 10% quan es tracti d'edificis d'habitatges declarats béns d'interès cultural, estiguin catalogats o tinguin protecció integral, d'acord amb l'instrument d'ordenació urbanística corresponent.

La quantia màxima de les subvencions per edifici no pot superar el 35% del cost subvencionable de l'actuació. No obstant això, i de manera excepcional en el cas d'actuacions per a la realització d'ajustos raonables en matèria d'accessibilitat i només per a aquest concepte, es pot arribar fins al 50%.

En els supòsits anteriors, per computar la quantia de la subvenció per cada 100m<sup>2</sup> de superfície útil de local, les persones sol·licitants han de presentar l'acord de participació dels propietaris dels locals en el cost d'execució de les obres, per poder conèixer i acreditar el percentatge del coeficient de participació d'aquests en el conjunt de les obres de rehabilitació.



## 6 Actuació sobre l'aïllament actiu

Instal·lació de sistemes de calefacció, refrigeració, producció de ACS i ventilació pel condicionament tèrmic.

Un pas important és el d'utilitzar instal·lacions tèrmiques eficients, donant prioritat a les energies renovables, utilitzant les energies convencionals, millorades amb les mesures anteriors, com a ajut de manera responsable i eficient.

Tenir comptadors individuals ens permet obtenir dades objectives del nostre consum, d'aquesta forma podem detectar possibles fugues. Una bona gestió de l'energia i una regulació ajudarà a millorar l'eficiència energètica de les instal·lacions evitant malbarataments innecessaris.

La bona gestió de l'energia també implica l'ús inclús de l'energia que es desprèn de manera residual. Utilitzar intercanviadors de calor en el sistema de ventilació, es un mecanisme que permet , d'una banda, recuperar energia que de per si es considera com un residu i que s'aboca al exterior juntament amb l'aire d'expulsió, i per altra banda, utilitzar-la per condicionar l'aire pres de l'exterior abans de introduir-lo en l'interior del nostre edifici, amb el consegüent estalvi energètic. Aquests sistemes de cogeneració funcionen amb el mateix concepte de reutilització de l'energia residual, tenint en compte les condicions més favorables.

Com ja s'ha dit anteriorment és important donar prioritat a les energies renovables, per això es important:

1. Instal·lar equips de generació o que permeten l'ús d'energies renovables:
  - A. Solar tèrmica
  - B. Biomassa
  - C. Geotèrmia
2. Instal·lar panells solars tèrmics. Prioritzant la producció de ACS, tant per cobrir la demanda d'habitatges, com per les instal·lacions de climatització amb panells solars tèrmics.
3. Dur a terme mesures pel increment de l'eficiència energètica de les instal·lacions existents:
  - A. Substitució d'equips de producció de fred/calor.
  - B. Instal·lació de Sistemes Centralitzats, de sistemes de control, de regulació i gestió energètica, de comptadors i repartidores de costes energètics.
  - C. Aïllament tèrmic de les rets de distribució i transport.
  - D. Substitució dels equips de moviment dels fluids caloportadors.
  - E. Instal·lació de dispositius de recuperació d'energies residuals.
  - F. Implantació de sistemes d'enfredament gratuït per aire exterior.



### G. Implantació de sistemes de recuperació de calor de l'aire de renovació.

Incloent al menys una d'aquestes tres mesures esmentades en el conjunt global de l'actuació, s'hauria d'aconseguir una reducció de la demanda energètica anual global de calefacció i refrigeració de l'edifici al menys en un 30% respecte de la situació inicial. Segons referències de certificacions energètiques, on s'ha justificat mitjançant programes informàtics reconeguts pel Ministeri de Foment i d'Indústria, Energia i Turisme.

El pla de reducció de demanda continua amb cinc actuacions relacionades amb altres mesures d'estalvi i gestió per millorar la qualitat i sostenibilitat en l'edificació:

- A. Estalvi en l'ús de l'aigua.
- B. Millora de la gestió dels residus.
- C. Compliment del DB-HR.
- D. Ús eficient de l'aigua de rec, si es troba existent en el nostre edifici.
- E. Estratègies sostenibles en el disseny i gestió dels espais exteriors -jardineria.
- F. Reutilització d'aigües pluvials i grises



## 7 Actuació sobre l'aïllament passiu

Les solucions d'aïllament poder realitzar-se tant per la part interior, com per la part exterior de l'edifici o mitjançant injecció en els murs.

### Aïllament de façanes (murs i finestres)

Instal·lant un material aïllant tèrmic en els murs, ja sigui pel exterior, interior o injectant dintre del mur, i/o substituint els vidres i finestres per altres més eficients i de major qualitat (existeixen múltiples possibilitats).

### Aïllament de Cobertes

Instal·lant un material aïllant tèrmic en la coberta.

### Aïllament de forjats y sostres

Instal·lant un material aïllant tèrmic en els sostres en contacte amb espais habitables, sòls en contacte amb espais no habitables, en contacte amb el terreny o en contacte amb l'aire exterior.

### Aïllament de tàbics interiors i de separació entre habitatges i parets i/o separacions amb zones comuns de l'edifici

Instal·lant un material aïllant tèrmic en els tàbics interiors o els de separació entre veïns o en les paretes de separació amb las zones comunes como son les caixes d'escala, de ascensors, replans, etc...

### Aïllament de les instal·lacions (canonades)

Instal·lant un material aïllant tèrmic en les canonades de conducció de l'aigua calenta o freda, de les calderes, dels acumuladors de calor, etc... dels edificis, per evitar pèrdues de calor en el transport de l'aigua calenta i evitar possibles condensacions en les conduccions de aigua freda.



## 7.1 Aïllament de Façanes

### 7.1.1 Sistema d'aïllament tèrmic per l'exterior (SATE)

Els sistemes SATE consisteixen en un conjunt de solucions constructives per aportar l'aïllament necessari dels habitatges per la seva cara exterior, a mode de envolupant tèrmica.

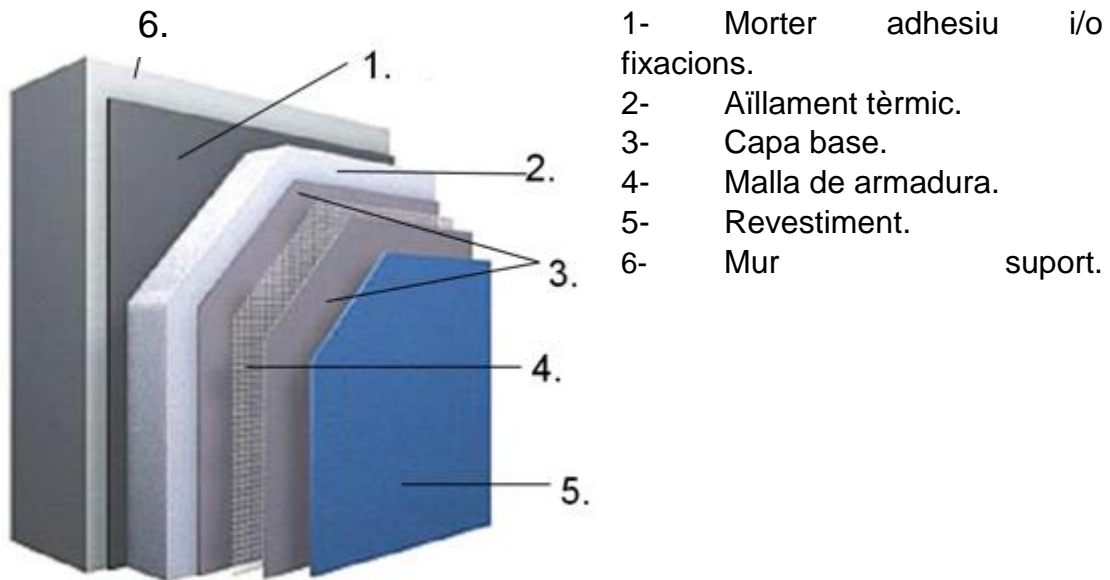
Amb aquest sistema es revesteix i s'aïlla l'exterior de l'edifici adaptant-se a les seves geometries, incloent les més complexes, sense discontinuïtats. Així es resolen fàcilment la majoria dels ponts tèrmics de l'edifici.

Intervenir per l'exterior del tancament suport presenta les següents particularitats:

- En tots els casos, a l'hora de la rehabilitació s'executa amb la mínima interferència pels usuaris.
- Instal·lant l'aïllament sobre les façanes, no es redueix la superfície útil de l'edifici o habitatge.
- Es corregeixen amb facilitat tots els ponts tèrmics, de manera que s'eviten les parets "fredes", així com també la falta de confort associada a elles i, sobretot, el risc de la formació de condensacions superficials e, inclús, floridures. Aquest és un aspecte fonamental en el cas de les façanes, ja que és on es produeixen quasi bé tots els ponts tèrmics: trobaments amb l'estructura (pilars, bigues, fronts del forjat) i la formació de buits (ampits, dentells...).
- Cal destacar que, a l'aïllar per l'exterior, el mur suportant que forma la façana es troba relativament calent, ja que està protegit per l'aïllament i, per tant, qualsevol àrea on, pel motiu que fos, s'interromp l'aïllament tèrmic, no canvia la circumstància de que el suport seguirà bàsicament calent, sobre tot la seva superfície interior que, pel consegüent, mostrarà una temperatura superficial superior al punt de rosada de l'ambient interior i, en definitiva, suficient per evitar fenòmens de condensació.
- S'aprofita tota la inèrcia tèrmica del suport (capacitat calòrica dels materials de construcció).
- És especialment convenient aïllar per l'exterior quan l'habitatge o edifici és d'ocupació permanent. D'aquesta manera, es compta amb la inèrcia tèrmica per estabilitzar de la forma més efectiva les temperatures i aconseguir una reducció addicional en el consum de combustibles per a la climatització de l'habitatge o edifici.
- Normalment, a l'executar-se la intervenció per l'exterior, afectarà a la totalitat de l'immoble, no solament a un habitatge o local en particular. Pel consegüent, es requerirà, prèvia a la intervenció, l'acord exprés de la comunitat de veïns.

És important que a l'hora de realitzar el projecte, es presti atenció als encontres amb la coberta, els balcons, les fusteries exteriors (les finestres i portes), així com a qualsevol heterogeneïtat que tingui la façana en qüestió.

Aquest tipus de sistema requereix del assessorament d'empreses fabricants e instal·ladors especialitzades, de manera que es garanteixi la compatibilitat de tots els productes integrats del sistema. Amb aquest fi, alguns instituts de construcció proporcionen per tals sistemes constructius els anomenats "Documents d'idoneïtat tècnica" (DIT). Últimament, donant el marc legislatiu harmonitzat europeu, s'estan emetent documents de idoneïtat tècnica europea (DITE).



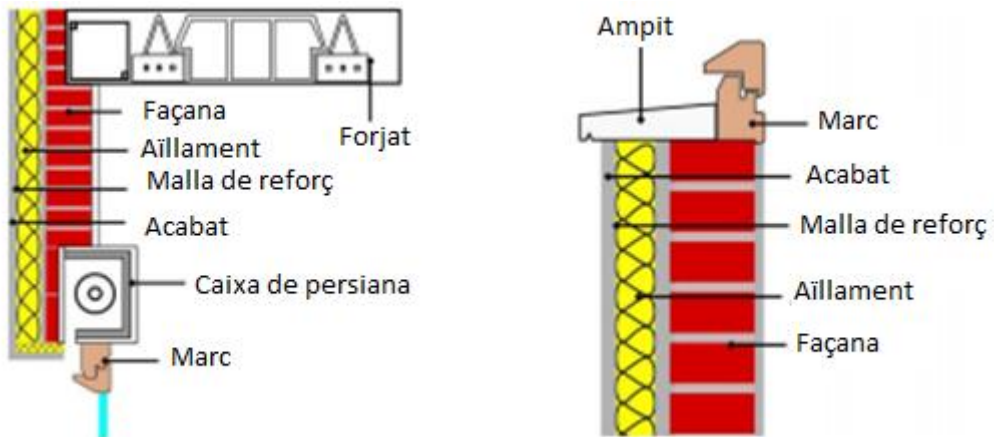
Il·lustració 3: Detall del sistema bàsic SATE: Imatge extreta de la web: <http://www.tracrehabilitacio.es/es/servicio/aislamiento-termico>

Normalment les fases que es segueixen per l'aplicació del sistema SATE són:

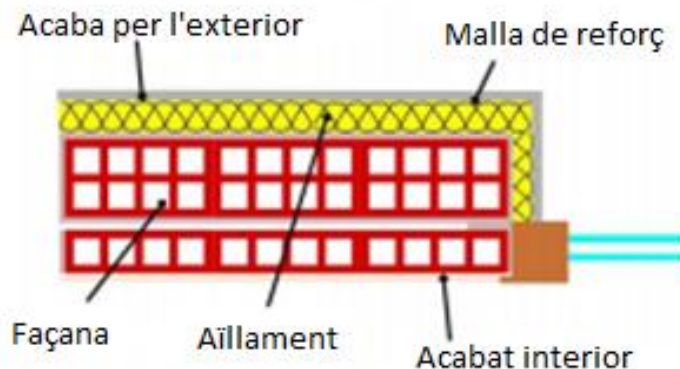
- I. Preparació del suport: La superfície del suport ha de ser plana i estar exempta d'irregularitats i defectes de planimetria. De no ser així, s'haurà de regularitzar la superfície mitjançant l'aplicació de morter.
- II. Arrancada del sistema: En la part interior es col·locarà un perfil d'arrancada amb amplada adaptada al espessor de la placa aïllant. Aquest perfil facilita l'arrancada del muntatge del sistema i garanteix la seva horitzontalitat.
- III. Muntatge de les plaques aïllant: Les plaques es col·loquen des de la part inferior i en sentit ascendent, partint del perfil d'arrancada. Les plaques poden fixar-se al suport mitjançant morter polimèric o mitjançant una fixació mecànica amb tacs especials .



- IV. Tractament de punts singulars: Les cantonades s'han de reforçar amb perfils d'alumini o PVC. Les juntes de dilatació de l'edifici es respectaran adequadament. En els punts d'unió del sistema a les fusteries, ampits i altres sortints, s'ha de deixar una folgança de uns 5mm que es replanarà amb un material mastico (resina màstic). Els contorns dels buits es reforçaran amb malles de fibra de vidre. L'espessor afegit de l'aïllament exterior implica que s'ha de prestar atenció al tractament de punts singulars, tals com: ampits de finestra, baixant d'aigües pluvials, trobaments de façana amb coberta i les projeccions com porxos i voladissos. L'instal·lador especialista podrà aconsellar sobre com tractar aquests punts d'unió. L'aïllament haurà d'endinsar-se en els entrants de les finestres per evitar la condensació en les superfícies fredes sense aïllar. No s'haurà de permetre que l'aïllament bloquegi les ventilacions de la finestra (quan existeixin).



Il·lustració 4: Detall genèric en secció de la trobada amb finestra, caixa de persiana i amb forjat. Imatge extreta de: La guia tècnica de rehabilitació de edificis (Renovarte).



Il·lustració 5: Detall genèric en planta de la trobada amb finestra: Imatge extreta de: La guia tècnica de rehabilitació de edificis (Ronovarte)





- V. Revestiment de les plaques aïllants: Es realitzarà mitjançant l'aplicació de dos capes de material de revestiment (morter polimèric o guixos especials), incorporant una malla de fibra de vidre sobre la primera capa. El espessor final de la capa de revestiment varia en funció del tipus de material empleat (5 a 10mm).
- VI. Acabat del sistema: L'acabat pot consistir en revestiments minerals o acrílics de diferents textures i colors. També es possible col·locar revestiments de peces ceràmiques. La selecció del acabat pot afectar als requisits futurs de manteniment.

El sistema SATE cada cop s'està incorporant amb major freqüència com a conseqüència de les seves excel·lents prestacions d'estalvi energètic en els períodes càlids de l'any.

En gairebé tots els casos de reparació de façanes, és recomanable l'ús del SATE, ja que els costos fixos associats a la intervenció són elevats i el sobre cost d'incloure el sistema queda molt reduït.

#### 7.1.2 Sistema d'aïllament tèrmic per l'interior

Els sistemes d'aïllament tèrmic per l'interior consisteixen en l'aplicació d'un aïllant tèrmic per l'interior, revestint-lo amb poliestirè expandit, llana mineral, revestiments a base de placa de guix laminat, maons, etc.

Aquest tipus de sistema es recomana, especialment, en els casos següents:

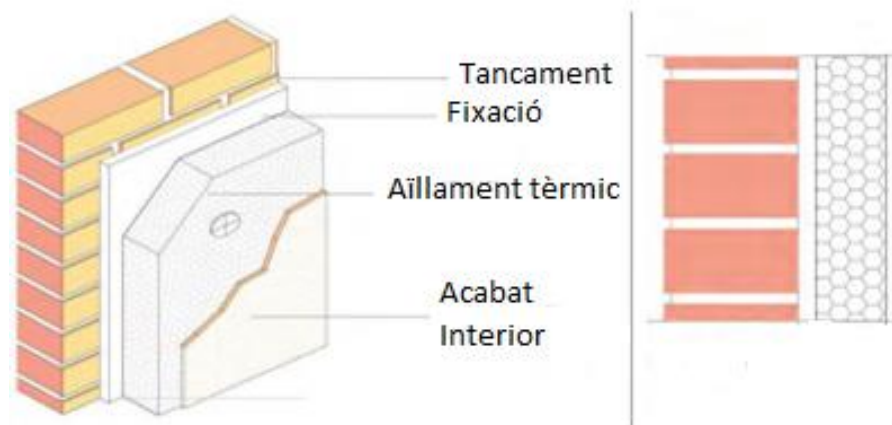
- Durant la realització d'altres treballs en l'interior de l'edifici.
- Quan no es consideri modificar l'aspecte exterior de l'edifici, amb el que no es realitzarà ninguna despesa en elements auxiliars, com andamis.
- Sempre que compensi la pèrdua de la superfície útil amb els estalvis energètics i beneficis mediambientals que suposi la intervenció.

Intervenir per l'interior present les següents particularitats:

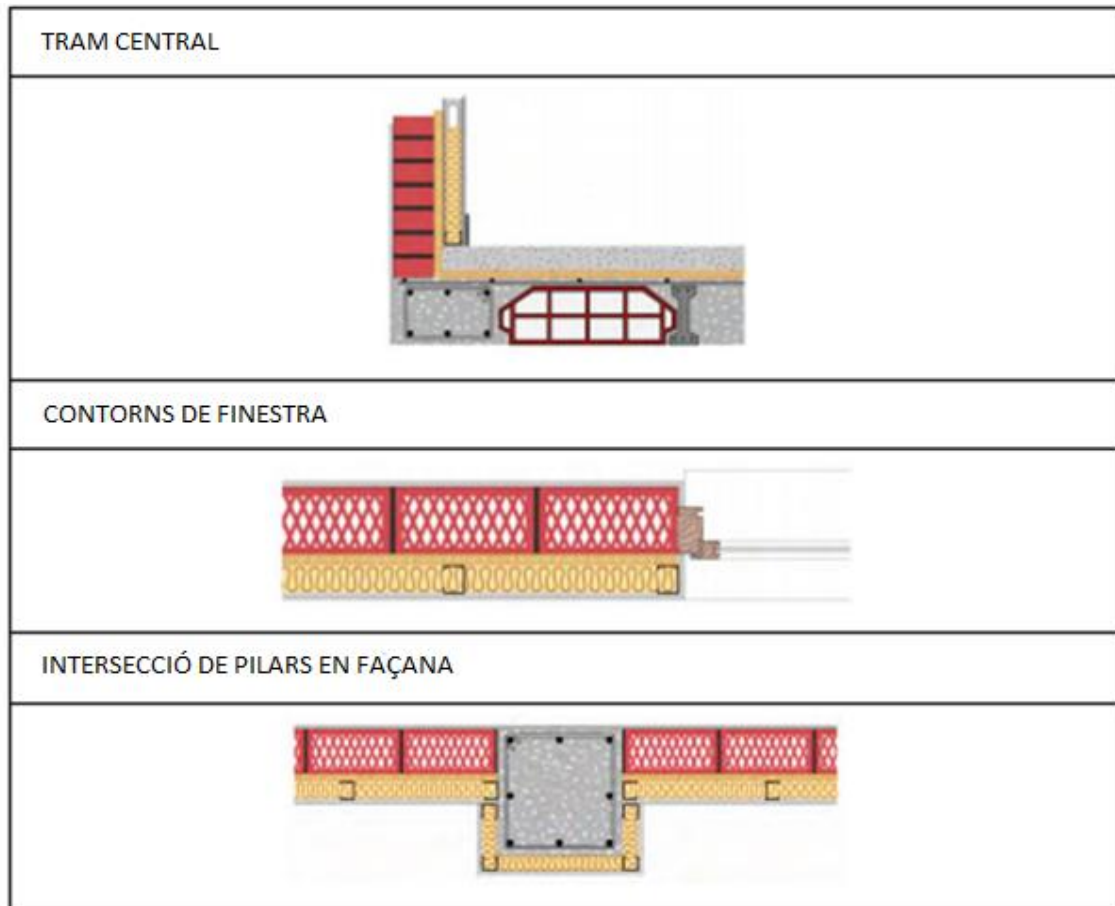
- I. S'incrementa l'aïllament tèrmic del mur suport.
- II. Poden efectuar-se intervencions parcials a nivell d'un sol habitatge o solament alguns locals.
- III. Permet sanejar els murs de fàbrica quan aquests presentin defectes, corregint els defectes de planimetria, caiguda, etc.
- IV. No es precisen de sistemes d'andamis que envairan la via pública.
- V. En el cas de l'habitatge, pot ser factible en solucions més senzilles i de poca quantia, que el propi usuari de l'habitatge emprengui, com bricolatge, l'execució de la reforma.
- VI. Es torna molt delicada la correcció dels ponts tèrmics, degut l'elevat risc de formació de condensacions superficials. Destacar que, en aïllar per l'interior, el mur de la façana es troba relativament fred i, per tant, qualsevol àrea on s'interrompi l'aïllament tèrmic, estarà freda, per sota

del punt de rosada del ambient interior i, en definitiva, amb moltes probabilitats de formar condensacions i floridures. En qualsevol cas, serà relativament senzill aïllar els anomenats ponts tèrmics "integrats" en la façana, és a dir, pilars, formació de buits, etc. Però, serà pràcticament impossible la resolució dels ponts tèrmics lineals o de contorn procedents de la intersecció de les façanes amb forjats i particions interiors, com, per exemple, els fronts dels forjats.

- VII. És especialment convenient aïllar per l'interior quan l'habitatge o l'edifici no són d'ocupació permanent. A l'aïllar per l'interior, s'aconsegueix escalfar l'habitatge amb major efectivitat i rapidesa, ja que el sistema de climatització acondicionarà sol el volum d'aire de la casa, els mobles i els acabats interiors. En definitiva, una massa i una capacitat calorífica baixa, amb el que serà fàcil d'escalfar. Pel contrari, una vegada arribat a la temperatura, la casa aïllada per l'exterior també tardarà més en enfredar-se en hivern o escalfar-se en l'estiu, punt molt important de cara al acondicionament estival.
- VIII. A l'executar-se la intervenció per l'interior, pot limitar-se a una part del immoble intervingut, per exemple, a un sol habitatge o local en particular. Per consegüent, es tracta d'una obra menor i, en principi, no es requerirà, previ a la intervenció, l'acord exprés de la comunitat de veïns.
- IX. És aplicable a qualsevol tipus de façana. En el cas d'edificis amb un grau de protecció com part del patrimoni-artístic, intervenir per l'interior serà una molt bona solució per executar l'obra de rehabilitació, ja que no es podrà fer per l'exterior.



Il·lustració 6: Detall del sistema bàsic del sistema d'aïllament tèrmic per l'interior: Imatge extreta de: La guia tècnica de rehabilitació de edificis (Renovarte).



Il·lustració 7: Detalls constructius genèrics. Imatge extreta de: *La guía técnica de rehabilitación de edificios (Renovarte)*.

### 7.1.3 Sistema d'aïllament tèrmic per injecció en les càmeres d'aire

Els sistemes d'injeccions en càmeres d'aire consisteixen en injectar l'aïllament tèrmic adequat en les càmeres existents en la façana formant una capa homogènia que millora notablement l'aïllament tèrmic i acústic. Es tracta d'una actuació que no necessita obres i que es pot realitzar tant des de l'interior com des de l'exterior de l'edifici.

Aquesta forma d'aïllar façanes requereix una mà d'obra més especialitzada. S'ha de recórrer a aquest tipus de solució quan quedin descartades altres possibilitats d'aïllament. Si s'opta per la mateixa, convé assegurar el resultat pretès. Per això, les injeccions es realitzaran a través de trepants espaiats, com a màxim, 50 cm entre sí, sense que es situïn sobre la mateixa línia.

La injecció ha de començar pels trepants situats en la part inferior, omplint la càmera de avall a dalt, lentament, ja que el material específic per aquests casos, de baixa densitat amb expansió lliure i amb un període d'escumació lent, ha de saturar el volum de la càmera sense crear tensions excessives a les fàbriques colaterals, ja que aquestes podrien arribar a esquarterar-se.



Existeix una extensa gama d'aïllaments tèrmics, depenent de les necessitats específiques de cada edifici.

- Injectat de cel·lulosa.
- Injectat de perles de poliestirè.
- Injectat de llana mineral (de roca o de vidre).
- Injectat de suro.
- Injectat de poliuretà.

Les tècniques d'injecció dels diversos productes aïllants estan molt desenvolupades i exigeixen diferents controls durant l'execució:

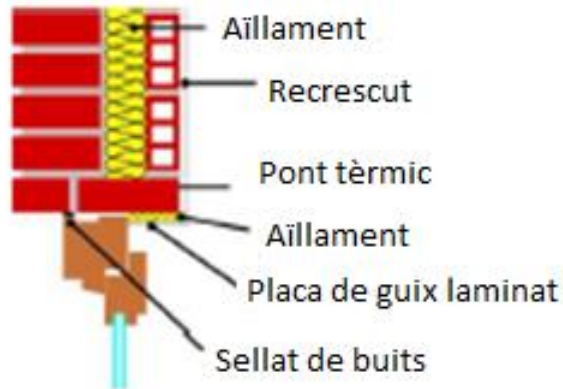
- Revisió de les façanes exteriors: La façana exterior ha d'estar en bones condicions. Si es necessita alguna reparació, s'ha de tenir en compte en la planificació dels treballs. Les esquerdes o fissures han d'avaluar-se a consciència i conèixer el seu origen. Algunes causes requereixen la intervenció de especialistes. Les zones que hagin perdut part de la façana per l'acció severa de la pluja o gel han de ser identificades i reparades. Els forats han d'estar segellats per evitar la pèrdua de l'aïllament sobretot en els casos en els que s'empri material disgregat com perles de poliestirè.
- Revisió de la fulla exterior: Els danys ocasionats pels elements de decoració han de ser reparats. Si existeix algun origen de condensacions superficials s'ha d'identificar la causa i reparar-les. S'ha de tenir especial atenció al tractament de ponts tèrmics. Qualsevol cavitat ha de ser segellada per evitar la sortida del material aïllant que omple la càmera d'aire.
- Revisió de la càmera: La càmera d'aire ha de ser continua i almenys de 5 cm d'espessor per ser emplenada. El possible cablejat interior de la càmera ha de ser substituït per un nou cablejat interior. Qualsevol element que obstrueixi la càmera pot ser origen d'un problema d'execució i evitarà l'emplenat complet de la càmera, fet que impedirà el correcte comportament tèrmic de la mateixa.

#### Emplenat de càmeres. Ponts tèrmics.

Les façanes amb càmera d'aire disposen de molts ponts tèrmics, especialment en els contorns de finestres i els trobaments amb altres elements constructius com sòls o cobertes.

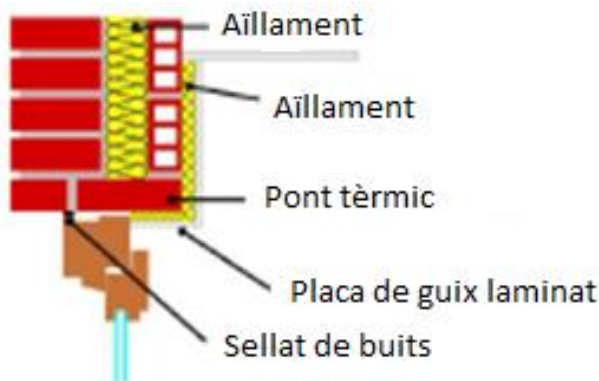
A continuació veiem de forma genèrica d'algun possible pont tèrmic, i una forma per resoldre'ls:

- Contorn de buits: Origen freqüent de condensacions. Una possible solució seria aïllar la part interior de la llinda i recobrint-lo per una placa de guix laminat.



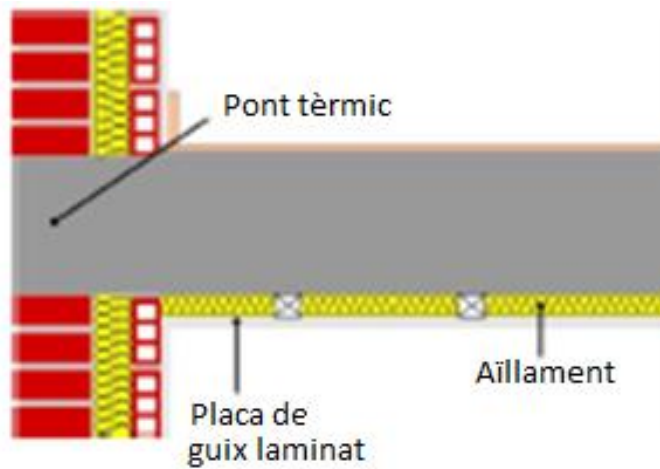
Il·lustració 8: Detall segellat de càmera d'aire, solució en contorn de buits. Imatge extreta de: La guía técnica de rehabilitación de edificios (Renovarte).

Una altra possible solució seria: augmentar el perímetre interior aïllant utilitzant un nou revestiment de placa de guix laminat en aquesta zona.



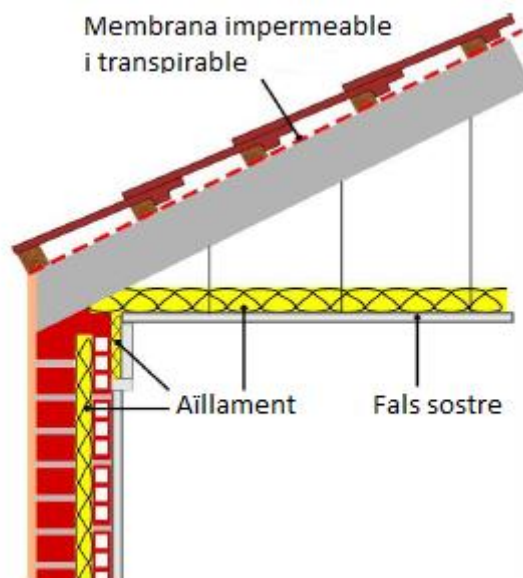
Il·lustració 9: Detall segellat de càmera d'aire, solució en contorn de buits. Imatge extreta de: La guía técnica de rehabilitación de edificios (Renovarte).

- Trobament de la façana amb el forjat (front del forjat): En aquest cas es suggereix aïllar el sostre que forma la part inferior del forjat.



*Il·lustració 10: Detall segellat de càmera d'aire, solució en trobament de façana amb el front del forjat. Imatge extreta de: La guía técnica de rehabilitación de edificios (Renovarte).*

- Trobament de la façana amb la coberta: En aquest cas es proposen dos possibles solucions: si existeix espai, estendre la capa aïllant que s'hagi utilitzat en el baix de la coberta, o bé rematar el trobament de la fulla interior amb el sostre utilitzant un extradossat en la zona crítica.



*Il·lustració 11: Detall segellat de càmera d'aire, solució en trobament de la façana amb la coberta. Imatge extreta de: La guía técnica de rehabilitación de edificios (Renovarte).*



L'omplert del volum de la càmera es pot veure entorpit per elements distorsionats interiors. En ningun cas aquest sistema pot garantir la impermeabilització del tancament.

La següent taula mostra els diferents valors de U, per a dos nivells: el compliment del CTE-HE1 i el de bones pràctiques (valors que es consideren bons per una rehabilitació energètica).

Valor U (W/mk) CTE HE1	Valor U (W/mk) Eficiència
0,57-0,94 (entre 20 i 60 mm d'aïllament)	0,20-0,30 (entre 80 i 180 mm d'aïllament)

Taula 2: Valors de U per a façanes. Taula proporcionada per: La guía técnica de rehabilitación de edificios (Renovarte).





## 7.2 Aïllament de Cobertes

La coberta de l'edifici és l'element més sensible i exposat als agents externs, tant climatològics com del propi ús, per el que la reparació de goteres, humitats i desperfectes solen ser una pràctica habitual. Però, en aquestes intervencions no és habitual aplicar criteris tèrmics o d'estalvi energètic, els beneficis dels quals son notoris.

### 7.2.1 Cobertes inclinades

En l'aïllament de cobertes es solen utilitzar aïllants en mantes o solts. Per minimitzar el pont tèrmic i millorar el segellat, la millor pràctica consisteix en aplicar l'aïllament entre les bigues del sostre.

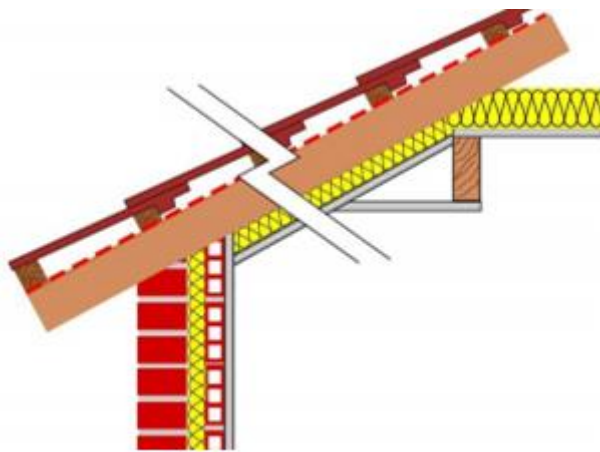
- Si la coberta té una superfície inclinada, no situa el material aïllant entre les bigues de la coberta ja que pot obstruir la ventilació creuada imprescindible. En el seu lloc, fixar l'aïllament en el sòl del espai sota coberta.
- Assegurar-se de mantenir l'altura lliure necessària.
- Evitar que l'aïllament obstrueixi les obertures de ventilació del espai sota coberta. Assegurar-se que es disposa d'orificis de 10mm en els alers i, si és necessari, instal·lar un ventilador en ells per mantenir la ventilació transversal del espai sota coberta i evitar condensacions.
- S'ha de recordar d'aïllar tots els depòsits i canonades d'aigua freda, ja que afegir aïllant en el sòl del espai sota coberta fa que aquest espai sigui més fred, ja que es redueix la entrada de calor provinent de l'habitatge. No aïllar sota dels depòsits ( llevat que estiguin molt per sobre de les bigues) doncs això impediria que els dipòsits es beneficiessin del calor ascendent del habitatge.
- Segellar totes les fissures i els forats que es troben al voltant de les canonades i cables, que passen a través del sostre. Això evitarà que l'aire humit del habitatge entri en l'espai sota coberta i es condensi en les superfícies fredes.
- Afegir més llistons per disposar de una passarel·la elevada o una superfície de emmagatzematge, evitant que es comprimeixi el material aïllant.
- Els aïllaments injectats, com la llana mineral o la cel·lulosa reciclada, haurien de ser instal·lats sol per especialistes.



### Aïllant entre i davall de les bigues

Aquest mètode és adequat per habitacions existents situades en l'espai sota coberta o la conversió de un espai sota coberta en una habitació.

- Tenir en compte que de vegades per aconseguir un bon aïllament es necessita d'un aïllant de molt espessor ( més de 60mm per sota de les bigues).
- En els sostres inclinats, facilitar una via de ventilació per sobre de l'aïllament de almenys 50mm de profunditat.
- La instal·lació del material aïllant a nivell de les bigues pot aconseguir unes elevades prestacions tèrmiques, però té un risc de condensació intersticial. Col·locar una barrera de vapor, normalment de polietilè de 500micres, al costat calent del aïllament per prevenir les condensacions. Aquesta hauria d'estar unida a qualsevol barrera de vapor de les parets adjacents.
- No perforar la barrera de vapor. Segellar qualsevol forat que es produeixi, solapar i segellar totes les juntes.



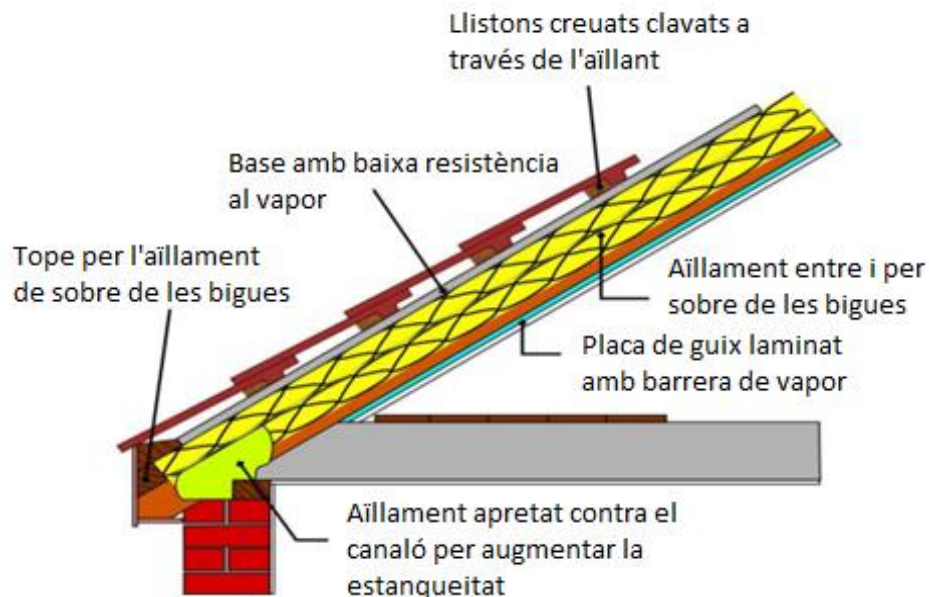
Separació de 50mm per a permetre la ventilació creuada.

*Il·lustració 12: Detall genèric aïllament de superfície inclinada en cobertes .Imatge extreta de: La guía técnica de rehabilitación de edificios (Renovarte).*

### Aïllant entre i per sobre de les bigues

Aquest mètode s'utilitza quan es renoven les teules del teulat.

- Tenir en compte que de vegades per aconseguir un bon aïllament es necessita d'un aïllant de molt espessor ( més de 60mm per sota de les bigues).
- Els majors espessors de l'aïllament probablement afectaven l'elecció de les subjeccions dels llistons suport, el aïllament i les bigues. Sempre que sigui possible s'hauria de dissenyar planxes aïllants amb bordes que encaixin uns amb els altres. Segellar les unions entre les planxes amb una cara d'alumini mitjançant cinta d'alumini autoadhesiva. Qualsevol producte a través de la barrera de vapor també s'haurà de segellar.
- Omplir l'espai entre la paret i l'aïllament del teulat amb els canalons per reduir les pèrdues d'aire. Utilitzar una capa inferior de poca resistència al vapor per a que d'humitat no quedi atrapada en les fustes del teulat.
- Posar llistons en un sentit i un altre del teulat per a que la capa inferior dreni la humitat fins al canaló. Es poden utilitzar subjeccions específiques per instal·lar els llistons creuats sobre del aïllament.
- Si es crea un buit darrera de la placa de guix per als serveis, és important que aquest segelli a dalt i a baix. Això eliminarà el moviment d'aire i minimitzar les pèrdues de calor.
- La instal·lació d'aïllament a nivell de les bigues pot aconseguir elevades prestacions tèrmiques, però pot haver un risc de condensacions intersticials. Per evitar-ho, s'haurà d'instal·lar una barrera de vapor al costat calents del aïllament.
- És bo contactar amb el fabricant de l'aïllament per tal de tractar els requisits tèrmics i avaluar el risc de condensació intersticial. S'hauria de fer abans de començar els treballs.



Il·lustració 13: Detall genèric d'aïllament de superfície inclinada en cobertes. Imatge extreta de: La guía técnica de rehabilitación de edificios (Renovarte).

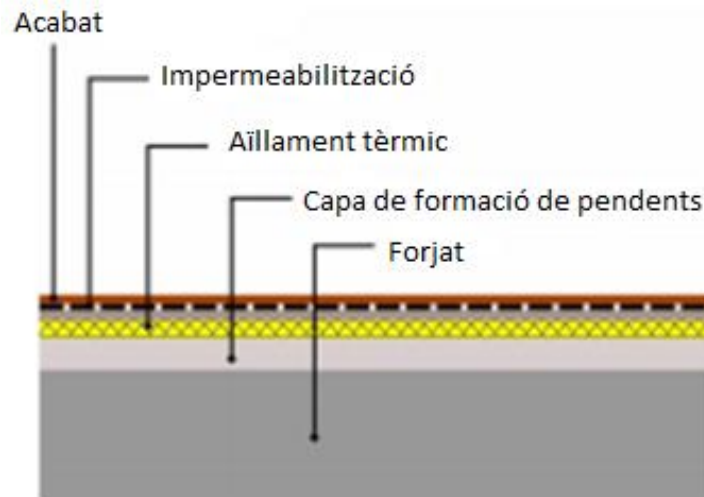
### 7.2.2 Cobertes planes

El mètode preferit és col·locar l'aïllament sobre de la superfície del terrat. L'aïllament s'hauria de col·locar sota de la impermeabilització en una construcció de coberta calenta o sobre de la impermeabilització en una construcció de coberta invertida.

Una mala instal·lació pot originar condensacions sota de la impermeabilització en les construccions de coberta invertida.

S'ha de cuidar l'execució al rematar les zones de la vora i el parapet dels terrats, és molt important per unes bones prestacions tèrmiques i durabilitat de la construcció.

- Les planxes aïllants han de ser rígides.
- Els materials aïllants seran compatibles amb els materials utilitzats en la impermeabilització. En el cas contrari instal·lar una capa separadora del tipus geotèxtil.



*Il·lustració 14: Detall genèric d'aïllament de superfície plana en cobertes. Imatge extreta de: La guia tècnica de rehabilitació de edificis (Renovarte).*

### 7.2.2.1 Cobertes invertides

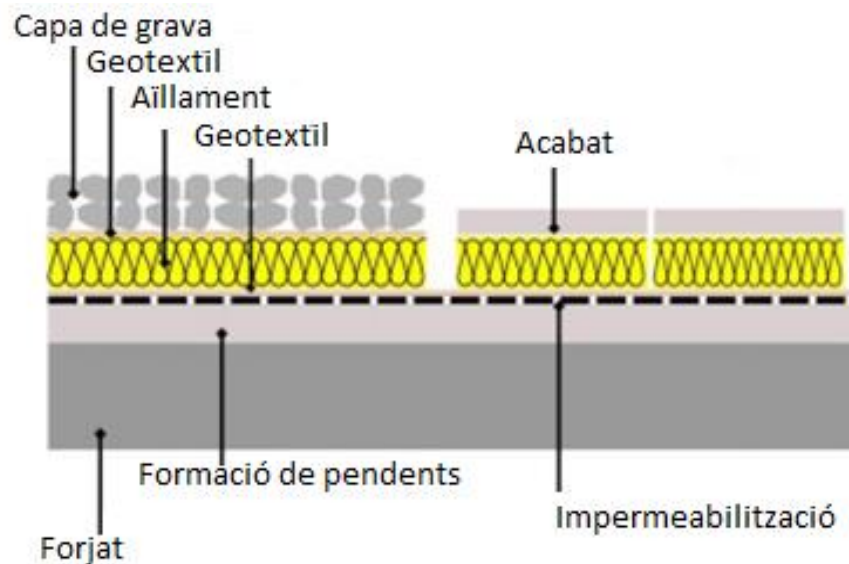
L'aigua de la pluja a través de la capa de grava i de les juntes en l'aïllament de les cobertes invertides. Quan entra en contacte amb la impermeabilització, augmenta la pèrdua de calor.

Les prestacions d'una coberta determinada es veuran molt afectades per la pluviometria local anual. Consultar directament al fabricant de l'aïllament sobre la idoneïtat de una coberta invertida en un edifici determinat.

La estructura de la coberta existent ha de ser capaç de suportar el pes afegit, especialment el de la capa de protecció pesada de grava.

Els materials aïllants seran compatibles amb els materials utilitzats en la impermeabilització. En el cas contrari instal·lar una capa separadora del tipus geotèxtil.

L'espessor de la protecció pesada de grava ha de ser de almenys 5cm.



Il·lustració 15: Detall genèric d'aïllament en una coberta invertida. Imatge extreta de: La guia tècnica de rehabilitació de edificis (Renovarte).

La següent taula mostra els diferents valors de U, per a dos nivells: el compliment del CTE-HE1 i el de bones pràctiques (valors que es consideren bons per una rehabilitació energètica).

Valor U (W/mk) CTE HE1	Valor U (W/mk) Eficiència
0,35-0,50 (entre 50 i 90 mm d'aïllament)	0,16-0,24 (entre 130 i 230 mm d'aïllament)

Taula 3: Valors de U per a cobertes. Taula proporcionada per: La guia tècnica de rehabilitació de edificis (Renovarte).

## 7.3 Aïllament dels sòls

### 7.3.1 Forjats de fusta

Totes les fustes han de ser inspeccionades per avaluar el seu estat en quant a humitats, podridura o infeccions. S'haurà de realitzar treballs de correcció abans d'instal·lar el material aïllant. S'hauria de mantenir una ventilació creuada davall del pis per eliminar la humitat, evitar les podridures i la aparició de floridures.

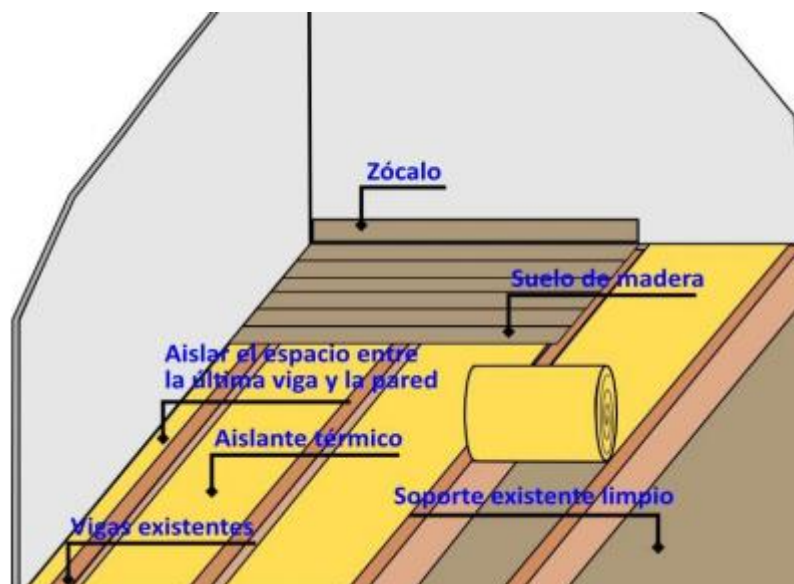
Normalment no es recomana utilitzar una barrera de vapor en les plantes baixes de fusta posat que manté la humitat. Els cables elèctrics no han d'entrar en contacte amb l'aïllant.

És important segellar qualsevol separació del sòl. Això evitarà l'entrada de corrents en la casa des de l'espai ventilat sota del sòl.

Les canonades d'aigua han d'estar ben aïllades.

#### 7.3.1.1 Accés superior al forjat de fusta

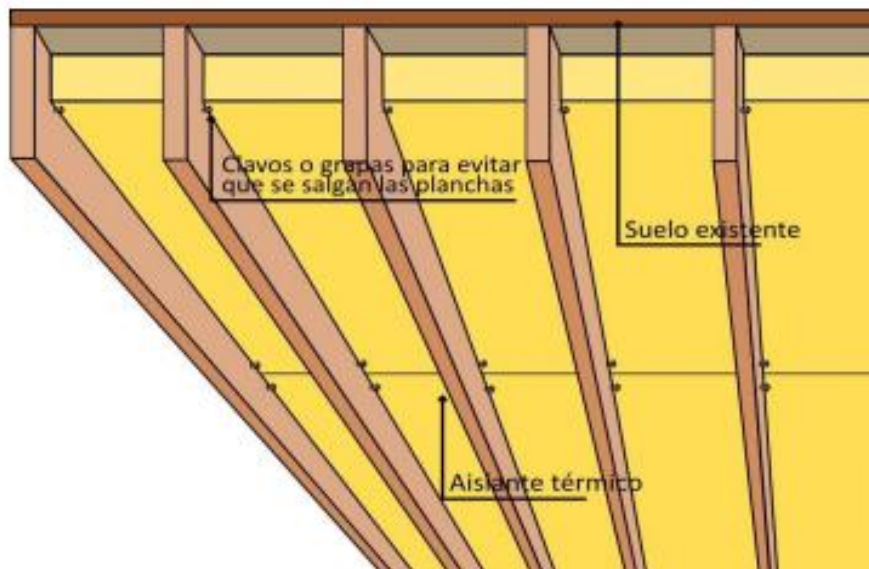
- Per afegir aïllant, serà necessari aixecar el terra de fusta original permetent el accés al espai que queda entre els llistons.
- L'aïllament haurà d'encaixar perfectament entre els taulons per minimitzar les vies d'entrada d'aire exterior (infiltracions).
- La instal·lació de calefacció gradualment assecarà i encongirà la fusta. Els espais i fissures resultants permetran l'entrada d'aire exterior des de l'espai ventilat inferior, especialment en cases velles amb llistons rematats amb esquadra. Aquestes corrents d'aire entre les planxes del terra es poden reduir col·locant taulers de contraxapat o d'aglomerat.



Il·lustració 16: Aïllament de forjats de fusta. Detall de la distribució del aïllament per la cara superior. Imatge extreta de: La guía técnica de rehabilitación de edificios (Renovarte).

### 7.3.1.2 Accés inferior al forjat de fusta

- És possible instal·lar fàcilment l'aïllant quan existeixi un espai inferior no habitable com una bodega o un soterrani.
- L'aïllament haurà d'encaixar perfectament entre els taulons per minimitzar les vies d'entrada d'aire exterior (infiltracions). L'aïllant en mantes es pot mantenir mitjançant xarxes, mentre que les planxes d'aïllant rígid d'espuma es poden sostenir mitjançant claus, grapes o tauletetes sortints.
- Les planxes d'aïllant rígid d'espuma s'han de tallar per poder adaptar-les a la mida requerida. L'aïllant s'haurà d'estrènyer contra la part inferior dels taulons del sostre per evitar que les corrents d'aire exterior passin entre els dos. Els cables elèctrics i les canonades poden dificultar la col·locació. En determinats casos pot resultar més pràctic deixar un buit de servei entre el aïllant i el sostre i segellar els extrems.
- És molt important contactar amb els fabricants d'aïllaments per obtenir informacions més detallades, i per facilitar la col·locació de l'aïllament en el forjat, és important un bon assessorament per part dels professionals de l'àmbit.



Il·lustració 17: Aïllament de forjats de fusta. Detall de la distribució del aïllament per la cara inferior. Imatge extreta de: La guía técnica de rehabilitación de edificios (Renovarte).

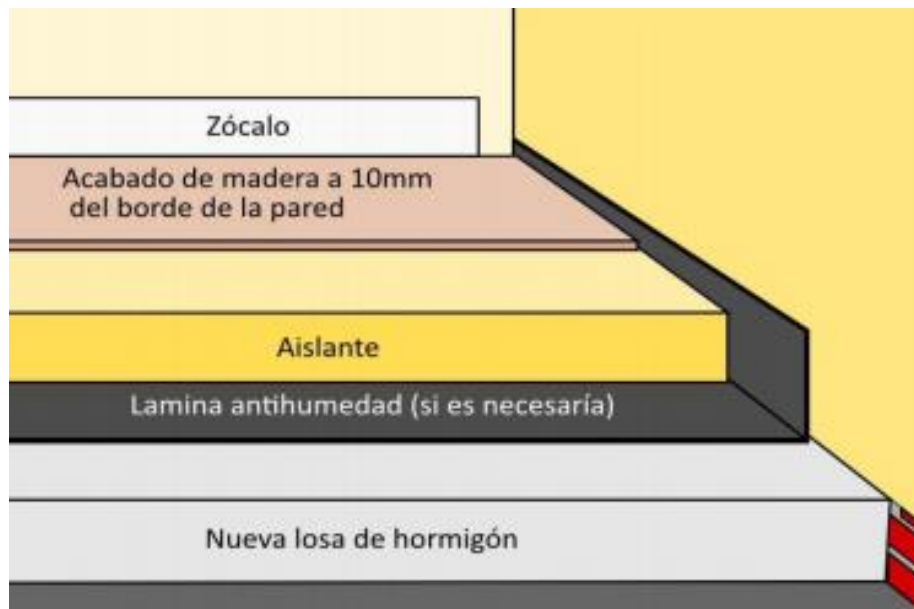


### 7.3.2 Forjats de formigó

És important que el terra acabat coincideixi amb el nivell del anterior. Això evitarà desnivells o escalons d'altura excessiva en les portes exteriors o escales.

#### 7.3.2.1 Aïllament sobre una nova llosa

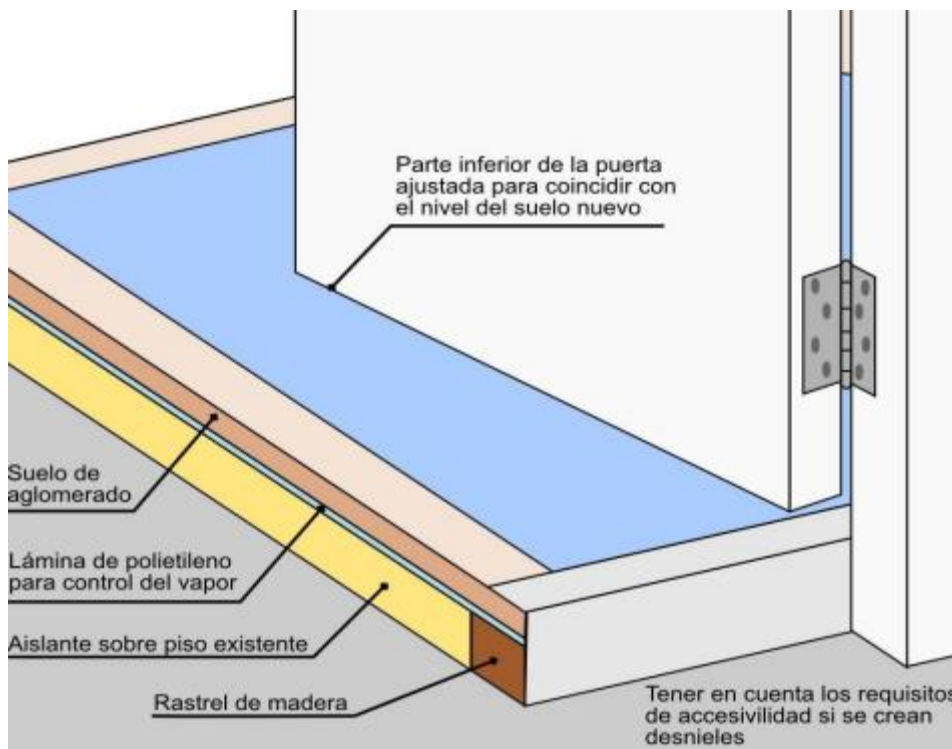
- Col·locar l'aïllament tèrmic sobre la llosa de formigó ajuda a que les habitacions s'escalfin més ràpidament.
- Col·locar la membrana d'impermeabilització sobre la llosa de formigó per evitar que la humitat provinent del fraguat del formigó de la llosa pugui afectar al nou paviment.
- Amb forjats amb acabats de fusta i membranes d'impermeabilització sobre la llosa, no és necessari esperar a que el suport resistent perdi humitat. És possible caminar immediatament sobre l'acabat de fusta després de la seva instal·lació.
- Les unions encadellades de l'acabat de fusta s'hauran d'unir mitjançant cola impermeable.
- Deixa una separació de 10mm entre l'acabat de fusta i el perímetre de l'habitació. Aquesta separació permetrà l'expansió de la fusta pe la humitat i els canvis de temperatura.
- El recobriment de PVC dels cables elèctrics pot deteriorar-se amb el contacte amb els aïllants de poliestirè, important recobrir els cables amb tires de protecció o col·locar-los en conductes.
- Utilitzar aglomerats resistents a la humitat, amb bordes encadellats en els quatre costats. (Marcat en UNE EN 13986).



Il·lustració 18: Aïllament de forjats de formigó. Detall de l'aïllament per una nova llosa. Imatge extreta de: La guía técnica de rehabilitación de edificios (Renovarte).

### 7.3.2.2 Aïllament de una llosa existent

- Si el sòl de formigó existent pateix humitats, hauran de corregir-se abans de realitzar els treballs d'aïllament.
- L'única forma senzilla d'aïllar una solera de formigó consisteix en afegir aïllant i un nou paviment a sobre.
- El nou nivell més elevat del terra acabat necessitarà un reajustament dels rodapeus i de l'altura de les portes. S'ha de tenir en compte que lo anterior pot originar esgraons desiguals o molt alts en les escales i portes exteriors, manilles de portes mal col·locades, menor altura de habitacions o adaptacions d'elements.



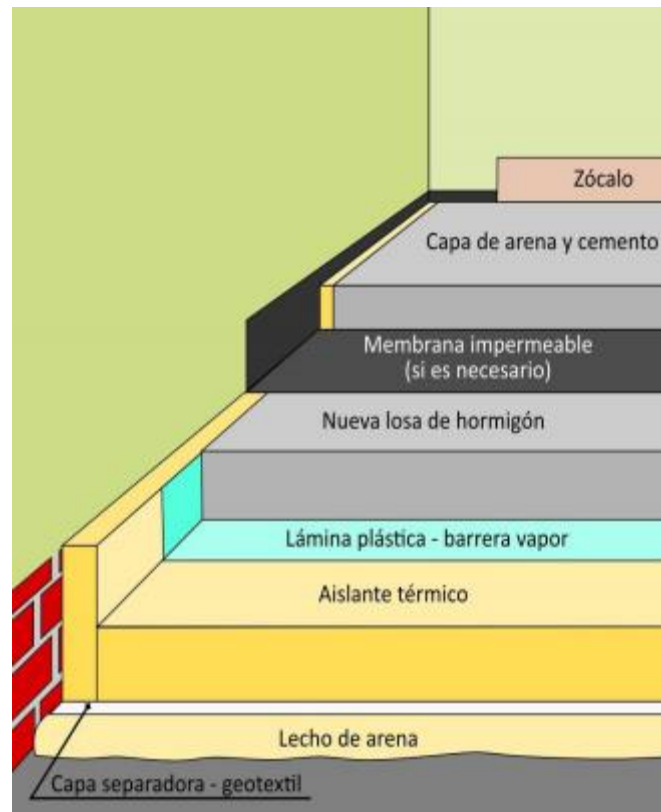
Il·lustració 19: Aïllament de forjats de formigó. Detall de l'aïllament per una llosa existent. Imatge extreta de: La guía técnica de rehabilitación de edificios (Renovarte).



### 7.3.2.3 Aïllament sota de una nova llosa

És una molt bona opció per a nous terres d'habitacions, ja que la llosa de formigó ajuda a absorbir el calor del Sol, reduint així l'aportació de calor dels sistemes de calefacció.

- La membrana impermeable es pot col·locar sobre o sota de la llosa.
- S'haurà de col·locar una tira d'aïllament vertical al voltant del perímetre de l'habitació, a la mateixa altura que la llosa. Això limitarà la pèrdua de calor pels bordes de la llosa.
- Les juntes entre les planxes aïllants hauran de cobrir-se amb una cinta o una capa impermeable per evitar que passi la lletada del formigó entre les juntes.



Il·lustració 20: Aïllament de forjats de formigó. Detall de l'aïllament per davall de una llosa nova. Imatge extreta de: La guía técnica de rehabilitación de edificios (Renovarte).

La següent taula mostra els diferents valors de U, per a dos nivells: el compliment del CTE-HE1 i el de bones pràctiques (valors que es consideren bons per una rehabilitació energètica).

Valor U (W/mk) CTE HE1	Valor U (W/mk) Eficiència
0,48-0,53 (entre 40 i 60 mm d'aïllament)	0,31-0,40 (entre 60 i 100 mm d'aïllament)

Taula 4: Valors de U per a forjats. Taula proporcionada per: La guía técnica de rehabilitación de edificios (Renovarte).



## 7.4 Tancaments de forats: Marcs i vidres

La rehabilitació dels buits de façana, tant en lo referent al envidrament com als marcs o perfils, es presenta com una via òptima per aconseguir millores significatives en la demanda energètica de l'edifici.

Per la seva pròpia naturalesa, el buit és la part tèrmicament més feble de l'envolupant d'un edifici, i és per on es produeixen les majors pèrdues d'energia. A més, en el cas dels buits envidrats, és necessari considerar tant l'aïllament tèrmic ofert per la solució adoptada com les seves prestacions en control solar, que comportaran menors consums d'aire condicionat o major confort en règim d'estiu.

Les prestacions tèrmiques de tots aquells habitatges que tinguin finestres amb una única fulla de vidre són molt limitades, i la reposició del vidre per un vidre aïllant (doble envidrament) o per vidres d'aïllament tèrmic reforçat. Evitant així que per la finestra s'escapi la calefacció a l'hivern i que no entri calor a l'estiu. Serà una bona solució per millorar les prestacions tèrmiques de l'edifici.

En general, la renovació dels vidres i marcs és una de les accions més eficients per a la millora de l'eficiència energètica de l'edifici, augmentant el confort tèrmic dels habitatges. Tant és així, que podria considerar-se que, en la Qualificació Energètica de l'habitatge, només s'aconseguiran els nivells superiors si es realitzen tancaments d'altres prestacions en els aspectes tèrmics.

Un primer pas és la substitució dels vidres monolítics tradicionals per un doble envidrament. Això proporcionarà una millora substancial respecte al vidre inicial.

Si ja existeix doble envidrament, la instal·lació d'envidraments amb vidres baix emissius o d'aïllament tèrmic reforçat reduirà significativament les pèrdues d'energia a través dels buits, disminuint el consum d'energia necessària per aconseguir el mateix nivell de confort.

El fred i la calor són alguns dels problemes que passem per la finestra i redueixen el confort de l'habitatge. Tant els marcs com els envidraments disponibles avui al mercat, ofereixen diferents graus d'aïllament tèrmic tant de cara a l'hivern com a l'estiu.

#### 7.4.1 Marcs

El marc representa habitualment entre el 25% i el 35% de la superfície del buit. Les seves principals propietats, des del punt de vista de l'aïllament tèrmic, són la transmitància tèrmica i la seva absortivitat. Aquestes dues propietats participen en funció de la fracció de superfície ocupada pel marc en la transmitància total del buit i el factor solar modificat del mateix.

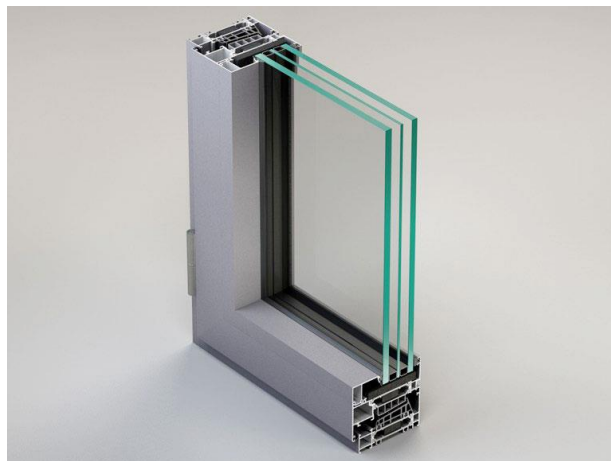
Classificarem els diferents tipus de marcs en funció del material amb els que estan fabricats:

1. Metàl·lic: normalment, estan fabricats en alumini o acer amb diferents acabats: lacats en diferents colors, anoditzats, etc. La seva participació en la superfície del buit sol ser baixa, entorn del 25%, amb diferents sistemes de tancament i obertura. Com a valor de la transmitància tèrmica comunament acceptat es considera  $U = 5,7 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ . Aquest elevat valor fa que, avui dia, no pugui utilitzar-se en algunes zones climàtiques, segons el CTE. On si està permès, pot compensar-se amb envidraments d'aïllament tèrmic reforçat o vidre de baixa emissivitat.

La influència sobre el factor solar modificat del buit pot ser molt variable en funció dels diferents colors. Els sistemes d'obertura i tancament, així com la hermeticitat oferta, poden condicionar la major o menor entrada d'aire.

- 1.1. Metàl·lic amb RPT: la ruptura de pont tèrmic consisteix en la incorporació d'elements separadors de baixa conductivitat tèrmica que connecten els components interiors i exteriors de la fusteria, aconseguint reduir el pas d'energia al seu través i millorant el comportament tèrmic. Els valors de transmitància tèrmica comunament acceptats per a aquest tipus de fusteries són de  $U = 4,0 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  fins a  $U = 3,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  en funció de l'amplària dels elements separadors que configuren la ruptura de pont tèrmic. La seva participació en la superfície total del tancament està entorn del 25-30%.

La ruptura de pont tèrmic no té influència sobre la absortivitat, però sí sobre la transmissió tèrmica a l'interior i, per tant, té una lleugera influència sobre el factor solar modificat del buit.



*Il·lustració 21: Seccions característiques: fusteria metàl·lica (imatge esquerra) i fusteria metàl·lica amb ruptura de pont tèrmic (imatge dreta). Imatge extreta de la web: <http://www.ventacan.com>*

2. Fusta: es tracta de perfils massissos de fusta que, per la seva naturalesa alveolar, proporcionen uns nivells importants d'aïllament tèrmic, afavorit per la seva baixa conductivitat. Els valors de transmitància depenen de la densitat de la fusta utilitzada, considerant-se un interval de  $U = 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$  fins a  $U = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ . La seva participació percentual en la superfície total del buit és molt variable, però pot estimar-se entorn del 30% i superior. El seu principal inconvenient ha estat, en temps enrere, l'exigència de manteniment. Actualment, això s'ha superat, en bona mesura, per les qualitats de les fustes emprades i els tractaments als quals són sotmeses.



*Il·lustració 22: Seccions característiques: fusteria de fusta. Imatge extreta de: La web del grup Gil Mata (fabricants de finestres de fusta).*

3. Pvc: les fusteries estan formades, normalment, per perfils buits de PVC, amb dues o tres càmeres, oferint un comportament tèrmic de primer ordre. Els valors de transmitància comunament acceptats són de  $U = 2,2 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  fins a  $U = 1,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ . Habitualment, són fusteries de secció àmplia i, per tant, la seva participació en el buit és elevada, del 35% al 40% en funció de les grandàries de buit.

Actualment, existeix una àmplia varietat de qualitats i acabats, així com de sistemes d'obertura i tancament, que permeten una àmplia gamma de dissenys del tancament, aconseguint-se valors de  $U = 1,3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  en algunes sèries.



Il·lustració 23: Seccions característiques: fusteria de PVC. Imatge extreta de: Guia de rehabilitación energética de edificios de viviendas.

4. Altres: existeixen altres tipologies de marcs menys presents al mercat, les prestacions tèrmiques del qual són similars a les anteriors. Entre elles, poden citar-se les finestres mixtes fusta-alumini, mixtes alumini-fusta, poliuretà amb nucli metàl·lic, metàl·liques amb ruptura de pont tèrmic farcides d'escuma aïllant, etc.



Il·lustració 24: Seccions característiques: fusteria mixta fusta-alumini. Imatges extreta de la web de l'empresa Cortizo.



Independentment dels materials del marc, el sistema d'obertura i tancament de la finestra i el seu manteniment són fonamentals en el comportament tèrmic del tancament. La seva permeabilitat a l'aire, és a dir, el pas d'aire quan la finestra tancada es sotmet a una pressió diferencial entre ambdues cares, condiciona les seves prestacions finals teòriques. La classificació de les finestres segons la seva permeabilitat a l'aire està definida en la norma UNE-EN 12207 establint 5 classes (0,1, 2, 3 i 4) segons augmenta aquesta prestació.

Perfil	Transmitància tèrmica U (W/m <sup>2</sup> k)
Metà·lic	5,7
Metà·lic RPT (4mm ≤d< 12mm)	4,0
Metà·lic RPT d≥ 12mm	3,2
Fusta dura (ρ=700 Kg/m <sup>3</sup> i 60 mm d'espessor)	2,2
Fusta blanda (ρ=500 Kg/m <sup>3</sup> i 60 mm d'espessor)	2,0
Perfils buits de PVC (2 càmeres)	2,2
Perfils buits de PVC (3 càmeres)	1,8

Taula 5:Trànsmitància tèrmica dels perfils segons UNE-EN ISO 10077-1.

#### 7.4.2 Vidres

El vidre és l'element fonamental en el tancament si s'atén a la superfície ocupada. La seva principal propietat és la transparència, permetent elevades aportacions de llum natural que contribueixen al confort de l'habitatge sense comprometre les seves prestacions d'aïllament tèrmic.

Des de la perspectiva de l'aïllament tèrmic, les principals característiques a tenir en compte del envidrament són:

- Coeficient U o transmitància tèrmica ( $W/m^2K$ ): expressa la transferència tèrmica a través d'una paret per conducció, convecció i radiació en funció de la diferència de temperatures a banda i banda de la mateixa. Com més baix sigui, menor quantitat de calor travessa l'envidrament i més aïllament ofereix.
- Factor solar (g): és la fracció de l'energia de la radiació solar incident que penetra en el local a través de l'envidrament. Es constitueix per la fracció d'energia transmesa més l'energia absorbida pel vidre que és irradiada a l'interior. El seu valor és sempre menor que la unitat. Quant menor sigui el factor solar d'un envidrament menor és la quantitat d'energia de la radiació solar que travessa, i major la protecció solar que ofereix.


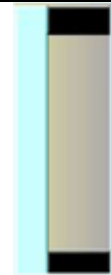


Els vidres poden classificar-se en diferents grups en funció de la seva configuració i de la presència de capes metàl·liques que milloren les seves prestacions d'aïllament tèrmic i control solar:

1. Vidre senzill (monolític): formats per una única fulla de vidre o per dos o més fulles unides entre si en tota la seva superfície per mitjà de plàstics intercalats. Les prestacions tèrmiques d'un vidre monolític poden considerar-se estables per als vidres incolors habituals, ja que tant la transmitància tèrmica com el factor solar es veuen mínimament reduïts en augmentar l'espessor. Com a valor de referència de la transmitància tèrmica es pot prendre un valor de  $U = 5,7 W/m^2K$  i de 0,83 com a valor del factor solar (g).
2. Doble envidrament o Unitat de Vidre Aïllant (UVA): conegut, generalment, com a doble envidrament, o vidre de càmera, fa referència al conjunt format per dos o més làmines de vidres monolítics separats entre si per un o més espaiadors, hermèticament tancats al llarg de tot el perímetre. Les unitats de vidre aïllant, o doble envidrament, en tancar entre dos panells de vidre una cambra d'aire, immòbil i sec, aprofitant la baixa conductivitat tèrmica de l'aire, limiten l'intercanvi de calor per convecció i conducció. La principal conseqüència és un fort augment de la seva capacitat aïllant, reflectit en la dràstica reducció de la seva transmitància tèrmica ( $U = 3,3 W/m^2 K$ , per a la composició més bàsica 4-6-4 (vidre – càmera – vidre)). L'augment progressiu de l'espessor de la càmera proporciona una reducció gradual de la transmitància tèrmica. Aquesta



reducció deixa de ser efectiva quan es produeixen fenòmens de convecció dins de la mateixa (entorn dels 17 mm). El valor g està entorn de 0,75. El factor solar (g) es pot modificar de forma important mitjançant la substitució del vidre exterior per un vidre de control solar. Igualment, els vidres de baixa emissivitat aporten un control solar significatiu.

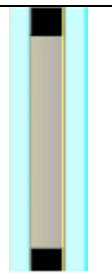



És necessari preveure la instal·lació dels dobles envidraments sobre fusteries dotades de drenatge, ben segellades i que impedeixin l'emmagatzematge d'aigua i humitat permanent. La situació contrària pot ocasionar el deteriorament del segellant i la pèrdua d'estanqueïtat de la càmera.

Composició	4-6-4	4-8-4	4-10-4	4-12-6
				
U (W/m <sup>2</sup> K)	3,3	3,1	3,0	2,9

Taula 6: Transmissió tèrmica del doble envidrament. Imatge extreta de: Guia de rehabilitación energètica de edificios de viviendas. Proporcionada per: SGG Climalit

3. Vidre de baixa emissivitat: es tracta de vidres monolítics sobre els quals s'ha dipositat una capa d'òxids metàl·lics extremadament fina. Normalment, aquests vidres han d'anar assemblats en doble envidrament oferint, així, les seves màximes prestacions d'aïllament tèrmic.

Els vidres de baixa emissivitat estan dotats d'una capa metàl·lica invisible que reflecteix cap a l'interior part de l'energia de la calefacció incident, disminuint l'absorció del propi vidre i, per tant, l'energia que emet cap a l'exterior. Quan aquest tipus de vidre posseeix també prestacions de control solar, llavors es situa com a vidre exterior a fi d'optimitzar el seu comportament en les diferents èpoques de l'any.

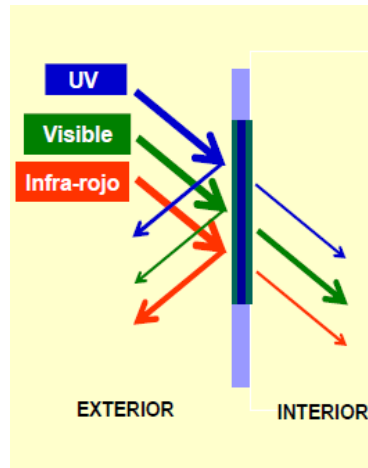
Composició	4-6-4	4-8-4	4-10-4	4-12-6
Un vidre normal i un vidre baix emissiu				
U (W/m <sup>2</sup> K)	2,5	2,1	1,8	1,7

Taula 7: Transmissió tèrmica del doble envidrament amb vidre baix emissiu. Imatge extreta de: Guia de rehabilitación energètica de edificios de viviendas. Proporcionada per: SGG Climalit



4. Vidre de control solar: poden agrupar-se sota aquesta denominació vidres d'una naturalesa molt diferent: vidres de color, serigrafiats o de capa. Si bé és a aquests últims als quals, normalment, es fa referència com a vidres de control solar.

Aquests vidres posseeixen la propietat de reflectir part de l'energia de la radiació solar rebuda, disminuint la quantitat d'energia que travessa el vidre. Això implica que, en les èpoques de major assolellament, el reescalfament que sofreixen els habitatges es redueix i les necessitats de climatització siguin menors, conservant a l'interior temperatures més confortables.



*Il·lustració 25: Funcionament del vidre de control solar. . Imatge extreta de: Guia de rehabilitación energética de edificios de viviendas.*

### 7.4.3 Transmissió tèrmica del tancament

La transmissió tèrmica del buit pot calcular-se amb exactitud segons la norma UNE-EN-ISO 10077 considerant tots els efectes perimetrals però, a efectes pràctics, pot considerar-se que és directament proporcional a les propietats dels materials i a la participació dels marcs i vidres en el conjunt de la superfície del buit. Així, el CTE proposa per al seu càlcul la següent fórmula:

$$U_h = (1 - FM) \cdot U_{H,v} + FM \cdot U_{H,m}$$

On:

- $U_{H,m}$  = la transmissió tèrmica de la part semitransparent [W/m<sup>2</sup>h].
- $U_{H,v}$  = la transmissió tèrmica del marc de la finestra, lluernari o porta. [W/m<sup>2</sup>h].
- FM = la fracció del buit que ocupada pel marc.

A causa de la major participació de l'envidrament en la finestra, els guanys produïts en la U de l'envidrament tenen major repercussió que aquelles aconseguides per al mateix guany de la U del marc.

### 7.4.4 Factor solar del tancament

És necessari considerar tant el marc, per la seva participació en el que pot considerar-se com a zona d'ombra, com l'envidrament, amb les seves prestacions de control solar. La incidència de l'envidrament és molt superior, fonamentalment per la superfície ocupada. La influència del marc en aquest paràmetre és sensiblement menor, sent funció del material del marc i del seu color. El seu càlcul pot realitzar-se segons la següent expressió recollida en la CTE:

$$F = (1 - FM) \cdot g_{\perp} + FM \cdot 0,04 \cdot U_m \cdot \alpha$$

On:

- FM = fracció de marc sobre el total del buit.
- $g_{\perp}$  = Factor solar del vidre.
- $U_m$  = Transmissió tèrmica del marc.
- $\alpha$  = Absortivitat del marc (en funció del color).

A efectes normatius, poden considerar-se elements d'ombrejat exterior, com poden ser reculades, volades, tendals o persianes. En aquests casos, haurà d'aplicar-se un factor corrector, factor d'ombra, tal com recull el CTE en l'Apèndix I del DB HE1, obtenint-se així el factor solar modificat del buit al que fan referència els requisits especificats en el mateix.



## BLOC II

## 1 Estat actual

### 1.1 Situació i localització

L'edifici en qüestió proposat per aquest treball es troba situat a la ciutat de Lleida, al carrer Correu Vell nº8, cantonada amb l'avinguda Blondel. Per tant, l'edifici té dues façanes, ja que és un edifici en cantonada.

INFORMACIÓ EDIFICI	
Localitat	Lleida
Carrer	Correu Vell
Primeres referències edifici	1941
Classe	Urbà
Ús	Residencial
Tipus de finca	Parcel·la amb diversos immobles (divisió horitzontal)
Superfície parcel·la	En planta baixa és de 174.65 m <sup>2</sup> .
Forma de la parcel·la	Rectangular
Orientació de la parcel·la	sud-est nord-oest en direcció longitudinal a la parcel·la
Referència cadastral	1996803CGD0019F002WS

Taula 8: Informació general de l'edifici

Superfícies útils (m2)	
Planta baixa	114,38
Principal	123,85
Primera	126,82
Segona	126,82
Tercera	126,82
Quarta	99,3
Sots-coberta	24,65
Zones comuns	69,72

Superfície façanes (m2)	
Correu Vell	345,58
Av. Blondel	181,32

Taula 9: Informació de les superfícies de l'edifici



Il·lustració 26: Edifici estudiat vist des de l'avinguda Blondel

## Emplaçament



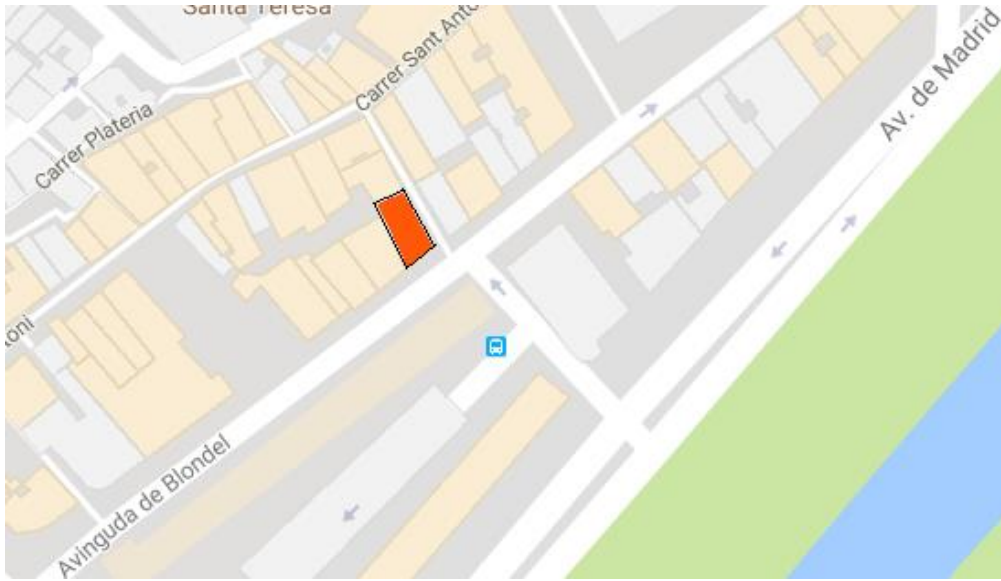
Il·lustració 27: Emplaçament edifici estudiat



Il·lustració 28: Emplaçament edifici estudiat



Il·lustració 29: Emplaçament edifici estudiat



*Il·lustració 30: Emplaçament edifici estudiat*



## Descripció del solar i preexistències

El solar és en cantonada i està situat donant al carrer Correu Vell i l'Avinguda de Blondel, dins del recinte del Centre Històric de Lleida. Així mateix, es troba fora del que era el recinte medieval emmurallat, segons informació facilitada pel servei d'arqueologia de l'ajuntament de Lleida, ja que la mitgera amb l'edifici veí per Correu Vell, està just al límit per l'exterior de la muralla medieval construïda els anys 1364-65. Així mateix es sap que sota l'edifici hi ha una de les torres de la muralla, detectada en les excavacions arqueològiques prèvies a la construcció dels edificis veïns.

Damunt la finca hi ha un edifici d'habitatges plurifamiliar en cantonada, amb dues façanes, una donant al carrer Correu Vell i l'altra a Blondel. Les primeres referències de l'edifici, daten de l'any 1941, en aquell moment constava de planta baixa i un pis, en aquell mateix any es redacta un projecte de remunta per construir planta baixa 3 plantes pis i un àtic. L'any 1950 s'inscriu la declaració d'obra nova, passant a tenir planta baixa, quatre plantes pis i un àtic, no es sap si en aquesta mateixa data o posteriorment, però sí abans del 1966, es va construir un habitatge una planta més amunt, i retirat de les dues façanes, quedant així desenvolupat en planta baixa, cinc plantes pis i un àtic, segons escriptures (tot i que en aquesta hi posa planta baixa, 6 plantes pis i un àtic, que suposem és un error). Actualment l'edifici consta de planta baixa, amb tres locals comercials, 5 plantes pis i un àtic, amb un habitatge per planta. Dos dels locals estan en ús. L'edifici disposa d'escala i no te ascensor. L'accés als habitatges és pel carrer Correu Vell.

## Clima

Lleida té un clima mediterrani àrid amb tendència continental, que és el propi de la Vall de l'Ebre. Els hiverns són humits i molt freds i els estius càlids. La mitjana de precipitació anual és bastant escàs, d'uns 375 mm, amb màxims a la primavera i sequera estival. No és estrany que al llarg de l'any puguin registrar temperatures d'alguns graus centígrads sota zero a l'hivern i de fins a 40°C a l'estiu. És característica la boira a l'hivern.

Zones climàtiques de Catalunya segons el Decret d'Ecoeficiència (En color blau s'indiquen aquelles zones per les quals el Decret d'Ecoeficiència és més restrictiu que el CTE):

Demarcació territorial	Capital	Poblacions				
		≥ 200 < 400	≥ 400 < 600	≥ 600 < 800	≥ 800 < 1000	≥ 1000
Barcelona	C2	C1	D1	D1	E1	E1
Girona	C2	D1	D1	E1	E1	E1
Lleida	D3	D2	E1	E1	E1	E1
Tarragona	B3	C2	C1	D1	D1	E1

Taula 10: Zones climàtiques de Catalunya. Font: Guia de la renovació energètica d'edificis d'habitatges (Gencat)

Valors de transmitància límit de les diferents zones climàtiques.

Zona climàtica	Um límit W/m <sup>2</sup> K
B3	0,82
C2	0,73
C1	0,73
D3	0,66
D2	0,66
D1	0,66
E1	0,57

Taula 11: Valors de transmitància límit en les parts massisses de les façanes segons zona climàtica. Font: Guia de la renovació energètica d'edificis d'habitatges (Gencat)

Zona climàtica	Um límit W/m <sup>2</sup> K
B3	0,45
C2	0,41
C1	0,41
D3	0,38
D2	0,38
D1	0,38
E1	0,35

Taula 12: Valors de transmitància límit de les parts massisses de les cobertes segons zona climàtica. Font: Guia de la renovació energètica d'edificis d'habitatges (Gencat)



% de forats segons l'orientació de façana (1)

Orientació	Nord						Est / Oest						Sud / Sudest / Sudoest					
	≤10	≤20	≤30	≤40	≤50	≤60	≤10	≤20	≤30	≤40	≤50	≤60	≤10	≤20	≤30	≤40	≤50	≤60
B (B3,)	5,4	3,8	3,3	3,0	2,8	2,7	5,7	4,9	4,3	4,0	3,7	3,6	5,7	5,7	5,7	5,6	5,4	5,2
C (C1, C2)	4,4	3,4	2,9	2,6	2,4	2,2	4,4	3,9	3,3	3,0	2,8	2,7	4,4	4,4	4,3	3,9	3,6	3,5
D (D1, D2, D3)	3,5	3,0	2,5	2,2	2,1	1,9	3,5	3,5	2,9	2,6	2,5	2,3	3,5	3,5	3,5	3,4	3,2	3,0
E (E1)	3,5	3,0	2,5	2,2	2,1	1,9	3,5	3,5	2,9	2,6	2,5	2,3	3,5	3,5	3,5	3,4	3,2	3,0

Taula 13: Valors de transmitància límit dels forats segons zona climàtica. Font: Guia de la renovació energètica d'edificis d'habitatges (Gencat)

## 1.2 Requisits normatius

Urbanísticament, el projecte s'ha resolt seguint les directrius del Pla General de Lleida, municipal d'ordenació urbana i territorial 1995-2015, normes urbanístiques (text refós octubre de 2001).

Pel que fa a les seves prestacions, l'habitatge compleix els requisits bàsics de qualitat establerts per la Llei d'Ordenació d'Edificació (LOE llei 38/1999) i desenvolupats principalment pel Codi Tècnic de l'Edificació (CTE RD. 314/2006)

Igualment es dona compliment a la resta de normativa tècnica, d'àmbit estatal, autonòmic i municipal que li sigui d'aplicació.



### 1.3 Descripció constructiva

#### Fonamentació

La fonamentació es suposa que és una sabata correguda sota dels murs portants i aïllada sota pilars. Es desconeix la profunditat del fonament, tot i que s'ha consultat l'estudi geotècnic de l'edifici veí i es sap que l'estrat terciari es troba a uns 6m de profunditat, damunt d'aquest hi ha uns dos metres de grava, és molt possible que s'hagués fonamentat damunt l'estrat de grava. També es suposa que la fonamentació de la mitgera per Correu Vell i part del pati, deu descansar damunt de la torre de la muralla.

#### Estructura

L'estructura de l'edifici és mixta, a base de murs de càrrega de pedra i maó ceràmic massís, i pilars de maó ceràmic massís i jàsseres i bigues metàl·liques o fusta. Les parets de façana van variant de gruix en alçada passant de 60 en planta baixa a 30cm en planta cinquena. Els forjats de planta baixa, principal, 1, 2, 3; són unidireccionals amb jàsseres i biguetes de fusta o metàl·liques i entrebigat amb revoltó fet in situ de maó ceràmic. El forjat de la quarta planta està resolta amb jàsseres metàl·liques, les biguetes són rails de tren reaprofitats i l'entrebigat és pla fet in situ amb maó ceràmic a trencajunts.

#### Coberta

L'estructura de la coberta és inclinada a una aiguavessant; amb biguetes de fusta i entrebigat d'encadellat ceràmic i acabada amb teula ceràmica ondulada. Amb la informació recol·lectada pel despatx d'on s'extreu informació s'estima una  $U=1,72 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

#### Terrasses

Les terrasses estan resoltes a manera de terrassa plana a la catalana, amb tauler de doble rasilla ceràmica damunt envanets. Amb la informació recol·lectada pel despatx d'on s'extreu informació s'estima una  $U=1,72$ .

#### Caixa d'escala

L'escala és de quatre trams a escaire, està resolta amb volta catalana dins la caixa de paret ceràmica de 15cm en tota la seva alçada.

#### Finestres

Finestra de lluna de vidre simple (monolític) de 4mm d'espessor, amb marc d'acer galvanitzat. Aconseguint:

- En finestres una  $U_t = 4,67$  i  $g = 0,63$
- En balconeres una  $U_t = 4,86$  i  $g = 0,66$



En planta quarta hi va haver modificacions i tenim una finestra de lluna simple (monolític) de 8mm d'espessor, amb un marc d'alumini sense ruptura de pont tèrmic. Aconseguint:

- En finestres una  $U_t = 3,31$  i una  $F = 0,56$
- En balconeres una  $U_t = 3,27$  i una  $F = 0,59$

### Façana

Les parets de façana van variant de gruix en alçada passant de 60cm en planta baixa, a 40cm en les plantes principal, primera, segona i tercera; i a 30cm en planta quarta i cinquena. Per la informació obtinguda en les cates s'estima una  $U=3,27$  W/m<sup>2</sup>k.

### Forjats

Els forjats de planta baixa, principal, 1, 2, 3; són unidireccionals amb jàsseres i biguetes de fusta o metàl·liques i entrebigat amb revoltó fet in situ de maó ceràmic. El forjat de la quarta planta està resolta amb jàsseres metàl·liques, les biguetes són rails de tren reaprofitats i l'entrebigat és pla fet in situ amb maó ceràmic a trencajunts.

### Calefacció i ACS

La instal·lació de calefacció és individualitzada en cadascun dels habitatges, amb una caldera mixta tipus estanca de producció instantània per calefacció i ACS per Gas Natural. Les unitats termals dins de cada habitatge són radiadors d'alumini.

### Infraestructures a l'abast

Accés rodat:	Sí
Aigua potable:	Sí
Subministrament elèctric:	Sí
Subministrament de gas:	Sí
Clavegueram:	Si

## 7.5 Imatges de l'edifici



*Il·lustració 31: Imatges de les mitgeres d'un dels habitatges*



*Il·lustració 32: Imatges de la fusteria de l'edifici*





*Il·lustració 33: Imatges dels forjats de l'edifici*

## 1.4 Diagnosi energètica estat actual

Mitjançant la introducció dels sistemes constructius que s'han esmentat anteriorment en l'eina unificada Lider Calener, s'han obtingut les dades que es veuen representades en les taules següents i en els gràfics.

El que es presenta són resultats parcials, separant guanys i pèrdues, on els guanys són les transmissions d'energia en el sentit exterior-interior, mentre que les pèrdues són en el sentit interior-exterior. Això s'aplica tant en períodes de calefacció com en els de refrigeració.

Tant en les taules com en els gràfics que hi ha a continuació es pot veure com les parets exteriors tenen una incidència molt alta en quan a la demanda de calefacció i refrigeració que té l'edifici, essent 82,98 KWh/m<sup>2</sup> a l'any i 7,07 KWh/m<sup>2</sup> any respectivament, incidint sobre el total de la demanda en un 51% en la calefacció i un 25% en refrigeració, per tant serà un punt on s'hi haurà d'actuar per reduir el consum.

També les finestres són un punt crític on caldrà actuar, ja que representen un 26% d'incidència sobre el total en el període de calefacció i un 8% en el de refrigeració. Consumint 43,04 KWh/m<sup>2</sup> any en el període de calefacció.

Altres punts que són d'importància són els ponts tèrmics i les cobertes, tot i que en menor incidència en el període de calefacció 8% i 10% respectivament, són petits punts on també podem actuar per reduir el consum.

Ja que el treball es centra en el sistemes passius no es presentaran propostes pels sistemes de ventilació, que veiem que és una part important. Donada la incidència cal mencionar, tot i que no sigui estudiada, ja que es vol veure l'estalvi en un edifici mitjançant l'actuació en sistemes passius exclusivament. Sent conscients que no s'aconseguirà un estalvi tant gran com si s'actués també sobre els sistemes actius.

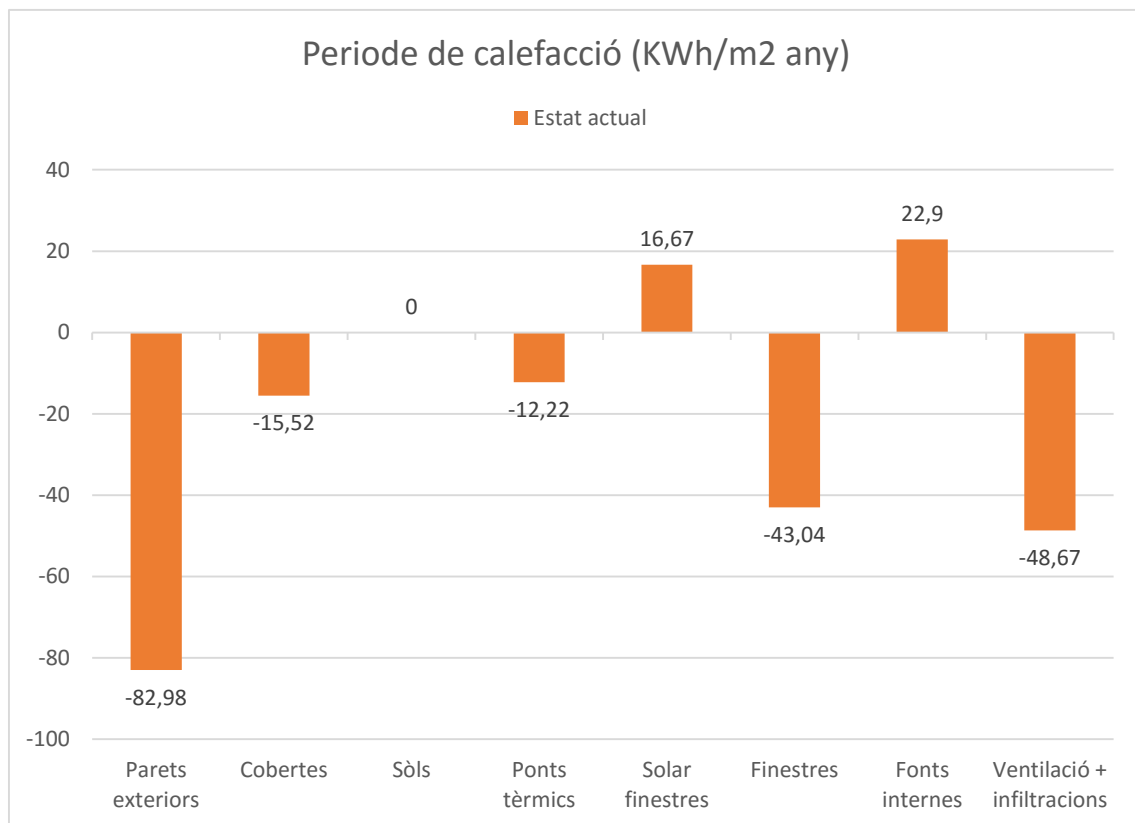
	Pèrdues calefacció (KWh/m <sup>2</sup> any)		Guanys calefacció (KWh/m <sup>2</sup> any)		Total calefacció (KWh/m <sup>2</sup> any)	
Parets exteriors	-83,5	41%	0,52	1%	-82,98	51%
Cobertes	-15,64	8%	0,12	0%	-15,52	10%
Sòls	0	0%	0	0%	0	0%
Ponts tèrmics	-12,31	6%	0,09	0%	-12,22	8%
Solar finestres	0	0%	16,67	41%	16,67	-10%
Finestres	-43,17	21%	0,13	0%	-43,04	26%
Fonts internes	0	0%	22,9	57%	22,9	-14%
Ventilació + infiltracions	-48,67	24%	0	0%	-48,67	30%
<b>Total</b>	<b>-203,29</b>	<b>100%</b>	<b>40,43</b>	<b>100%</b>	<b>-162,86</b>	<b>100%</b>

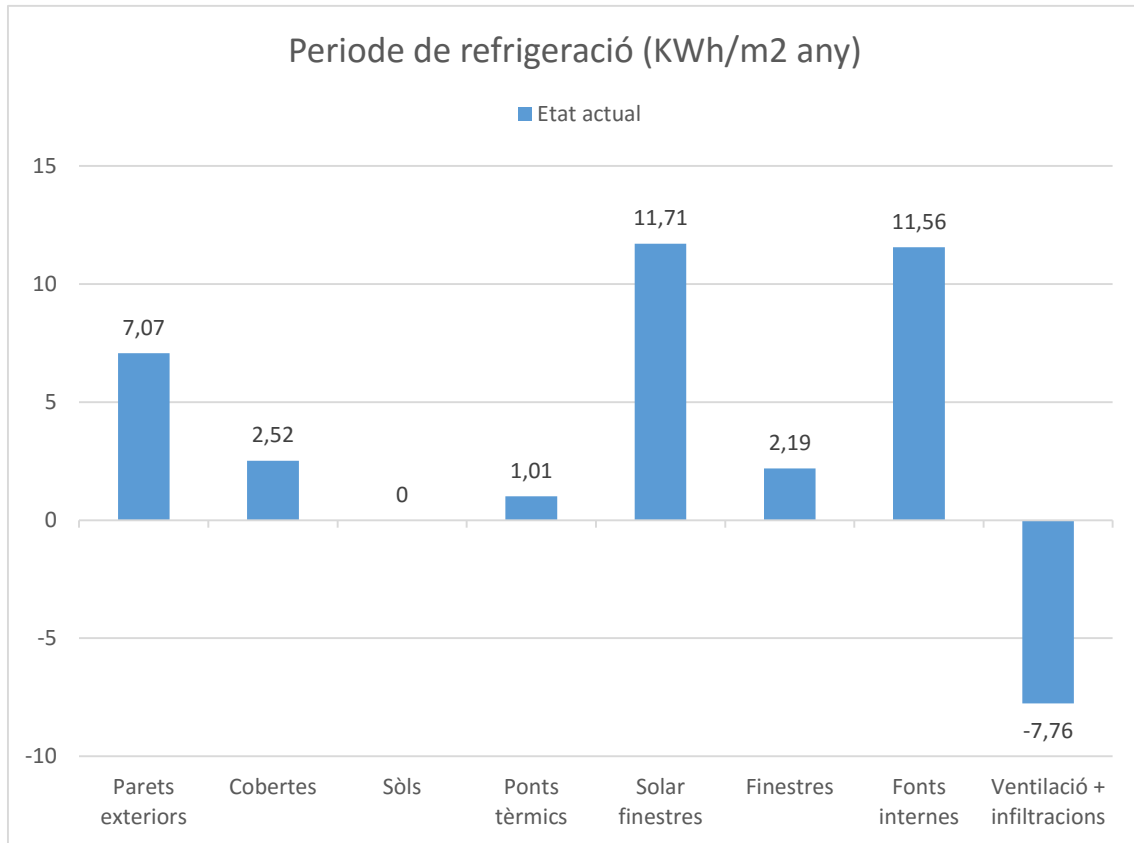
<b>Total Calefacció</b>	<b>-162,86 KWh/m<sup>2</sup> any</b>
-------------------------	--------------------------------------

	Pèrdues refrigeració (KWh/m2 any)		Guany refrigeració (KWh/m2 any)		Total Refrigeració (KWh/m2 any)	
Parets exteriors	-5,09	26%	12,16	25%	7,07	25%
Cobertes	-0,29	1%	2,81	6%	2,52	9%
Sòls	0	0%	0	0%	0	0%
Ponts tèrmics	-0,75	4%	1,76	4%	1,01	4%
Solar finestres	0	0%	11,71	25%	11,71	41%
Finestres	-2,77	14%	4,96	10%	2,19	8%
Fonts internes	0	0%	11,56	24%	11,56	41%
Ventilació + infiltracions	-10,52	54%	2,76	6%	-7,76	-27%
<b>Total</b>	<b>-19,42</b>	<b>100%</b>	<b>47,72</b>	<b>100%</b>	<b>28,3</b>	<b>100%</b>

<b>Total Refrigeració</b>	<b>28,3</b>	<b>KWh/m2 any</b>
---------------------------	-------------	-------------------

Taula 14: Resultats parcials edifici existent





Taula 15: Gràfics resultats períodes de refrigeració i calefacció





## 2 Milliores energètiques passives plantejades

### 2.1 Finestres i balconeres

#### 2.1.1 Millora opció 1: Marc Fusta

En les dues solucions proposades, una més estàndard i l'altra de més alt nivell s'optarà per marcs de fusta, ja que aconseguim una  $U = 2$ . El marc tindrà una classificació a la permeabilitat a l'aire classe 4, segons UNE-EN 12207, classificació a l'estanquitat a l'aigua classe E1200, segons UNE-EN 12208 i classificació a la resistència a la força del vent classe 5, segons UNE-EN 12210. El marc de fusta com s'ha explicat pot variar la seva participació sobre la superfície, suposarem que hi participa en un 30% com ja s'ha dit.

##### 2.1.1.1 Millora opció 1.1: Doble envidriament

Doble envidriament estàndard, conjunt format per vidre exterior incolor de 4 mm, cambra d'aire deshidratada amb perfil separador d'alumini i doble segellat perimetral, de 10 mm, i vidre interior incolor de 4 mm d'espessor.  $U = 3$ , segons UNE-EN 673 i  $g = 77\%$ , segons UNE-EN 410.

$$U_t = (1 - 0,3) \times 3 + 0,3 \times 2 = 2,7$$

$$F = (1 - 0,3) \times 0,77 + 0,3 \times 0,04 \times 2 \times 0,5 = 0,55$$

##### 2.1.1.2 Millora opció 1.2: Triple envidriament amb gas argó

En aquesta solució d'alt nivell optarem per: Triple envidriament format per vidre exterior, trempat de 6 mm, amb capa de control solar incorporada en la cara interior, dues cambres deshidratades omplertes de gas argó amb perfil separador d'alumini i doble segellat perimetral, de 14 mm de gruix cadascuna, vidre intermedi incolor de 4 mm i vidre interior laminar, incolor de 4+4 mm, compost per dues llunes de vidre de 4 mm, unides mitjançant dues làmines de butiral de polivinil incolores. Aconseguint així una  $U = 0,6$ , segons UNE-EN 673 i  $g = 26\%$ , segons UNE-EN 410.

$$U_t = (1 - 0,3) \times 0,6 + 0,3 \times 2 = 1,02$$

$$F = (1 - 0,3) \times 0,26 + 0,3 \times 0,04 \times 2 \times 0,5 = 0,194$$

#### 2.1.2 Millora opció 2: Marc d'alumini

En les dues solucions proposades, una més estàndard i l'altra de més alt nivell s'optarà per marcs d'alumini amb ruptura de pont tèrmic major a 12mm, ja que aconseguim una  $U = 3,2$ . El marc tindrà una classificació a la permeabilitat a l'aire classe 4, segons UNE-EN 12207, classificació a l'estanquitat a l'aigua classe E1200, segons UNE-EN 12208 i classificació a la resistència a la força del vent classe 5, segons UNE-EN 12210. El marc d'alumini com s'ha explicat pot variar la seva participació sobre la superfície, suposarem que hi participa en un 30% com el marc de fusta.

### 2.1.2.1 Millora opció 2.1: Doble envidrament

Doble envidriament estàndard, conjunt format per vidre exterior incolor de 4 mm, cambra d'aire deshidratada amb perfil separador d'alumini i doble segellat perimetral, de 10 mm, i vidre interior incolor de 4 mm d'espessor.  $U = 3$ , segons UNE-EN 673 i  $g = 77\%$ , segons UNE-EN 410.

$$U_t = (1 - 0,3) \times 3 + 0,3 \times 3,2 = 3,06$$

$$F = (1 - 0,3) \times 0,77 + 0,3 \times 0,04 \times 3,2 \times 0,4 = 0,55$$

### 2.1.2.2 Millora opció 2.2: Triple envidrament amb gas argó

En aquesta solució d'alt nivell optarem per: Triple envidriament format per vidre exterior, trempat de 6 mm, amb capa de control solar incorporada en la cara interior, dues cambres deshidratades omplertes de gas argó amb perfil separador d'alumini i doble segellat perimetral, de 14 mm de gruix cadascuna, vidre intermedi incolor de 4 mm i vidre interior laminar, incolor de 4+4 mm, compost per dues llunes de vidre de 4 mm, unides mitjançant dues làmines de butiral de polivinil incolores. Aconseguint així una  $U = 0,6$ , segons UNE-EN 673 i  $g = 26\%$ , segons UNE-EN 410.

$$U_t = (1 - 0,3) \times 0,6 + 0,3 \times 3,2 = 1,38$$

$$F = (1 - 0,3) \times 0,26 + 0,3 \times 0,04 \times 3,2 \times 0,4 = 0,20$$

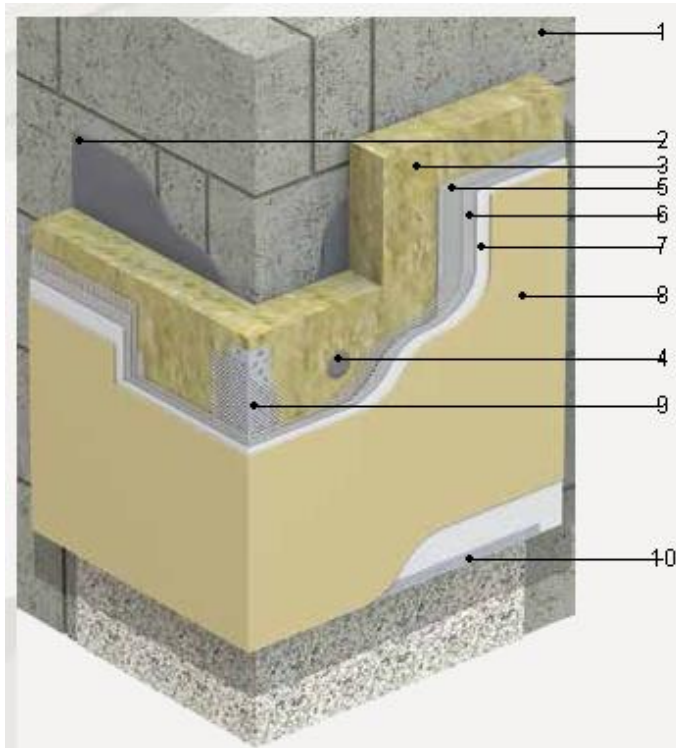
COLOR	CLARO	MEDIO	OSCURO
BLANCO	0,20	0,30	----
AMARILLO	0,30	0,50	0,70
BEIGE	0,35	0,55	0,75
MARRÓN	0,50	0,75	0,92
ROJO	0,65	0,80	0,90
VERDE	0,40	0,70	0,88
AZUL	0,50	0,80	0,95
GRIS	0,40	0,65	----
NEGRO	----	0,96	----

Taula 16: Absorvitat dels marcs.

## 2.2 Façana

### 2.2.1 Millora opció 1: SATE

Rehabilitació energètica de façana, mitjançant aïllament tèrmic per l'exterior, compost per: panell rígid de llana de roca volcànica de doble densitat ( $150 \text{ kg/m}^3$  en la capa superior i  $80 \text{ kg/m}^3$  en la capa inferior), no revestit, de 120 mm d'espessor, fixat al suport mitjançant morter Adhesiu i fixacions mecàniques amb tac d'expansió amb clau; capa de regularització de morter polimèric, armat amb malla de fibra de vidre antiàlcalsis, de  $3,5 \times 3,8 \text{ mm}$  de llum, de  $160 \text{ g/m}^2$  de massa superficial; revestiment, acabat fi, color a elegir, gama Standard, sobre imprimació, color a elegir, gama Standard. Aconseguint una  $U=0,22$ .

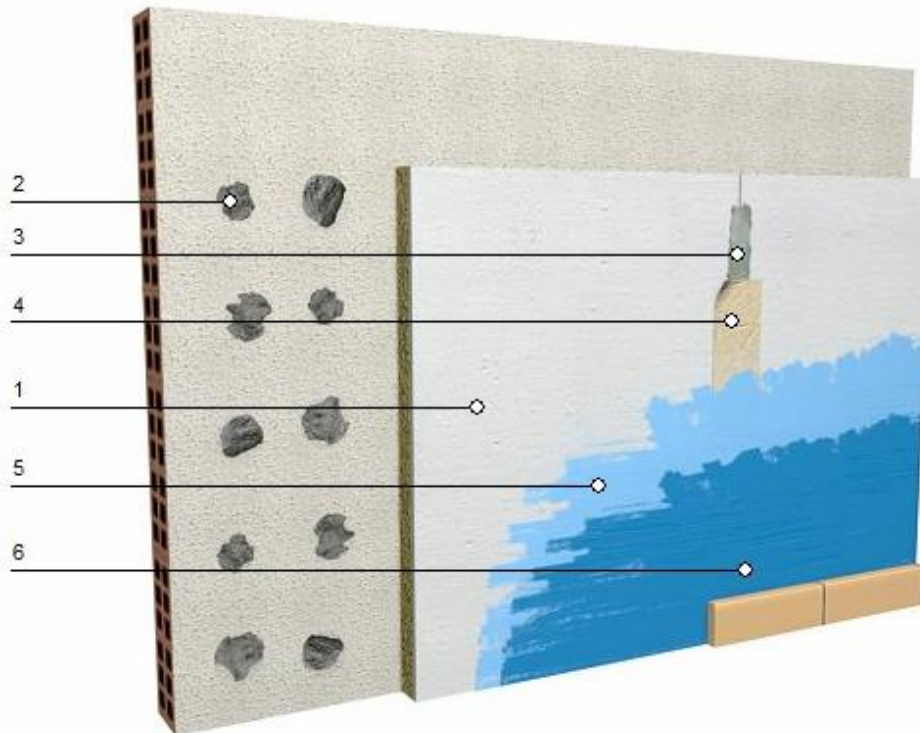


- 1- Suport.
- 2- Adhesiu per a fixació del aïllament.
- 3- Aïllament.
- 4- Fixació mecànica del aïllament.
- 5- Morter de base.
- 6- Malla per armar morters.
- 7- Imprimació.
- 8- Acabat decoratiu.
- 9- Perfil de cantonada.
- 10- Perfil d'arrancada.

Il·lustració 34: Detall genèric sistema SATE

### 2.2.2 Millora opció 2: Aïllament per l'interior

Rehabilitació energètica de façanes i particions mitjançant el sistema d'aïllament termoacústic i extradossat directe, col·locat en particions interiors i per l'interior de tancaments verticals, format per plaques de guix laminat (10+120) (LR), amb aïllament de llana de roca, de 30 mm d'espessor, incorporat a la placa, rebuda amb pasta de material d'unió sobre el parament vertical; i dues mans de pintura plàstica, prèvia aplicació d'una mà d'emprimació a base de copolímers acrílics en suspensió aquosa. Obtenint una  $U=0,23 \text{ W/m}^2\text{k}$  i en planta baixa  $U=0,22 \text{ W/m}^2\text{k}$ .

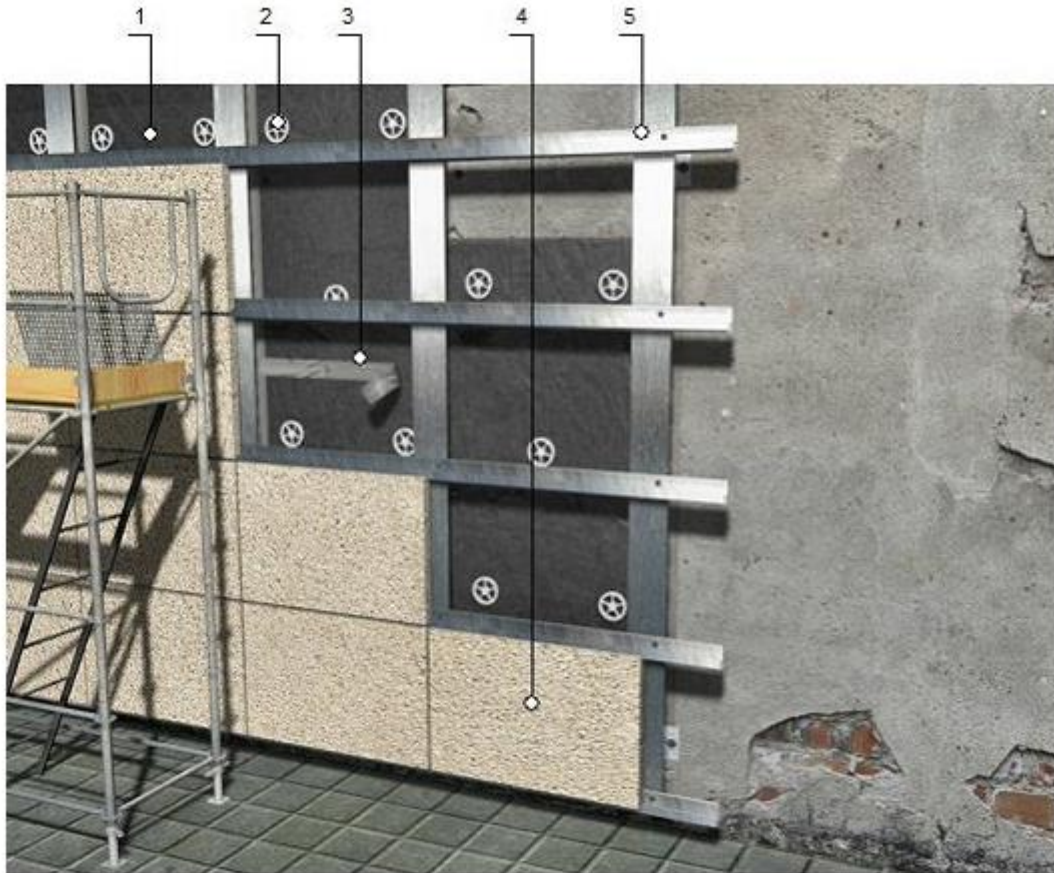


*Il·lustració 35: Detall genèric sistema d'aïllament tèrmic per l'interior*

- 1- Placa prefabricada de guix amb un panell de llana mineral de doble densitat, espessor 10+120 mm.
- 2- Pasta d'agafament.
- 3- Pasta per a junts.
- 4- Cinta de junts.
- 5- Emprimació a base de copolímers acrílics en suspensió aquosa, per afavorir la cohesió de suports poc consistents i l'adherència de pintures.
- 6- Pintura plàstica per a interior, a base de copolímers acrílics, pigments i additius especials.

### 2.2.3 Millora opció 3: Sistema de façana ventilada

Rehabilitació energètica de façana, mitjançant sistema de façana ventilada, de 3 cm d'espessor, compost de plaques de marbre i aïllament de panell de llana mineral, segons UNE-EN 13162, de 120 mm d'espessor, revestit per una de les seves cares amb un vel negre, fixat mecànicament sobre façana existent. Aconseguint una  $U=0,23 \text{ W/m}^2\text{k}$  i en planta baixa  $U=0,22 \text{ W/m}^2\text{k}$ .



*Il·lustració 36: Detall genèric de rehabilitació amb sistema de façana ventilada*

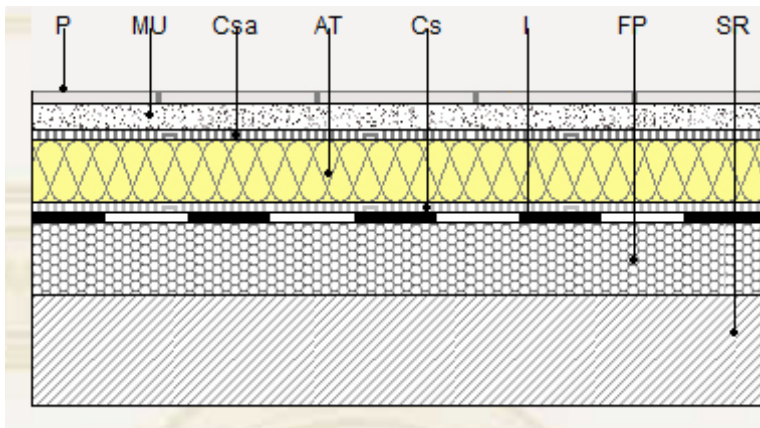
- 1- Panell de llana mineral, de 120 mm d'espessor, revestit per una de les seves cares amb un vel negre.
- 2- Fixació mecànica per plafons aïllants de llana mineral, col·locats directament sobre la superfície suport.
- 3- Cinta autoadhesiva per closa de juntes.
- 4- Placa de marbre.
- 5- Subestructura suport per a fulla exterior de façana ventilada del sistema d'ancoratge longitudinal de peces ranurades de pedra natural, inseribles sobre corredisses formades per perfils secundaris horitzontals tipus 'T' d'alumini, per acoblar amb els perfils principals verticals d'alumini, que se fixaran a la vegada al front de formigó de cada forjat (aproximadament 3m d'altura lliure) amb tacs especials; fixacions d'acer inoxidable per acoblar els perfils, clips d'anivellació, massilla adhesiva elàstica, mènsules metàl·liques de sustentació i mènsules metàl·liques de retenció.



## 2.3 Terrasses

### 2.3.1 Millora opció 1: Coberta plana invertida

Rehabilitació energètica de coberta plana transitable, mitjançant la incorporació d'aïllament termoacústic per l'exterior de la coberta, format per panell rígid de llana mineral, segons UNE-EN 13162, acabat superiorment amb una capa de major densitat i alta duresa superficial, de 120 mm d'espessor; prèvia col·locació sobre el suport existent de geomembrana impermeabilitzant formada per làmina flexible de poliolefines, totalment adherida amb adhesiu de ciment millorat C2 I; i protecció amb rajoles de baldosín català mate o natural 4/3/-/I, 14x28 cm, col·locades en capa fina amb adhesiu de ciment millorat, C2 gris, sobre capa de regularització de morter de ciment, industrial, M-5. Amb això aconseguim una  $U=0,22 \text{ W/m}^2\text{k}$ . Serà una coberta invertida.



Il·lustració 37: Detall genèric coberta plana invertida

SR → Coberta existent

FP → Formació de pendents

I → Impermeabilització.

Csa → Capa separadora sota protecció.

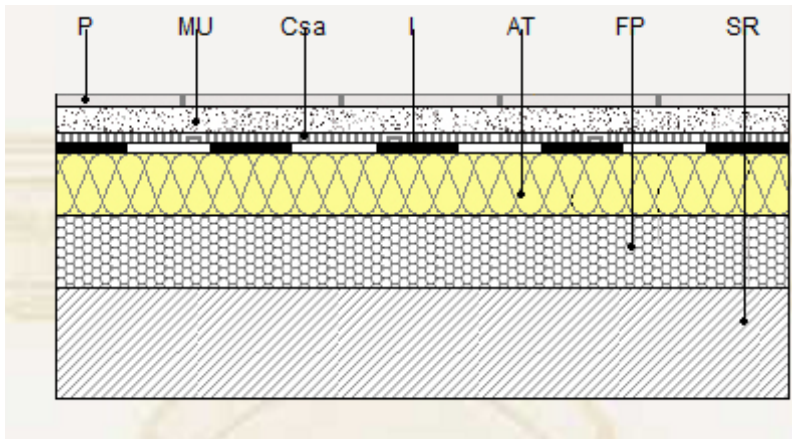
AT → Aïllament tèrmic de llana mineral de 12cm.

MU → Material d'unió o anivellació.

P → Protecció, rajoles de gres.

### 2.3.2 Millora opció 2: Coberta plana convencional

Es planteja una coberta plana transitable, no ventilada, amb enrajolat fix, tipus convencional, pendent del 1% al 5%, composta de: formació de pendents: argila expandida de  $350 \text{ kg/m}^3$  de densitat, abocada en sec i consolidada en la seva superfície amb beurada de ciment, amb espessor medi de 10 cm; aïllament tèrmic: panell rígid de llana mineral soldable, hidròfuga, de 120 mm d'espessor; impermeabilització monocapa adherida: làmina de betum modificat amb elastòmer, totalment adherida amb bufador; capa separadora sota protecció: geotèxtil no teixit compost per fibres de polièster unides per tiretes, ( $200 \text{ g/m}^2$ ); capa de protecció: rajoles de gres rústic  $20 \times 20 \text{ cm}$  col·locades en capa fina amb adhesiu de ciment normal, C1 gris, sobre la capa de regularització de morter de ciment, industrial, M-5, rejuntat amb morter de juntes de ciment amb resistència elevada a l'abrasió i absorció d'aigua reduïda, CG2, per junta oberta (entre 3 i 15 mm), amb la mateixa tonalitat de les peces. Aconseguint una  $U=0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ .



Il·lustració 38: Detall genèric coberta plana convencional

SR → Coberta existent

FP → Formació de pendents

AT → Aïllament tèrmic de llana mineral de 12cm.

I → Impermeabilització.

Csa → Capa separadora sota protecció.

MU → Material d'unió o anivellació.

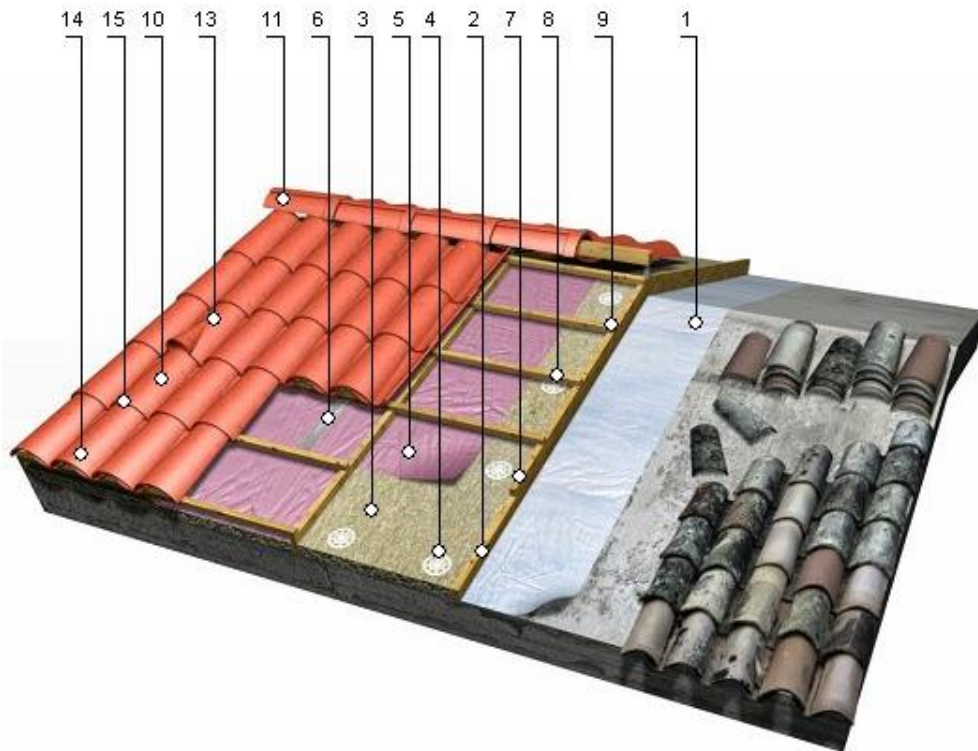
P → Protecció, rajoles de gres.



## 2.4 Coberta

### 2.4.1 Millora opció 1: Rehabilitació per l'exterior

Rehabilitació energètica de coberta inclinada amb una pendent mitjana del 30% a menys de 20 m d'altura, mitjançant la incorporació d'aïllament termoacústic per l'exterior de la coberta, format per panell rígid de llana de roca, segons UNE-EN 13162, no revestit, de 160 mm d'espessor, col·locat entre llistons de fusta, fixat mecànicament al suport; previ desmuntatge de la capa de cobertura de teula ceràmica corba, clavada sobre llistons, amb mitjans manuals i càrrega manual d'enderrocs sobre camió o contenidor; barrera de vapor adherida al suport, sota l'aïllant; col·locació de la impermeabilització sobre l'aïllant; i cobertura de teula ceràmica corba, 40x19x16 cm, color vermell, fixada amb cargols rosca-fusta sobre llistons de fusta, formant una cambra d'aire ventilada per sobre de l'aïllament. Aconseguint així una  $U=0,17$  W/m<sup>2</sup>k.



Il·lustració 39: Detall rehabilitació de coberta inclinada per l'exterior

- 1- Barrera de vapor de film de polietilè de baixa densitat (LDPE).
- 2- Llistó de 25x50 mm de secció, de fusta.
- 3- Panell rígid de llana de roca volcànica, de 160mm.
- 4- Fixació mecànica per a panells aïllants de llana de roca, col·locades directament sobre la superfície suport.
- 5- Làmina impermeabilitzant, flexible i difusora de vapor d'aigua.
- 6- Cinta flexible de butilè, adhesiva per ambdues cares, per la realització d'unions i segellats entre làmines de poliolefines.

- 7- Llistó de 25x35 mm de secció, de fusta.
- 8- Llistó de 25x25 mm de secció, de fusta.
- 9- Cargol per a subjecció de llistó.
- 10-i 14 - Teula ceràmica corba.
- 11-Peça ceràmica de cavallet, per a teules corbes.
  
- 13- Teula ceràmica de ventilació, corba.
  
- 15- Cargol rosca-fusta per a subjecció de teules a llistó.

#### 2.4.2 Millora opció 2: Rehabilitació per l'interior

Sistema d'aïllament tèrmic per l'interior de cobertes inclinades, compost per: aïllament amb un panell semirígid de llana de roca volcànica, no revestit, de 160 mm d'espessor i factor de resistència a la difusió del vapor d'aigua 1,3. L'aïllament es col·loca entre les biguetes de fusta que componen la coberta existent i es mantenen les teules i el morter de regularització per sobre. Obtenint una  $U=0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ .



*Il·lustració 40: Detall rehabilitació interior d'una coberta inclinada*



## 2.5 Forjat

### 2.5.1 Millora opció 1: Addició aïllament per l'interior

Rehabilitació energètica mitjançant el sistema d'aïllament termoacústic per l'interior, sota el forjat pla, mitjançant la col·locació de panell rígid de llana de roca volcànica, segons UNE-EN 13162, no revestit, de 80 mm d'espessor, fixat amb adhesiu de ciment; fals sostre continu adossat llis (12,5+27+27), amb una placa de guix laminat H1 / UNE-EN 520 - 1200 / longitud / 12,5 / vora afinada, amb ànima de guix hidròfug, per zones humides, fixada a mestres separades 1000 mm entre eixos i adossades al sostre o element suport mitjançant ancoratges directes; i dues mans de pintura plàstica, prèvia aplicació d'una mà d'emprimació a base de copolímers acrílics en suspensió aquosa.

### 2.5.2 Millora opció 2: Addició aïllament per l'interior amb fals sostre

Rehabilitació energètica mitjançant el sistema d'aïllament termoacústic per l'interior, mitjançant la col·locació de panell semirígid de llana de roca volcànica, segons UNE-EN 13162, no revestit, de 80 mm d'espessor, recolzat directament sobre fals sostre continu suspès llis (12,5+27+27), amb una placa de guix laminat H1 / UNE-EN 520 - 1200 / longitud / 12,5 / vora afinada, amb ànima de guix hidròfug, per zones humides, fixada a mestres separades 1000 mm entre eixos i suspeses del sostre o element suport mitjançant penjats combinats; i dues mans de pintura plàstica, color blanc; prèvia aplicació d'una mà d'imprimació a base de copolímers acrílics en suspensió aquosa.

Nota: Els valors de U que es donen en les diferents opcions, s'obté mitjançant l'eina unificada líder calener, programa utilitzat per fer l'estudi.

### 3 Comparació millores proposades

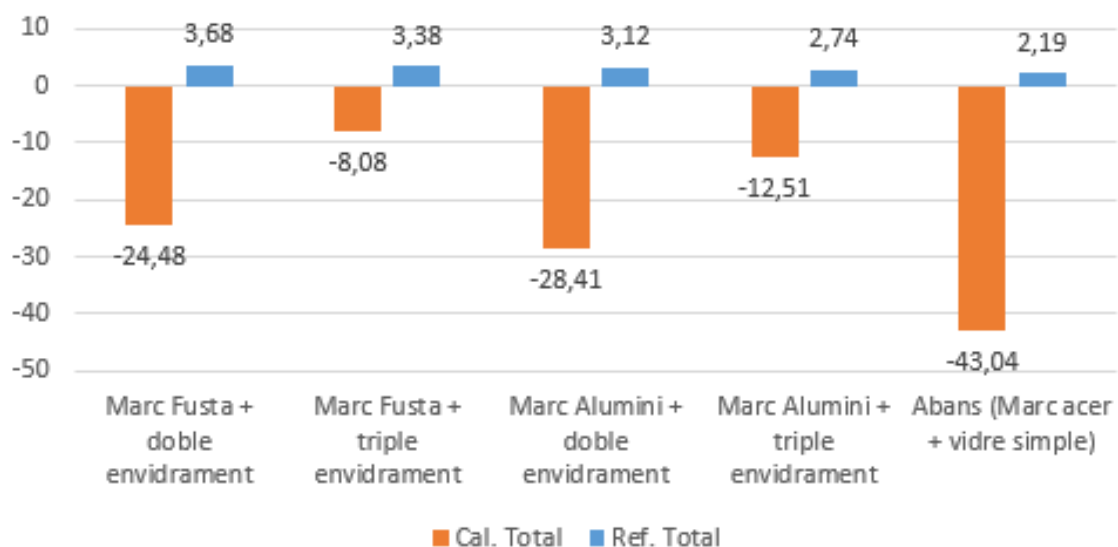
Es presenten resultats parcials, separant guanys i pèrdues. Els guanys són transmissions d'energia de l'exterior a l'interior: Les pèrdues, en el sentit interior-exterior. Això s'aplica tant en períodes de calefacció com en períodes de refrigeració. També cal indicar que en finestres es presentaran el resultats de pèrdues i guanys en les finestres, en la façana els resultats de parets exteriors i ponts tèrmics, en coberta i terrasses els resultats de les cobertes, mentre que en forjats es compararan els resultats de consum total de l'edifici, ja que es allí on realment es pot observar la diferència entre les solucions.

#### 3.1 Finestres i balconeres

El que podem observar en la taula següent són els guanys i pèrdues en els dos períodes, on veiem clarament en la taula i en el gràfic com en el període de calefacció el que menys transmissions presenta és l'opció de triple envidrament i marc de fusta, 8,08 KWh/m<sup>2</sup> any. Per tant estalviant 34,96 KWh/m<sup>2</sup> any respecte de la situació inicial en aquest apartat.

	CALEFACCIÓ			REFRIGERACIÓ		
	Guanys	Pèrdues	Total	Guanys	Pèrdues	Total
Marc Fusta + doble envidrament	0,48	-24,96	-24,48	5,29	-1,61	3,68
Marc Fusta + triple envidrament	1,04	-9,12	-8,08	3,98	-0,6	3,38
Marc Alumini + doble envidrament	0,3	-28,71	-28,41	4,95	-1,83	3,12
Marc Alumini + triple envidrament	0,52	-13,03	-12,51	3,56	-0,82	2,74
Abans (Marc acer + vidre simple)	0,13	-43,17	-43,04	4,96	-2,77	2,19

Comparativa Resultats Períodes Calefacció i Refrigeració



En les taules següents el que presentem són: el cost de construcció de cada opció, veient que l'opció de doble envidrament amb un marc de fusta és la més econòmica i l'opció de marc de fusta amb triple envidrament i gas argó es la més cara, amb un preu de 72.083,60 €. En l'altra taula es pot veure el consum en Kwh a l'any de cada opció plantejada, el consum en euros considerant el preu del gas natural a 0,077 € el KWh, amb tots els impostos inclosos i l'estalvi que aconseguiríem respecte de la situació inicial.

### Cost Construcció (€)

Doble envidrament Marc fusta	62.235,00
Triple envidrament Marc fusta	72.083,60
Doble envidrament Marc alumini	50.087,91
Triple envidrament Marc alumini	59.936,51

Sistema	Consum Kwh a l'any	Consum euros	estalvi a l'any	Anys per amortitzar
Abans	119939,36	<b>9.235,33 €</b>		
Doble env. Marc fusta	108323,1	<b>8.340,88 €</b>	894,45 €	69,6
Triple env. Marc fusta	105074,65	<b>8.090,75 €</b>	1.144,58 €	63,0
Doble env. Marc alumini	109589,95	<b>8.438,43 €</b>	796,90 €	62,9
Triple env. Marc alumini	106575,11	<b>8.206,28 €</b>	1.029,05 €	58,2

Taula 17: Taules comparatives diferents opcions de finestres

Tenint en compte els resultats en els períodes de calefacció i refrigeració, així com també l'estalvi a l'any i el cost de construcció es proposa com a millor opció el triple envidrament amb gas argó i el marc d'alumini, ja que la proporció relació cost-estalvi es la més rentable, degut que és el que menys tarda en amortitzar-se.

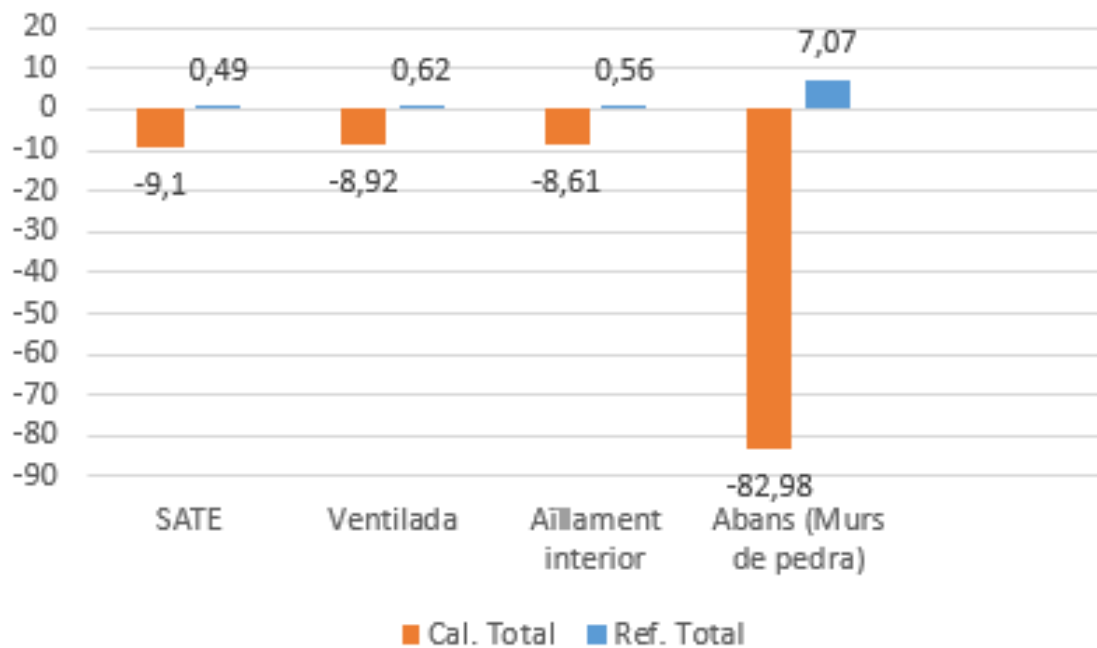
### 3.2 Façana

En el cas de la façana haurem de tenir en compte a més a més dels resultats obtinguts en les parets exteriors, els ponts tèrmics, ja que és realment on aquests sistemes presentats és diferencien de forma clara els uns als altres, i és realment on es veu quin sistema passiu treballarà millor per obtenir un major rendiment energètic en el bloc.

Com es pot veure en la taula i en el gràfic comparatiu la millora que més bon comportament té en el període de calefacció és aïllar tèrmicament per l'interior, ja que només produeix unes pèrdues de 8,61 KWh/m<sup>2</sup> any, estalviant respecte de la situació inicial 74,37 KWh/m<sup>2</sup> any. Tot i això s'observa que les tres opcions estan molt parelles en els dos períodes, per això com ja s'ha dit els ponts tèrmics marcaran la diferència per veure quina serà l'opció que més estalvi produeixi.

Parets exteriors	CALEFACCIÓ			REFRIGERACIÓ		
	Guany	Pèrdua	Total	Guany	Pèrdua	Total
SATE	0	-9,1	-9,1	0,96	-0,47	0,49
Ventilada	0	-8,92	-8,92	1,04	-0,42	0,62
Aïllament interior	0	-8,61	-8,61	0,86	-0,3	0,56
Abans (Murs de pedra)	0,52	-83,5	-82,98	12,16	-5,09	7,07

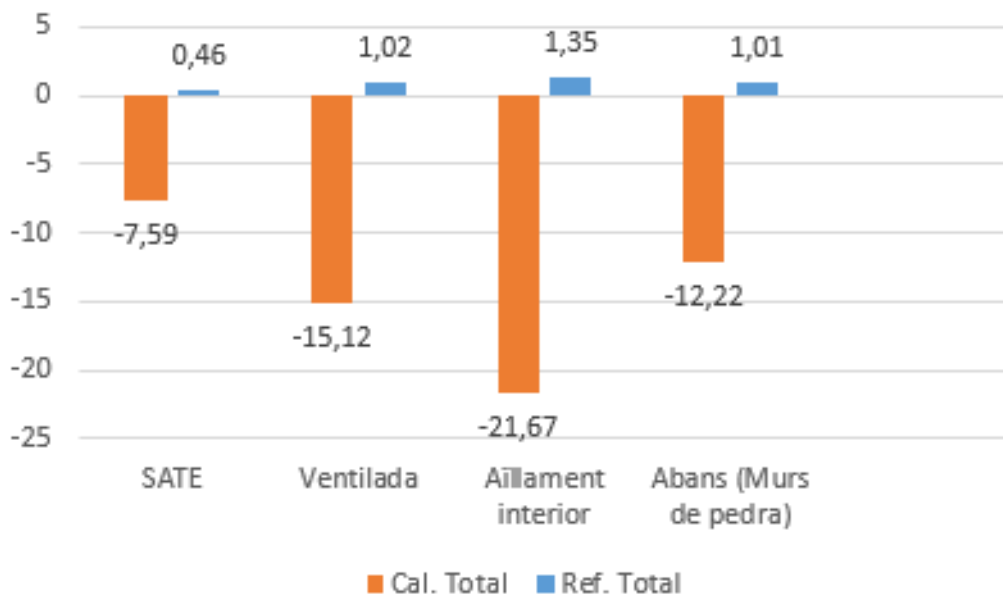
Comparativa Resultats Períodes Calefacció i Refrigeració



Observant els resultats en els ponts tèrmics, es pot veure amb claredat com l'opció del Sistema d'aïllament tèrmic per l'exterior és la més beneficiosa, ja que és la que redueix més les pèrdues en el cas dels ponts tèrmics. Fet que farà que ajuntant les pèrdues per façana i per ponts tèrmics s'aconsegueixi un estalvi de 78,51 KWh/m<sup>2</sup> any, respecte de l'estat actual, mentre que amb els altres dos sistemes, façana ventilada i l'aïllament per l'interior s'aconsegueix un estalvi de 71,16 KWh/m<sup>2</sup> any i 64,92 KWh/m<sup>2</sup> any respectivament. Com ja s'ha dit anteriorment, el que marca la diferència en les diferents solucions són els ponts tèrmics on es veu que en el conjunt la millor opció és el SATE. També cal dir que un cop s'incorporin totes les solucions en els diferents aspectes estudiats, l'efecte dels ponts tèrmics tindrà un valor més baix ja que la continuïtat de l'aïllament serà continua en els punts més conflictius, com pot ser la coberta o els forjats.

Ponts tèrmics	CALEFACCIÓ			REFRIGERACIÓ		
	Guany cal.	Pèrdues cal.	Cal. Total	Guany ref.	Pèrdues ref.	Ref. Total
SATE	0,02	-7,61	-7,59	0,85	-0,39	0,46
Ventilada	0,05	-15,17	-15,12	1,88	-0,86	1,02
Aïllament interior	0,02	-21,69	-21,67	2,18	-0,83	1,35
Abans (Murs de pedra)	0,09	-12,31	-12,22	1,76	-0,75	1,01

Comparativa Resultats Períodes Calefacció i Refrigeració





En les taules següents es pot veure: el cost de construcció de cada solució, veient que l'opció de l'aïllament per l'interior és la més econòmica i la solució de la façana ventilada és la més cara. En l'altra taula es pot veure el consum en Kwh a l'any de cada opció plantejada, el consum en euros considerant el preu del gas natural a 0,077 € el KWh i l'estalvi que aconseguiríem respecte de la situació inicial.

**Cost construcció (€)**

SATE	49.783,20
Ventilada	106.216,39
Aïllament per l'interior	33.908,00

Sistema	Consum Kwh a l'any	Consum euros	estalvi a l'any	Anys per amortitzar
Abans	119939,36	<b>9.235,33 €</b>		
SATE	61343,04	<b>4.723,41 €</b>	4.511,92 €	<b>11,0</b>
Ventilada	66269,27	<b>5.102,73 €</b>	4.132,60 €	<b>25,7</b>
Aïllament per interior	70188,14	<b>5.404,49 €</b>	3.830,84 €	<b>8,9</b>

Taula 18: Taules comparatives diferents sistemes de rehabilitació de façana

Tenint en compte els resultats en els períodes de calefacció i refrigeració, així com també l'estalvi a l'any i el cost de construcció es proposa com a millor opció el sistema d'aïllament tèrmic per l'exterior, ja que és el que produeix major estalvi i ens evita amb el mateix sistema els ponts tèrmics, on s'ha vist que el SATE és el sistema, amb més diferència, que disminueix el consum de forma més eficient

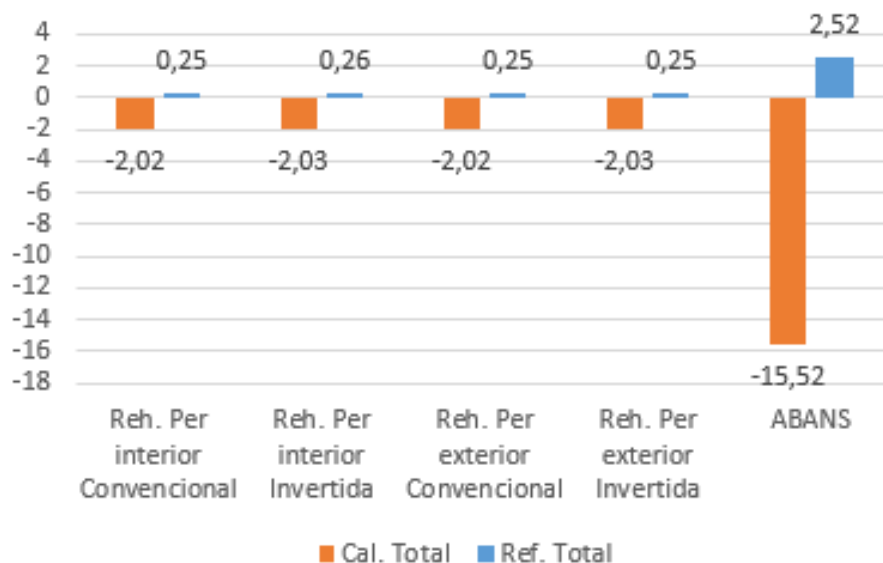
### 3.3 Terrasses i Cobertes

Per poder veure una idea clara de les cobertes i terrasses s'han estudiat conjuntament, fent 4 combinacions que permetran fer la comparativa de la millor combinació, per això hem combinat terrassa amb coberta convencional i rehabilitació interior de la coberta inclinada, terrassa amb coberta convencional i rehabilitació exterior de la coberta inclinada, terrassa amb coberta invertida i rehabilitació interior de la coberta inclinada i l'última combinació és terrassa amb coberta invertida i rehabilitació exterior de la coberta inclinada.

Com es pot veure en la taula i en el gràfic comparatiu no hi ha gaire diferència entre les diferents opcions i les 4 combinacions provades. L'estalvi respecte de la situació inicial en calefacció és de 13,49 KWh/m<sup>2</sup> any les opcions de coberta invertida i 13,5 KWh/m<sup>2</sup> any les combinacions de coberta convencional. Per tant, el que marcarà l'elecció en aquest cas serà el cost de construcció i l'estalvi anual de cada combinació.

Coberta	Terrassa	CALEFACCIÓ			REFRIGERACIÓ		
		Guany cal.	Pèrdues cal.	Cal. Total	Guany ref.	Pèrdues ref.	Ref. Total
Reh. Per interior	Convencional	0,01	-2,03	-2,02	0,37	-0,12	0,25
Reh. Per interior	Invertida	0,01	-2,04	-2,03	0,38	-0,12	0,26
Reh. Per exterior	Convencional	0,01	-2,03	-2,02	0,37	-0,12	0,25
Reh. Per exterior	Invertida	0,01	-2,04	-2,03	0,37	-0,12	0,25
ABANS		0,12	-15,64	-15,52	2,81	-0,29	2,52

Comparativa Resultats Períodes  
Calefacció i Refrigeració



En les taules següents es pot veure: el cost de construcció de cada combinació, veient que la més econòmica és la coberta invertida i la rehabilitació interior de la coberta inclinada i que per contra la combinació de la coberta convencional i la rehabilitació per l'exterior és la més cara. En l'altra taula es pot veure el consum en Kwh a l'any de cada combinació, el consum en euros considerant el preu del gas natural a 0,077 € el KWh i l'estalvi anual que aconseguiríem respecte de la situació inicial. Es pot veure com la combinació que més estalvi ens proporciona és la terrassa convencional amb la rehabilitació exterior, però distant solament 0,14€ de la combinació de terrassa convencional i rehabilitació interior.

### Cost Construcció (€)

Convencional + inclinada reh. Int	12.345,20
Convencional + inclinada reh. Ext	16.055,20
Invertida + inclinada reh. Int,	11.026,48
Invertida + inclinada reh. ext,	14.736,48

Sistema	Consum Kwh a l'any	Consum euros	estalvi a l'any	Anys pe amortitzar
Abans	119939,36	<b>9.235,33 €</b>		
Terrassa convencional + coberta in. Reh int.	112998,19	<b>8.700,86 €</b>	534,47 €	23,1
Terrassa convencional + coberta in. Reh per fora	112996,37	<b>8.700,72 €</b>	534,61 €	30,0
Terrassa invertida + coberta in. Reh int.	113270,53	<b>8.721,83 €</b>	513,50 €	21,5
Terrassa invertida + coberta in. Reh per fora	113261,74	<b>8.721,15 €</b>	514,18 €	28,7

Taula 19: Taules comparatives dels diferents sistemes i combinacions de rehabilitació en cobertes

Tenint en compte els resultats en els períodes de calefacció i refrigeració, així com també l'estalvi a l'any i el cost de construcció (sobretot aquestes últimes dues) es proposa com a millor la combinació de terrassa convencional amb rehabilitació interior de la coberta inclinada, ja que en l'aspecte estalvi-cost és molt favorable, ja que estalviem gairebé 21€ i 272,34 KWh a l'any respecte de l'altra opció que s'amortitza abans.

### 3.4 Forjat

En les taules següents es pot veure: el cost de construcció de cada solució, veient que la més econòmica és aïllar el forjat per l'interior i ficar un fals sostre, amb una diferència de 1239,06€ sobre l'altra opció. En l'altra taula es pot veure el consum en Kwh a l'any, on l'opció amb el fals sostre consumeix 244,9 KWh any menys que l'opció sense fals sostre, el consum en euros considerant el preu del gas natural a 0,077 € el KWh i l'estalvi anual que aconseguiríem respecte de la situació inicial. Es pot veure com l'opció que més estalvi anual ens proporciona la que incorpora fals sostre, distant solament 18,86€ de l'opció on no hi tenim fals sostre.

#### Cost construcció (€)

Forjat aïllament per interior \$ 29.620,56

Forjat aïllament per interior amb fals sostre \$ 28.381,50

Sistema	Consum Kwh a l'any	Consum euros	estalvi a l'any	Anys amortitzar per
Abans	119939,36	<b>9.235,33 €</b>		
Aïllament per interior	98821,79	<b>7.609,28 €</b>	1.626,05 €	18,2
Aïllament per interior amb fals sostre	98576,89	<b>7.590,42 €</b>	1.644,91 €	17,3

Taula 20: Taules comparatives diferents opcions en rehabilitació de forjats

Tenint en compte els del consum total de KWh any, així com també l'estalvi a l'any i el cost de construcció es proposa com a millor opció l'aïllament per l'interior amb fals sostre, ja que en l'aspecte estalvi-cost es la més favorable i és la que baixa més el consum total respecte de l'estat actual.



## 4 Proposta millora total

Després de fer l'anàlisi i la comparativa de les diferents opcions per a cada sistema passiu la proposta de rehabilitació energètica a nivell passiu que es presenta és la següent:

### 4.1 Finestres

Marc d'alumini amb ruptura de pont tèrmic major a 12mm, ja que aconseguim una  $U = 3,2$ . Amb una classificació a la permeabilitat a l'aire classe 4, segons UNE-EN 12207, classificació a l'estanquitat a l'aigua classe E1200, segons UNE-EN 12208 i classificació a la resistència a la força del vent classe 5, segons UNE-EN 12210. La participació del marc serà del 30%.

Triple envidriament format per vidre exterior, trempat de 6 mm, amb capa de control solar incorporada en la cara interior, dues cambres deshidratades omplertes de gas argó amb perfil separador d'alumini i doble segellat perimetral, de 14 mm de gruix cadascuna, vidre intermedi incolor de 4 mm i vidre interior laminar, incolor de 4+4 mm, compost per dues llunes de vidre de 4 mm, unides mitjançant dues làmines de butiral de polivinil incolores. Aconseguint així una  $U=0,6$ , segons UNE-EN 673 i  $g=26\%$ , segons UNE-EN 410.

### 4.2 Façana

Rehabilitació energètica de façana, mitjançant aïllament tèrmic per l'exterior, compost per: panell rígid de llana de roca volcànica de doble densitat ( $150 \text{ kg/m}^3$  en la capa superior i  $80 \text{ kg/m}^3$  en la capa inferior), no revestit, de 120 mm d'espessor, fixat al suport mitjançant morter Adhesiu i fixacions mecàniques amb tac d'expansió amb clau; capa de regularització de morter polimèric, armat amb malla de fibra de vidre antiàlcalsis, de  $3,5 \times 3,8 \text{ mm}$  de llum, de  $160 \text{ g/m}^2$  de massa superficial; revestiment, acabat fi, color a elegir, gama Standard, sobre imprimació, color a elegir, gama Standard. Aconseguint una  $U=0,22$ .

### 4.3 Terrasses

Es planteja una coberta plana transitable, no ventilada, amb enrajolat fix, tipus convencional, pendent del 1% al 5%, composta de: formació de pendents: argila expandida de  $350 \text{ kg/m}^3$  de densitat, abocada en sec i consolidada en la seva superfície amb beurada de ciment, amb espessor medi de 10 cm; aïllament tèrmic: panell rígid de llana mineral soldable, hidròfuga, de 120 mm d'espessor; impermeabilització monocapa adherida: làmina de betum modificat amb elastòmer, totalment adherida amb bufador; capa separadora sota protecció: geotèxtil no teixit compost per fibres de polièster unides per tiretes, ( $200 \text{ g/m}^2$ ); capa de protecció: rajoles de gres rústic  $20 \times 20 \text{ cm}$  col·locades en capa fina amb adhesiu de ciment normal, C1 gris, sobre la capa de regularització de morter de ciment, industrial, M-5, rejuntat amb morter de juntes de ciment amb resistència elevada a l'abradió i absorció d'aigua reduïda, CG2, per junta oberta (entre 3 i 15 mm), amb la mateixa tonalitat de les peces. Aconseguint una  $U=0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ .



#### 4.4 Coberta inclinada

Sistema d'aïllament tèrmic per l'interior de cobertes inclinades, compost per: aïllament amb un panell semirígid de llana de roca volcànica, no revestit, de 160 mm d'espessor i factor de resistència a la difusió del vapor d'aigua 1,3. L'aïllament es col·loca entre les biguetes de fusta que componen la coberta existent i es mantenen les teules i el morter de regularització per sobre. Obtenint una  $U=0,17 \text{ W/m}^2\text{k}$ .

#### 4.5 Forjats

Rehabilitació energètica mitjançant el sistema d'aïllament termoacústic per l'interior, mitjançant la col·locació de panell semirígid de llana de roca volcànica, segons UNE-EN 13162, no revestit, de 80 mm d'espessor, recolzat directament sobre fals sostre continu suspès llis (12,5+27+27), amb una placa de guix laminat H1 / UNE-EN 520 - 1200 / longitud / 12,5 / vora afinada, amb ànima de guix hidròfug, per zones humides, fixada a mestres separades 1000 mm entre eixos i suspeses del sostre o element suport mitjançant penjats combinats; i dues mans de pintura plàstica, color blanc; prèvia aplicació d'una mà d'emprimació a base de copolímers acrílics en suspensió aquosa.

## 5 Pressupost

### PRESUPUESTO DE REHABILITACIÓN EN UN BLOQUE DE VIVIENDAS

	PARTIDA	UNIDAD	METROS	PU	COSTO
	SATE de Façana Exterior				49.783,20 €
SATE	Sistema ETICS REDArt "ROCKWOOL" per aïllament tèrmic per l'exterior de façana existent.		632,73	78,68	49.783,20 €
	Finestres i Balconeres (marcs)				46.572,79 €
Finestra t1	substitució per fusteria d'alumini anoditzat natural, amb perfils proveïts de trencament de pont tèrmic, amb falques i segellat continu per l'exterior i perfil continu per l'interior. De 1200x1200mm	4		589,64	2.358,56 €
Finestra Fixa t1	substitució per fusteria d'alumini anoditzat natural, amb perfils proveïts de trencament de pont tèrmic, amb falques i segellat continu per l'exterior i perfil continu per l'interior. De 1000x1000mm	6		345,13	2.070,78 €
Finestra t2	substitució per fusteria d'alumini anoditzat natural, amb perfils proveïts de trencament de pont tèrmic, amb falques i segellat continu per l'exterior i perfil continu per l'interior. De 600x800mm	23		432,12	9.938,76 €
Finestra t3	substitució per fusteria d'alumini anoditzat natural, amb perfils proveïts de trencament de pont tèrmic, amb falques i segellat continu per l'exterior i perfil continu per l'interior. De 1200x1000mm	4		547,59	2.190,36 €
Finestra t4	substitució per fusteria d'alumini anoditzat natural, amb perfils proveïts de trencament de pont tèrmic, amb falques i segellat continu per l'exterior i perfil continu per l'interior. De 800x800mm	2		435,72	871,44 €
Finestra fixa t2 gran	substitució per fusteria d'alumini anoditzat natural, amb perfils proveïts de trencament de pont tèrmic, amb falques i segellat continu per l'exterior i perfil continu per l'interior. De 1000x1200mm	10		373,96	3.739,60 €
Balconera t1	substitució per fusteria d'alumini anoditzat natural, amb perfils proveïts de trencament de pont tèrmic, amb falques i segellat continu per l'exterior i perfil continu per l'interior. De 1200x2200mm	24		769,07	18.457,68 €
Balconera t2	substitució per fusteria d'alumini anoditzat natural, amb perfils proveïts de trencament de pont tèrmic, amb falques i segellat continu per l'exterior i perfil continu per l'interior. De 1000x2200mm	4		720,35	2.881,40 €
Balconera Fixa t1	substitució per fusteria d'alumini anoditzat natural, amb perfils proveïts de trencament de pont tèrmic, amb falques i segellat continu per l'exterior i perfil continu per l'interior. De 2000x2200mm	2		982,18	1.964,36 €
Portes de vidre	substitució per fusteria d'alumini anoditzat natural, amb perfils proveïts de trencament de pont tèrmic, amb falques i segellat continu per l'exterior i perfil continu per l'interior. De 800x2200mm	3		699,95	2.099,85 €
	Finestres i Balconeres (Vidres)				13.363,72 €
Finestra t1	Substitució de vidres de la fusteria exterior per triple envidriament amb cambres amb gas argó. De 1200x1200mm. Sup menor a 2m2	4		158,47	633,88 €
Finestra Fixa t1	Substitució de vidres de la fusteria exterior per triple envidriament amb cambres amb gas argó. De 1000x1000mm. Sup menor a 2m2	6		158,47	950,82 €
Finestra t2	Substitució de vidres de la fusteria exterior per triple envidriament amb cambres amb gas argó. De 600x800mm. Sup menor a 2m2	23		158,47	3.644,81 €





Finestra t3	Substitució de vidres de la fusteria exterior per triple envidriament amb cambres amb gas argó. De 1200x1000mm. Sup menor a 2m2	4		158,47	633,88 €
Finestra t4	Substitució de vidres de la fusteria exterior per triple envidriament amb cambres amb gas argó. De 800x800mm. Sup menor a 2m2	2		158,47	316,94 €
Finestra fixa t2 gran	Substitució de vidres de la fusteria exterior per triple envidriament amb cambres amb gas argó. De 1000x1200mm. Sup menor a 2m2	10		158,47	1.584,70 €
Balconera t1	Substitució de vidres de la fusteria exterior per triple envidriament amb cambres amb gas argó. De 1200x2200mm. Sup entre 2 i 3m2	24		169,83	4.075,92 €
Balconera t2	Substitució de vidres de la fusteria exterior per triple envidriament amb cambres amb gas argó. De 1000x2200mm. Sup entre 2 i 3m2	4		169,83	679,32 €
Balconera Fixa t1	Substitució de vidres de la fusteria exterior per triple envidriament amb cambres amb gas argó. De 2000x2200mm. Sup entre 4 i 5m2	2		184,02	368,04 €
Portes de vidre	Substitució de vidres de la fusteria exterior per triple envidriament amb cambres amb gas argó. De 800x2200mm. Sup menor a 2m2	3		158,47	475,41 €
<b>Coberta Plana(terrasses) i Coberta Inclinada</b>					<b>12.345,20 €</b>
Terrasses	Coberta plana transitable, no ventilada, amb enrajolat fix, impermeabilització mitjançant làmines asfàltiques.		109,71	99,66	10.933,70 €
Coberta inclinada	Aïllament tèrmic per l'interior de cobertes inclinades sobre espai habitable. Sistema "ROCKWOOL".		50	28,23	1.411,50 €
<b>Canvis en forjats i solera</b>					<b>28.381,50 €</b>
Forjat aïllament per interior amb fals sostre	Sistema "ROCKWOOL" d'aïllament termoacústic per l'interior, sobre fals sostre.		648,72	43,75	28.381,50 €
<b>Gestió de residus</b>					<b>1.648,90 €</b>
	Transport de residus inerts amb contenidor. Càrrega i canvi de contenidor de 7 m <sup>3</sup> .	5		211,13	1.055,65 €
	Cànon d'abocament per lliurament de contenidor de 7m <sup>3</sup> amb residus inerts a gestor autoritzat.	5		118,65	593,25 €
<b>Seguretat i salut</b>					<b>3.041,91 €</b>
Cost seguretat i salut, serà un 2% del pressupost					3.041,91 €
<b>Cost execució material</b>					<b>155.137,21 €</b>
	Despeses generals 16% (incloent el 1% del control de qualitat)		0,16		24.821,95 €
	Benefici industrial del 3%		0,03		4.654,12 €
	21% I.V.A.		0,21		32.578,81 €
<b>Pressupost de construcció</b>					<b>217.192,10 €</b>

## 6 Comparativa energètica estat actual i millores

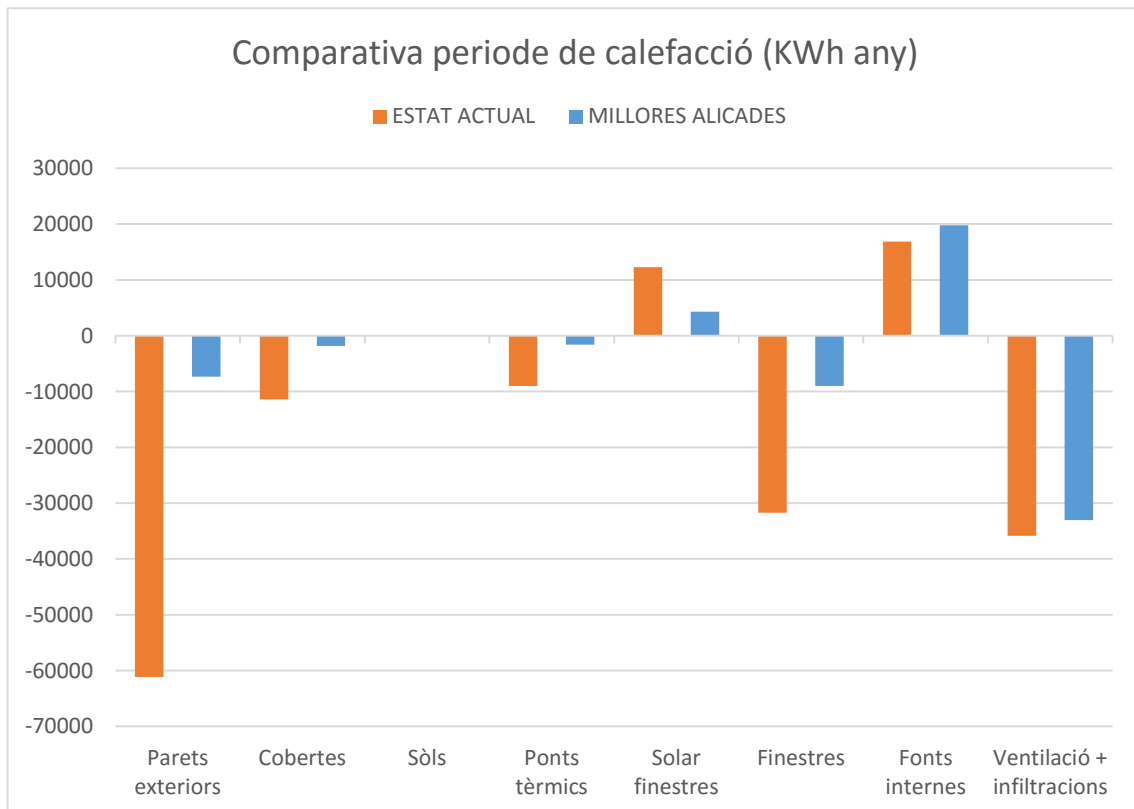
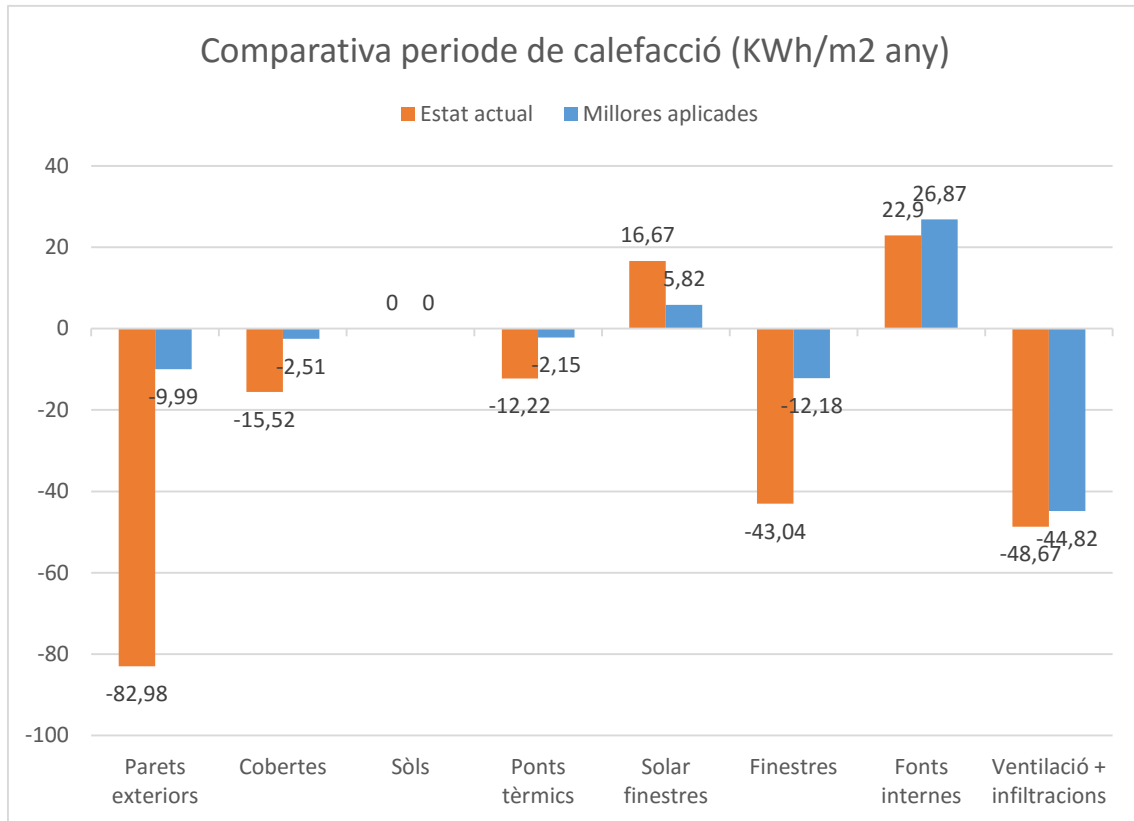
### 6.1 Període de calefacció

En els gràfics que tenim a continuació podem observar com a l'haver fet la rehabilitació sobre els elements passius, s'ha reduït de forma molt alta la demanda de KWh/m<sup>2</sup> any. Fent que parts amb una alta demanda com les parets exteriors redueixin les seves pèrdues en gairebé un 71%, passant així de 82,98 a 9,99 KWh/m<sup>2</sup> any o de 61110,62 a 7357,14 KWh any.

Altres aspectes a destacar són la reducció en la coberta baixant gairebé en un 84% la demanda d'energia que ens fa tenir la coberta. També reduïm els ponts tèrmics en 10,07 KWh/m<sup>2</sup> any respecte de l'estat actual de l'edifici. Un altre punt important on es redueix la demanda és en les finestres on podem observar com es redueix en gairebé un 72% la demanda, passant de 31696,81 KWh a l'any a 8969,96 KWh a l'any, reduint així en 22726,85 el consum de KWh a l'any.

Finalment cal esmentar que es redueix el consum d'energia en el període de calefacció de 119938,25 KWh a l'any a 28692,09 KWh a l'any, reduint així la demanda en un 76%, fet que comporta estalviar 91246,16 KWh a l'any.

	ESTAT ACTUAL		MILLORES ALICADES	
	Total calefacció (KWh any)		Total calefacció (KWh any)	
Parets exteriors	-61110,621	51%	-7357,1355	26%
Cobertes	-11429,704	10%	-1848,4895	6%
Sòls	0	0%	0	0%
Ponts tèrmics	-8999,419	8%	-1583,3675	6%
Solar finestres	12276,6215	-10%	4286,139	-15%
Finestres	-31696,808	26%	-8969,961	31%
Fonts internes	16864,705	-14%	19788,4115	-69%
Ventilació + infiltracions	-35843,0215	30%	-33007,689	115%
	<b>-119938,247</b>	<b>100%</b>	<b>-28692,092</b>	<b>100%</b>



Taula 21: Taules comparatives en el període de calefacció, del estat actual i les millores aplicades

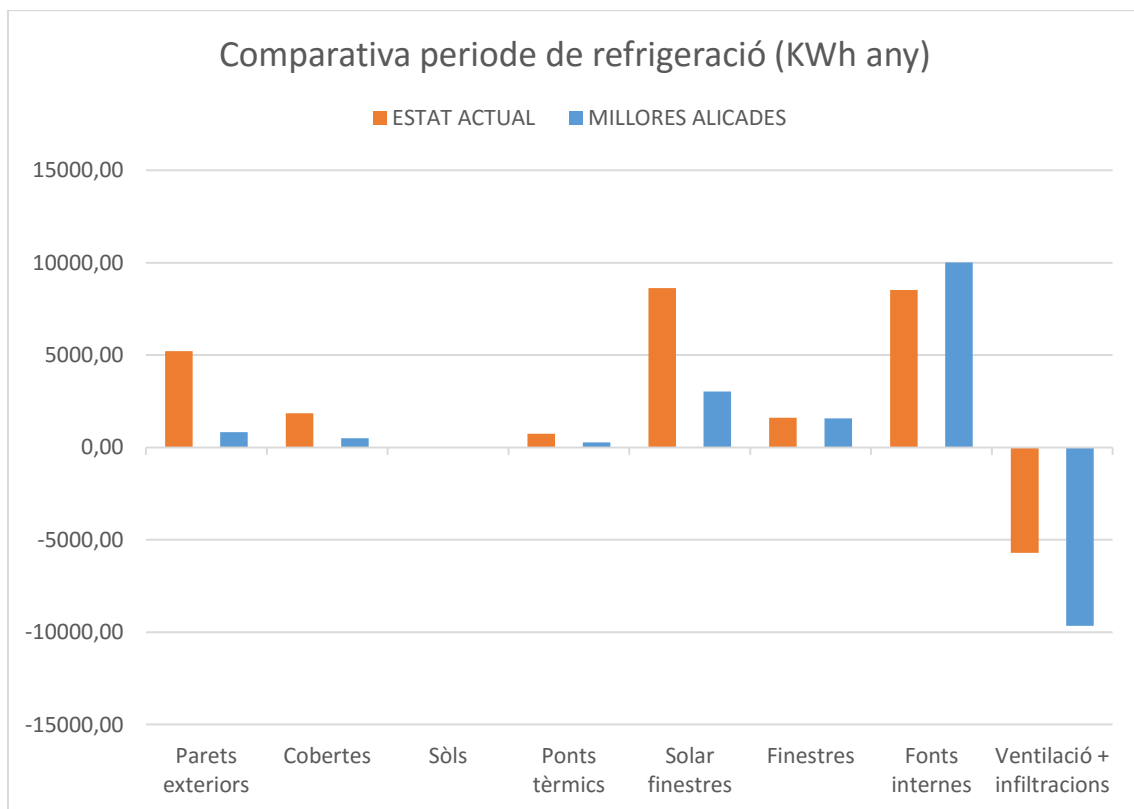
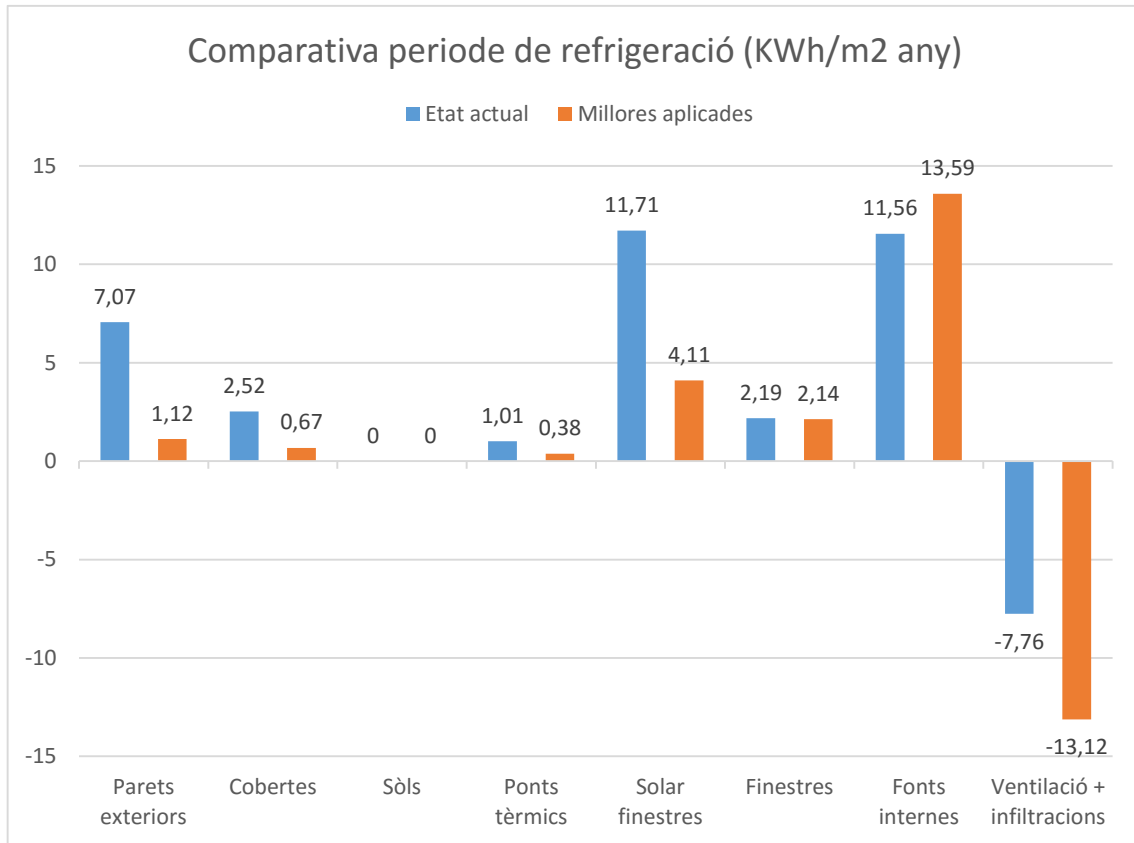
## 6.2 Període de refrigeració

Com en el període de calefacció, en aquest període també es pot observar com les parets exteriors amb gran incidència en el consum del 51%, després de la rehabilitació ja passen a tenir una incidència menor del 26%, fet degut a que s'ha poc més del 84% de la demanda, reduint el consum en 5,95 KWh/m<sup>2</sup> a l'any, que comporta reduir la demanda en 4381,88 KWh a l'any.

Altres elements on s'ha reduït la demanda són també en les cobertes passant de 1855,85 a 493,42 KWh a l'any, fet que ens fa reduir el consum en 3231.18 KWh a l'any. També la incidència del sol s'ha reduït de forma dràstica amb la rehabilitació reduint en gairebé un 65% la demanda d'energia que provoca aquest fet en l'edifici, això significa reduir la demanda en 5597,02 KWh a l'any.

En el total del període de refrigeració aconseguim un estalvi de 14384,49 KWh a l'any, reduint així la demanda respecte de l'estat actual en un 69%.

	ESTAT ACTUAL		MILLORES ALICADES	
	Total refrigeració (KWh any)		Total refrigeració (KWh any)	
Parets exteriors	5206,70	51%	824,824	26%
Cobertes	1855,85	10%	493,4215	6%
Sòls	0	0%	0	0%
Ponts tèrmics	743,81	8%	279,851	6%
Solar finestres	8623,83	-10%	3026,8095	-15%
Finestres	1612,83	26%	1576,003	31%
Fonts internes	8513,36	-14%	10008,3555	-69%
Ventilació + infiltracions	-5714,85	30%	-9662,224	115%
	<b>20841,535</b>	<b>100%</b>	<b>6547,0405</b>	<b>100%</b>



Taula 22: Comparativa del període de refrigeració, entre l'estat actual i les millores proposades

### 6.3 Demanda mensual i anual

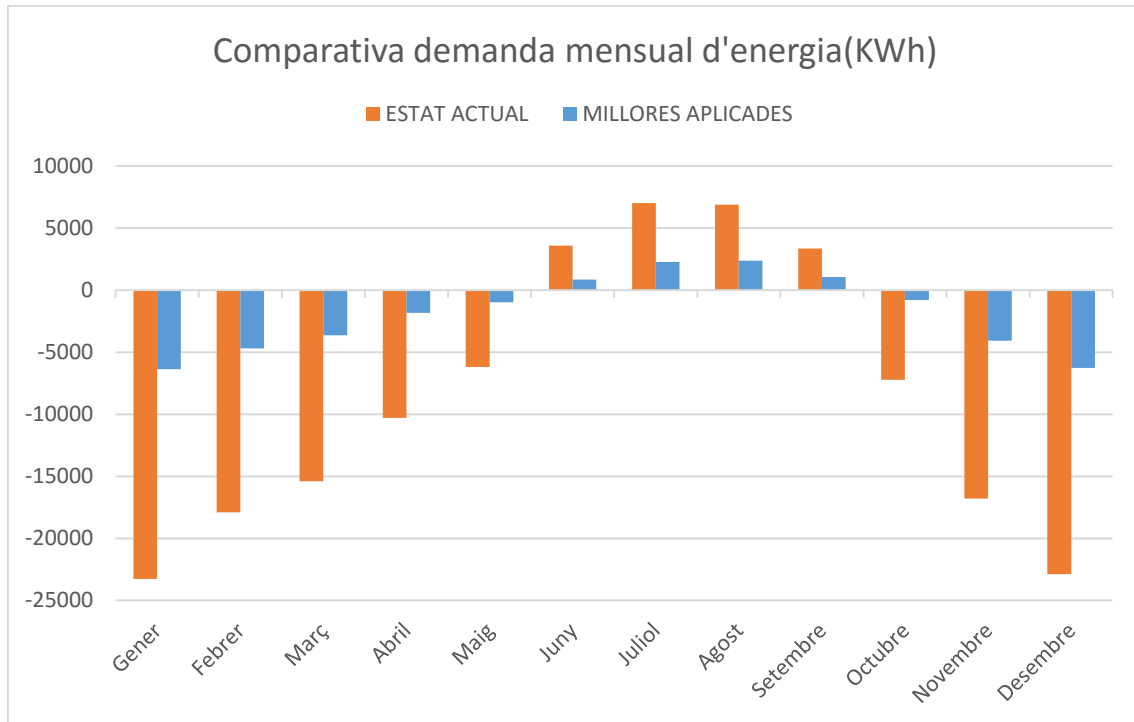
#### Demanda mensual

En la taula i el gràfic següent el que s'observa és la comparativa demanda mensual de l'edifici en KWh. Els valors en negatiu es refereixen a la demanda produïda per la calefacció, mentre que els valors positius a la demanda produïda pel període de refrigeració.

Es pot destacar com la demanda dels mesos més freds, el gener i el desembre decreix de forma que en el gener s'estalvien 16901,53 KWh reduint la demanda en poc més del 72% i en el desembre es redueix de 22874,14 KWh a 6259,83 KWh, reduint en gairebé un 73% la demanda, fet que significa estalviar 16614,31 KWh. Cal destacar que la demanda en aquest dos mesos més freds, després de la rehabilitació la demanda gairebé esta per sota del mes de Maig en l'estat actual, fet que demostra que durant tots els mesos s'aconsegueix un gran estalvi. També s'observa que durant tots els mesos del període de calefacció és redueix la demanda en gran quantitat.

Pel que fa als mesos del període de refrigeració, el mes on es pot veure l'estalvi més gran ens el trobem en el mes de Juliol on s'estalvien 4757,47 KWh, reduint la demanda d'aquest mes en gairebé un 67%.

	ESTAT ACTUAL	MILLORES APLICADES
Mes	Demanda (KWh)	Demanda (KWh)
Gener	-23264,4555	-6362,928
Febrer	-17888,3705	-4698,551
Març	-15391,805	-3645,4275
Abril	-10295,571	-1841,125
Maig	-6200,909	-994,2075
Juny	3579,147	846,9175
Juliol	7018,3685	2260,9015
Agost	6893,172	2371,369
Setembre	3350,8475	1067,8525
Octubre	-7224,5745	-802,7305
Novembre	-16798,4245	-4087,2975
Desembre	-22874,137	-6259,825
<b>Total Calefacció (KWh any)</b>	<b>-119938,247</b>	<b>-28692,092</b>
<b>Total Refrigeració(KWh any)</b>	<b>20841,535</b>	<b>6547,0405</b>



Taula 23: Comparativa de la demanda mensual d'energia, entre l'estat actual i les millores proposades

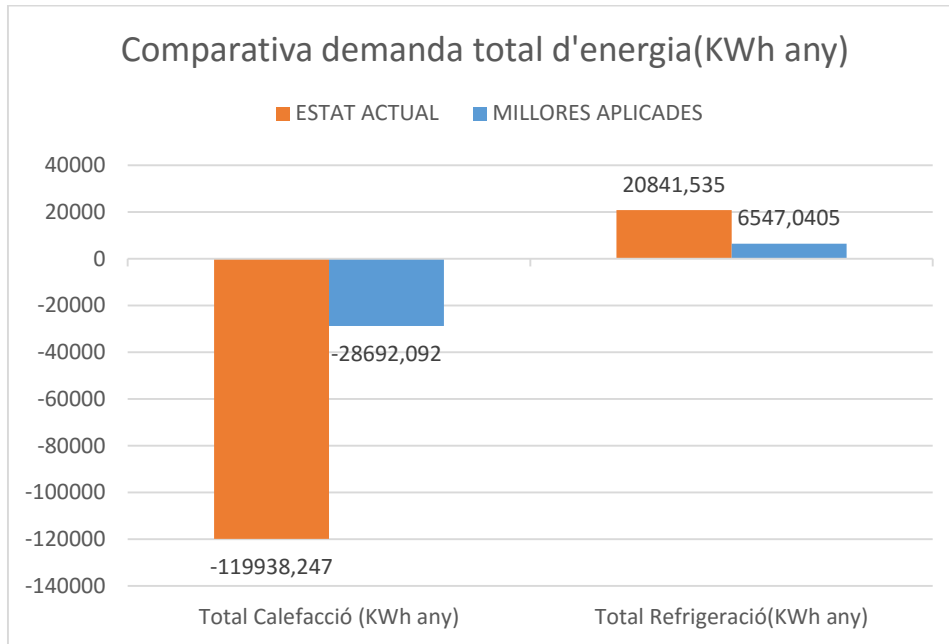


## Demanda anual

En el següent gràfic es pot veure la demanda anual d'energia, separada per període de calefacció i període de refrigeració.

S'observa com la demanda anual de calefacció s'ha reduït en un 76%, produint un estalvi d'energia anual de 91246,16 KWh.

També es pot veure com en el període de refrigeració es redueix la demanda d'energia anual en 14294,5 KWh, reduint la demanda en gairebé un 69%.



Taula 24: Comparativa de la demanda anual d'energia

### 6.4 Comparació de les certificacions energètiques

A continuació el que s'observa és una comparativa de la certificació energètica, donada per l'eina unificada líder calener, entre l'estat actual i el conjunt de les millores un cop aplicades en l'edifici.

El que es pot veure en la taula és la qualificació i la xifra per a cada apartat que dona el programa.

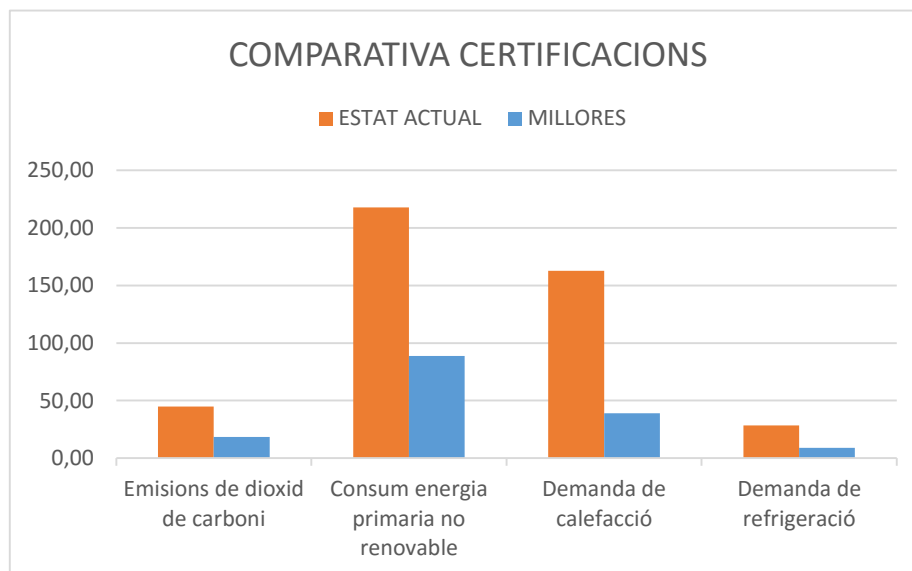
S'observa com en les emissions de diòxid de carboni actualment l'edifici té una qualificació E, emetent 44,96 KWCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> a l'any, i un cop feta la rehabilitació s'aconsegueix un qualificació C emetent 18,46 KWCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> a l'any, aconseguint reduir l'emissió en un 60%, fet que significa emetre 26,5KWCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> a l'any menys.

Pel que fa al consum d'energia primària no renovable actualment és té una qualificació E, i es consumeix 217,84 KWh/m<sup>2</sup> a l'any, mentre que després de la rehabilitació s'aconsegueix una qualificació C i reduir el consum en poc més del 59%, aconseguint així consumir 128,94 KWh/m<sup>2</sup> menys a l'any.

Per últim, en demanda de calefacció i refrigeració, temes que ja s'han comparat anteriorment, passem d'una qualificació G en calefacció i una F en refrigeració a qualificacions C i B respectivament.

Per tant, es pot dir que la rehabilitació que s'ha dut a terme ha millorat energèticament i en emissions de forma important l'estat actual de l'edifici.

		ESTAT ACTUAL	MILLORES
Emissions de diòxid de carboni	Qualificació	E	C
	KWCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> any	44,96	18,46
Consum energia primària no renovable	Qualificació	E	C
	KWh/m <sup>2</sup> any	217,84	88,90
Demanda de calefacció	Qualificació	G	C
	KWh/m <sup>2</sup> any	162,86	38,95
Demanda de refrigeració	Qualificació	F	B
	KWh/m <sup>2</sup> any	28,32	8,90



Taula 25: Comparativa de la informació de la certificació energètica, entre l'estat actual i les millores

## 7 Estalvi econòmic

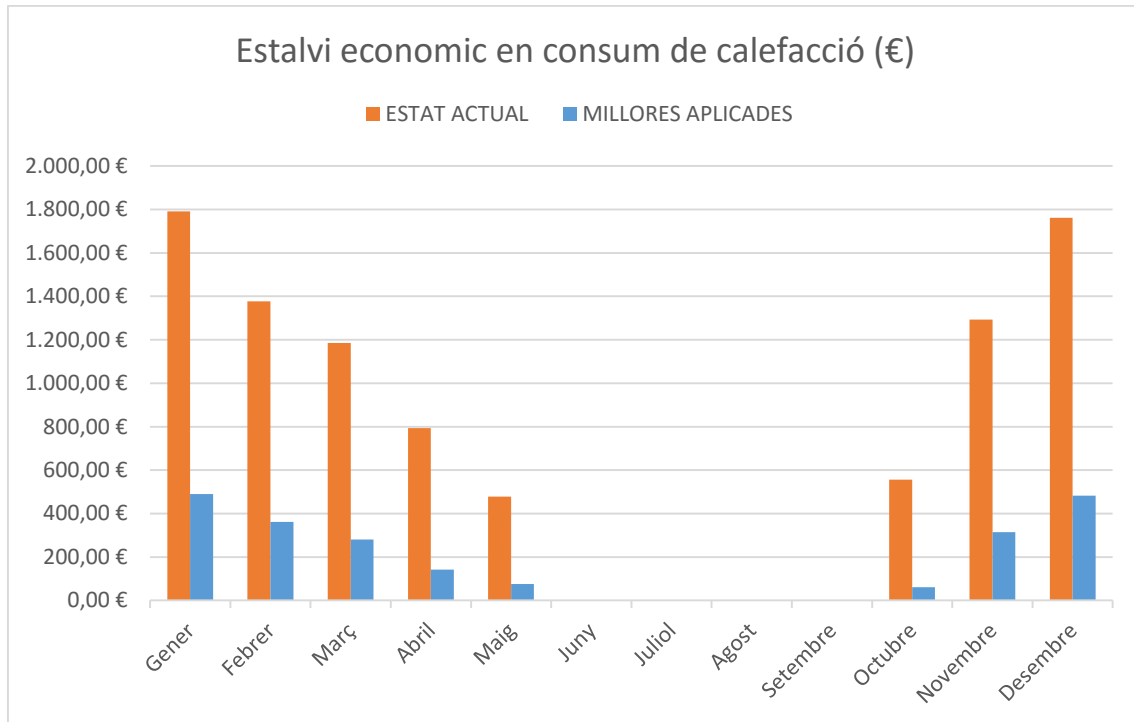
Pel que fa al estalvi econòmic de dur a terme la rehabilitació, s'ha estudiat el consum mes a mes de l'estat actual i de la rehabilitació aplicant les millores esmentades, com l'edifici estudiat només consta d'instal·lacions de calefacció i no de refrigeració, només aconseguirem estalviar diners a través de la factura que hi ha de calefacció. Per poder treure el consum el que s'ha fet és multiplicar el consum mensual de KWh de calefacció pel preu del KWh, essent aquest de 0,077 €, que s'ha extret d'una factura de l'empresa gas natural.

A continuació es pot observar com cada mes s'estalvia, destacant els mesos de gener, febrer i desembre, que s'aconsegueix un estalvi superior als 1000 €, cal dir que aquest estalvi es del bloc complet.

De forma més ràpida podem veure l'estalvi d'un sol habitatge, dividint el consum pel número d'habitatsges, tot i que no és la forma més idònia serveix per fer-se una idea sobre l'estalvi en un habitatge. Per exemple, en el mes de gener un habitatge actualment està pagant (1791,36/6) 298.56 € i després de la rehabilitació pagaria (489,95/6) 81,66 €, aconseguint així un estalvi de 216,9 €.

En el total es pot veure com s'aconsegueix un estalvi de 7025,95 € en el global de l'edifici. I si fem el mateix exercici que abans però en el global, un habitatge actualment paga (9235,25/6) 1539,21 €, mentre que aquest mateix habitatge després de la reforma pagaria 368,22 €, aconseguint així estalviar-se 1170,99 € al llarg d'un any.

	ESTAT ACTUAL	MILLORES APLICADES	ESTALVI
Mes	Consum (€)	Consum (€)	€
Gener	1.791,36 €	489,95 €	1.301,42 €
Febrer	1.377,40 €	361,79 €	1.015,62 €
Març	1.185,17 €	280,70 €	904,47 €
Abril	792,76 €	141,77 €	650,99 €
Maig	477,47 €	76,55 €	400,92 €
Juny			
Juliol			
Agost			
Setembre			
Octubre	556,29 €	61,81 €	494,48 €
Novembre	1.293,48 €	314,72 €	978,76 €
Desembre	1.761,31 €	482,01 €	1.279,30 €
<b>TOTAL</b>	<b>9.235,25 €</b>	<b>2.209,29 €</b>	<b>7.025,95 €</b>



Taula 26: Comparativa del consum mensual de calefacció i estalvi aconseguit amb la millora

## 7.1 Amortització inversió

### 7.5.1 Subvenció

En el cas en el que ens trobem en el treball segons el que marca la RESOLUCIÓ GAH/904/2017, de 25 d'abril, ens trobem en que es fa una rehabilitació segons el que marca l'article 2: La millora de l'envolupant tèrmica de l'edifici, per reduir la demanda energètica de calefacció i refrigeració, mitjançant actuacions de millora del seu aïllament tèrmic, la substitució de fusteries i envidraments dels forats, o d'altres, inclosa la instal·lació de dispositius bioclimàtics. En tot cas, s'haurà de complir, com a mínim, el que estableix el document bàsic DB-HE1 del Codi tècnic de l'edificació, aprovat pel Reial decret 314/2006, de 17 de març.

Aquest edifici construït probablement sobre el 1940 compleix el marcat a l'article 4:

- a) Han d'haver estat construïts i acabats abans de l'any 1981.
- b) Com a mínim, el 70% de la superfície construïda sobre rasant de l'edifici ha d'estar destinada a habitatge. No computa la superfície en planta baixa si aquesta és d'ús diferent al d'habitatge.
- c) Com a mínim, el 70% dels habitatges de l'edifici han de constituir el domicili habitual i permanent dels seus propietaris o arrendataris, en totes les fases del procediment.



Per tant segons el que marca l'article 7 d'aquesta resolució:

2.000 euros per a les actuacions de millora de la qualitat i sostenibilitat, quan es compleixin les condicions de la base 2.2, o de 5.000 euros, com a màxim, si, en compliment d'aquestes condicions, es redueix almenys en un 50% la demanda energètica anual global de calefacció i refrigeració de l'edifici.

L'import de la subvenció es calcula de la manera següent: es multiplica l'import que s'indica anteriorment pel nombre d'habitatges i per cada 100m<sup>2</sup> de superfície útil de locals de l'edifici que consten a l'escriptura de divisió horitzontal o, en el seu defecte, al Registre de la Propietat o al Cadastre.

Per tant, els propietaris de l'edifici rebrien com a subvenció per dur a terme la rehabilitació proposada 5.000 € per habitatge i cada 100m<sup>2</sup> de locals, ja que es redueix en més del 50% la demanda energètica anual global de calefacció i refrigeració.

$5.000 \text{ €} \times 6 \text{ habitatges} = 30.000 \text{ €}$

Superfície útil locals = 114,38 m<sup>2</sup> per tant seran 5.000 €

Aconseguint així un total de 35.000 €.

#### 7.5.2 Amortització sense subvenció

El cost total de la construcció de les millores aplicades és de 217.192,10€ , i estalviem cada any en calefacció (ja que no es té cap tipus d'instal·lació de refrigeració en l'edifici) 7.025,95€. Per tant, amortitzaríem la inversió realitzada en poc menys de 31 anys.

#### 7.5.3 Amortització amb subvenció

El cost total de la construcció de les millores aplicades és de 217.192,10€ i restant els 35.000 € que tindríem com a subvenció, tindríem una inversió de 182.192,1€, ja que aconseguim un estalvi anual de calefacció de 7.025,95€, tardarem en amortitzar la inversió realitzada aproximadament 26 anys.



## Conclusions

Durant el treball s'ha pogut estudiar l'edifici existent i observar quins són els punts més crítics a nivell de demanda d'energia, essent llavors quan m'he adonat de que els principals punts de pèrdues són les parets exteriors de l'edifici, les finestres (fusteries) i les ventilacions o infiltracions, fet que fa veure'ns que s'ha d'actuar a més a més de en els sistemes passius en els sistemes actius.

En el moment d'analitzar les diferents solucions constructives, he pogut observar com el canvi de les fusteries és un punt on s'hi destina bona part del pressupost, ja que el preu dels marcs és força elevat, i que a vegades ens hem d'adonar que hem de prioritzar la relació estalvi-cost per sobre del estalvi energètic únicament.

En el cas d'estudiar els diferents sistemes d'aïllament de les parets exteriors, m'adono que la diferència entre els sistemes a nivell d'estalvi bé marcada pels ponts tèrmics, on poder reduir-los de forma eficaç redueix en gran part la demanda que tindrem.

Pel que fa als altres casos, les diferents rehabilitacions de cobertes i forjats no mostren una gran diferència d'estalvi entre les diferents solucions estudiades, però depenent del cost d'execució ens decantarem per una o altra solució.

Un cop feta la rehabilitació me n'adono que actuant sobre l'envolupant de l'edifici es redueix en gran quantitat la demanda i les emissions de l'edifici, fet que es pot afirmar que actuant sobre l'aïllament passiu de l'edifici pot ajudar-nos a reduir en gran quantitat el consum tant energètic com econòmic.

Tot i lo esmentat en el paràgraf anterior, el fet d'actuar solament sobre l'anomenat aïllament passiu no és suficient per arribar a nivells de certificacions altes (A o B), ja que actuar sobre les instal·lacions ens permet millorar-les, fet que ens provocarà menys emissions de CO<sub>2</sub>, com per exemple canviar la caldera convencional per una caldera de condensació i col·locar un sistema de ventilació forçada amb recuperació de calor, que ens podria ajudar a reduir la demanda per ventilació. Fets que derivarien a un estalvi econòmic major i una reducció de la demanda també major. Per tant, podria afirmar que si volem arribar a nivells d'alta eficiència energètica en un edifici, hem d'actuar tant en l'aïllament passiu com en l'actiu, ja que el complement dels dos ens ajuda a reduir i aconseguir demandes i emissions més baixes.

En quant a l'estalvi econòmic de dur a terme la rehabilitació, és clar que si reduïm la demanda d'energia, estalviarem en la factura i, per tant, obtindrem un estalvi econòmic considerable.

Finalment, quan parlem de l'amortització de la inversió s'ha de distingir si tindrem ajudes o no en tindrem i a més a més a nivell personal diferenciaria el caràcter de cada persona.

Si no tenim ajudes veiem que l'amortització de la inversió a nivell econòmic és a un període a llarg termini (31 anys), mentre que si tenim ajudes aquest període disminueix en almenys 5 anys, fet que esdevé important. Tot i que observant les dades és complicat que la gent hi inverteixi, ja que són períodes d'amortització



elevats, i en els temps que corren la gent vol veure resultats i amortitzacions més immediates. Per aquest fet, diferenciaria la forma de ser de les persones, ja que hi ha una gran quantitat de persones que pensen el que he esmentat anteriorment, però hi ha altres persones potser més compromeses amb el medi ambient o més conscienciades dels danys que produïm al medi, que pel simple fet de poder reduir en gran quantitat les emissions de CO2 farien aquesta inversió, sense esperar una rendibilitat econòmica, sinó buscant reduir els danys que podem produir al medi ambient.





## Bibliografia

- Codi Tècnic de l'Edificació.
- Decret d'Ecoeficiència.
- Documento Básico de Ahorro de Energía.
- Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya.

### Informació de professionals del sector

- Informació de l'edifici estudiat, facilitada per l'empresa: Puigdemasa Arquitectes SLP.
- Informació sobre l'edifici estudiat, ajuda en el funcionament del programa HULC, per part del arquitecte tècnic: Jesús Arribas Ibarz.

### Guies

- Guia de la renovació energètica d'edificis d'habitatges (Gencat).
- Guía práctica de la energía para la rehabilitación de edificios (Idae).
- Sistemas de Aislamiento Térmico Exterior (SATE) para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios (Idae).
- Guia de rehabilitación energètica de edificios de viviendas (fenercom).
- Guia técnica de rehabilitación de edificios (Renovarte).
- Manual de usuario de HULC.

### Pàgines web

- Ubicació i localització de l'edifici estudiat, disponible a: [www.google.maps.com](http://www.google.maps.com)
- Referència cadastral i dades de l'edifici, disponible a: <https://www1.sedecatastro.gob.es/OVCFrames.aspx?TIPO=CONSULTA>
- Informació sobre el Pla Urbanístic de Lleida, disponible a: [www.poum lleida.paeria.cat](http://www.poum lleida.paeria.cat)
- Diferents conceptes sobre la eficiència energètica, disponible a: [http://www.construmatica.com/construpedia/Categor%C3%ADa:Eficiencia\\_Energ%C3%A9tica](http://www.construmatica.com/construpedia/Categor%C3%ADa:Eficiencia_Energ%C3%A9tica)
- Conceptes de la rehabilitació energètica, en especial del aïllament tèrmic, disponible a: <http://www.tracrehabilitacio.es/es/servicio/aislamiento-termico>
- Conceptes de la rehabilitació energètica i subvencions, disponible a: <http://www.certificadosenergeticos.com/actuaciones-subvencionables-plan-vivienda-2013-2016>
- Informació sobre les subvencions en rehabilitacions d'habitatges, disponible a: [https://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG\\_CASTELLANO/DIRECCION\\_S\\_GENERALES/ARQ\\_VIVIENDA/APOYO\\_EMANCIPACION/PRGM4.htm](https://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCION_S_GENERALES/ARQ_VIVIENDA/APOYO_EMANCIPACION/PRGM4.htm)
- Informació sobre la gestió de residus i obtenció de l'amidament, disponible a:



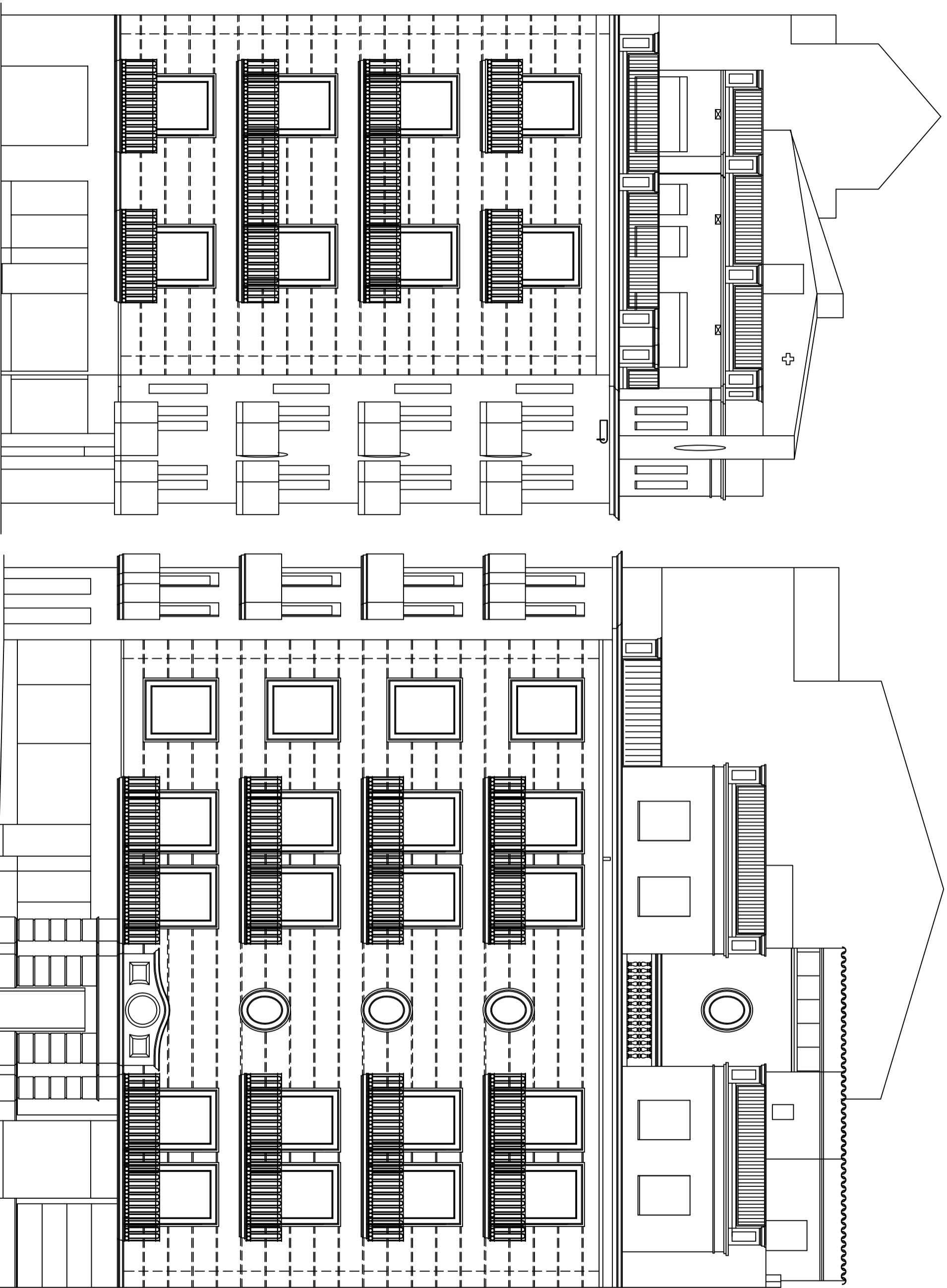
[http://www.sanbartolome.es/documentos/CENTRO\\_CIVICO\\_PLAYA\\_HOND/A/PROYECTO\\_CENTRO\\_CIVICO/DOC05-Construccion.pdf](http://www.sanbartolome.es/documentos/CENTRO_CIVICO_PLAYA_HOND/A/PROYECTO_CENTRO_CIVICO/DOC05-Construccion.pdf)

### Recursos informàtics

- Microsoft Word.
- Microsoft Excel.
- Microsoft Power Point.
- Adobe Reader.
- Autocad.
- Consulta de partides i preus dels diferents fabricants, disponible a: CYPE. Arquitectura, Enginyeria i Construcció.
- Herramienta unificada Lider Calener (HULC).

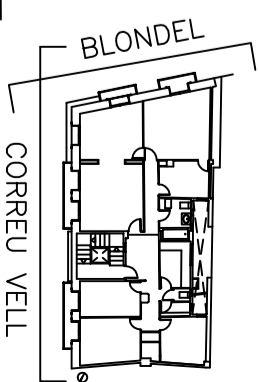


# Annexos

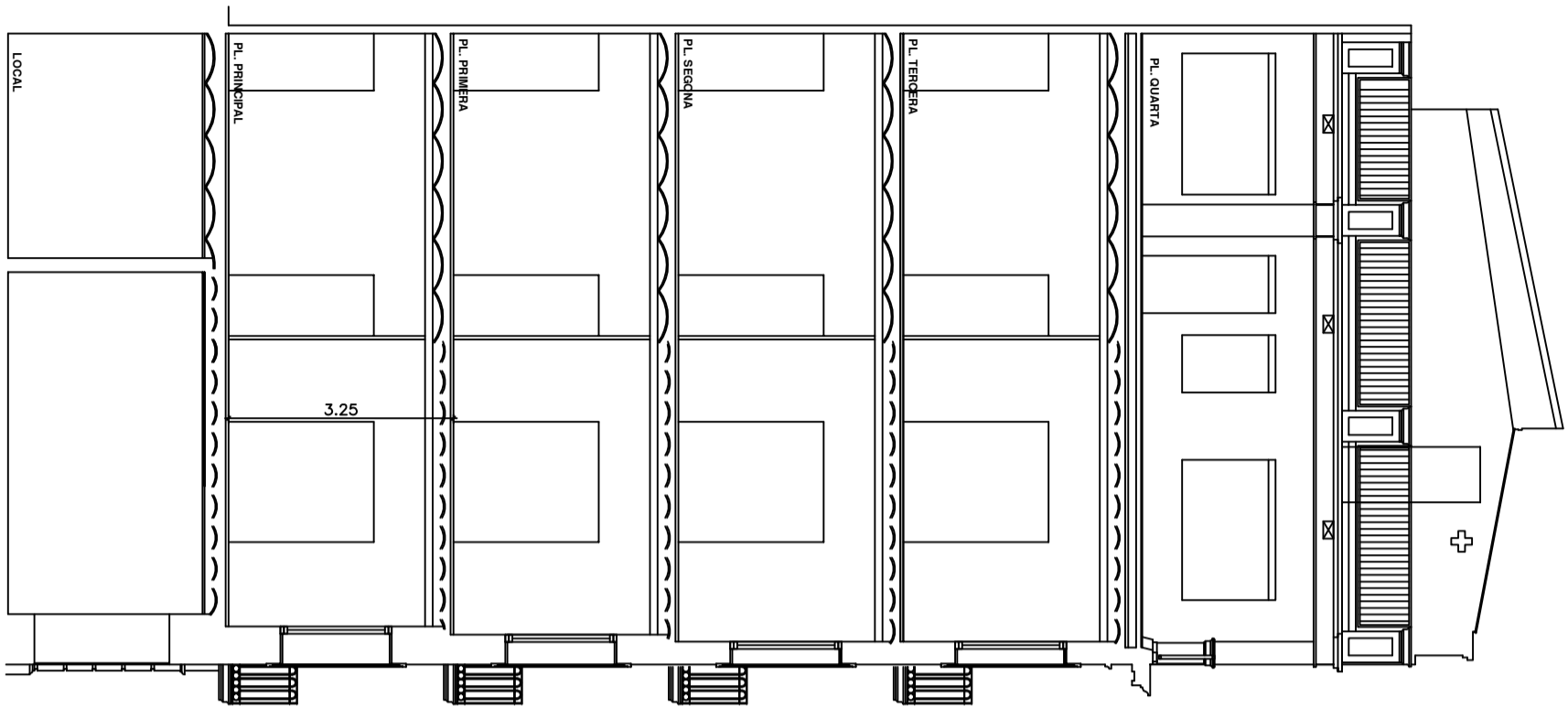


FAÇANA BLONDEL

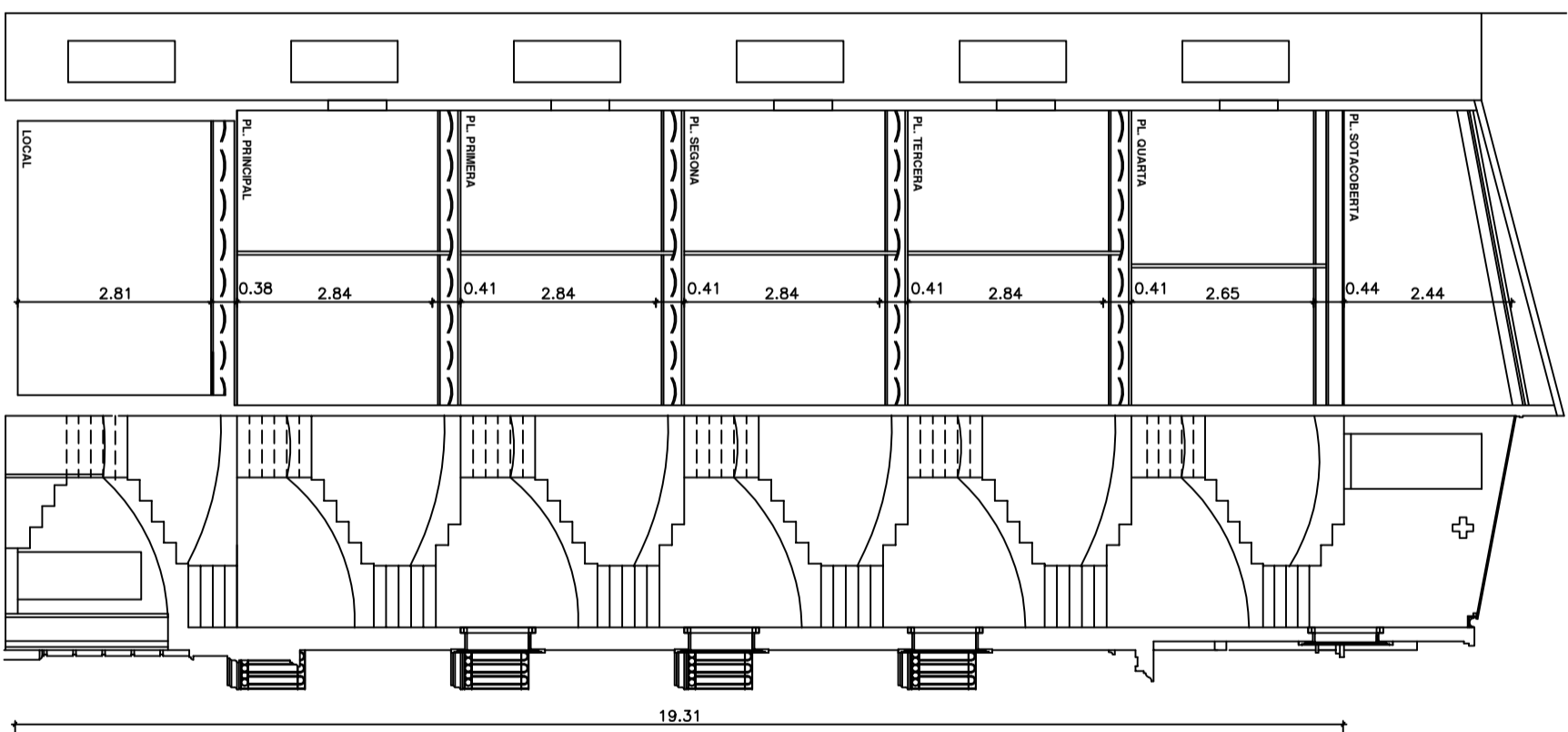
FAÇANA CORREU VELL



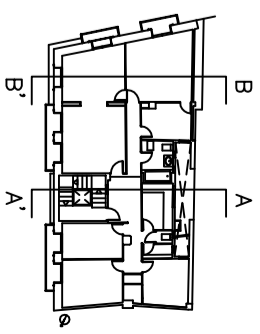
ESTUDI DE REHABILITACIÓ ENERGÈTICA D'UN EDIFICI EXISTENT  
 SITUACIÓ: CARRER CORREU VELL, 8 (LEIDA)  
 NOU ALUMNE: MARC PEDRA BERNAU  
 TUTOR: JOSEP MARIA BURQUÉS SOLANES  
 UNIVERSITAT: UNIVERSITAT DE LEIDA EPS  
 REFERÈNCIA: 03  
 DATA: JUNY 2017  
 ALÇATS ESTAT ACTUAL



SECCIÓ BB'

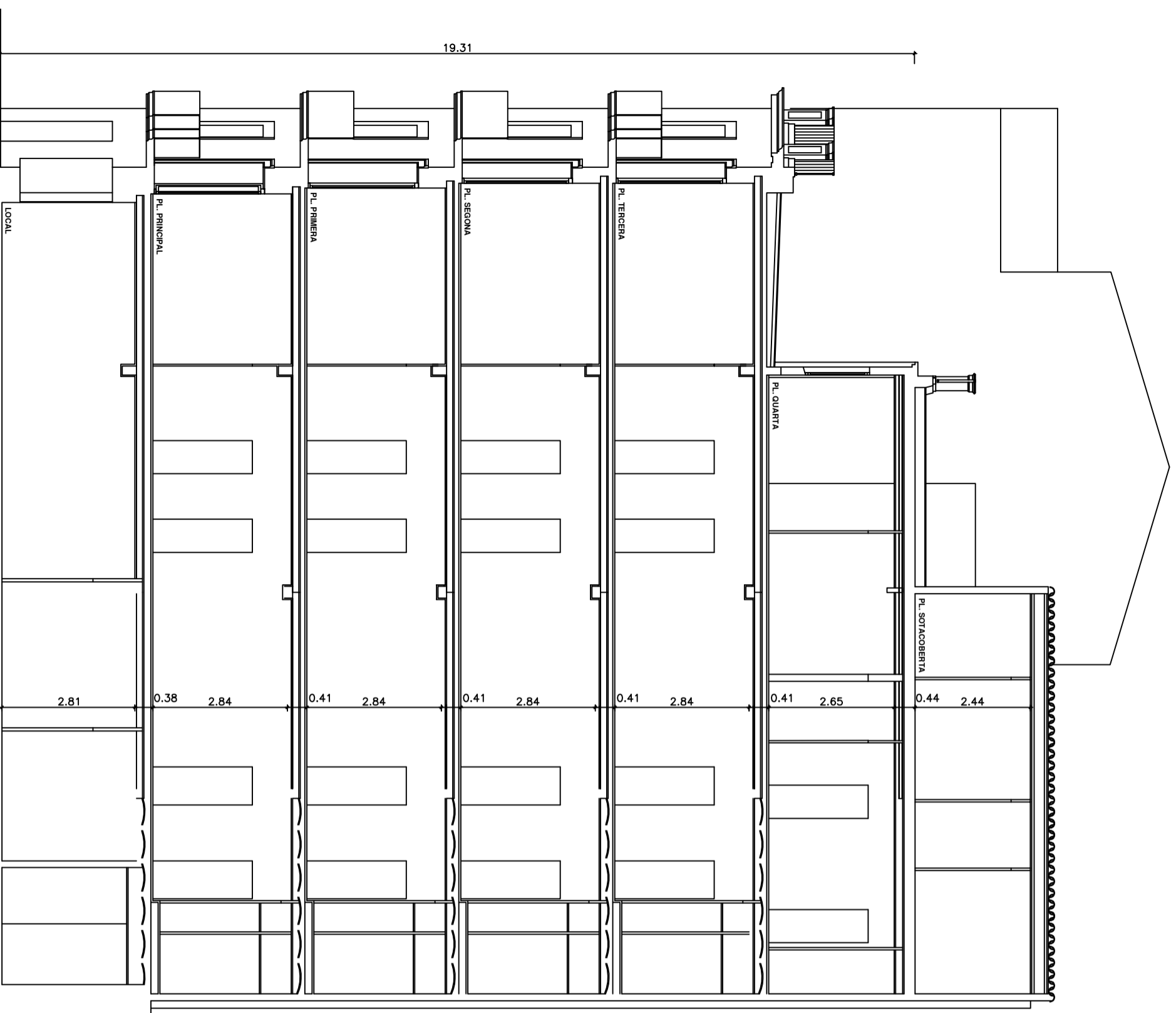


SECCIÓ AA'

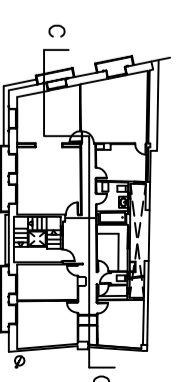


ESTUDI DE REHABILITACIÓ ENERGÈTICA D'UN EDIFICI EXISTENT

SITUACIÓ: CARRER CORREU VELL, 8 (LEIDA)  
 NOU ALUMNE: MARC PEDRA BERNARDEZ  
 TUTOR: JOSEP MARIA BURQUÉS SOLANES  
 UNIVERSITAT: UNIVERSITAT DE LEIDA EPS  
 REFERÈNCIA: 02  
 DATA: JUNY 2017

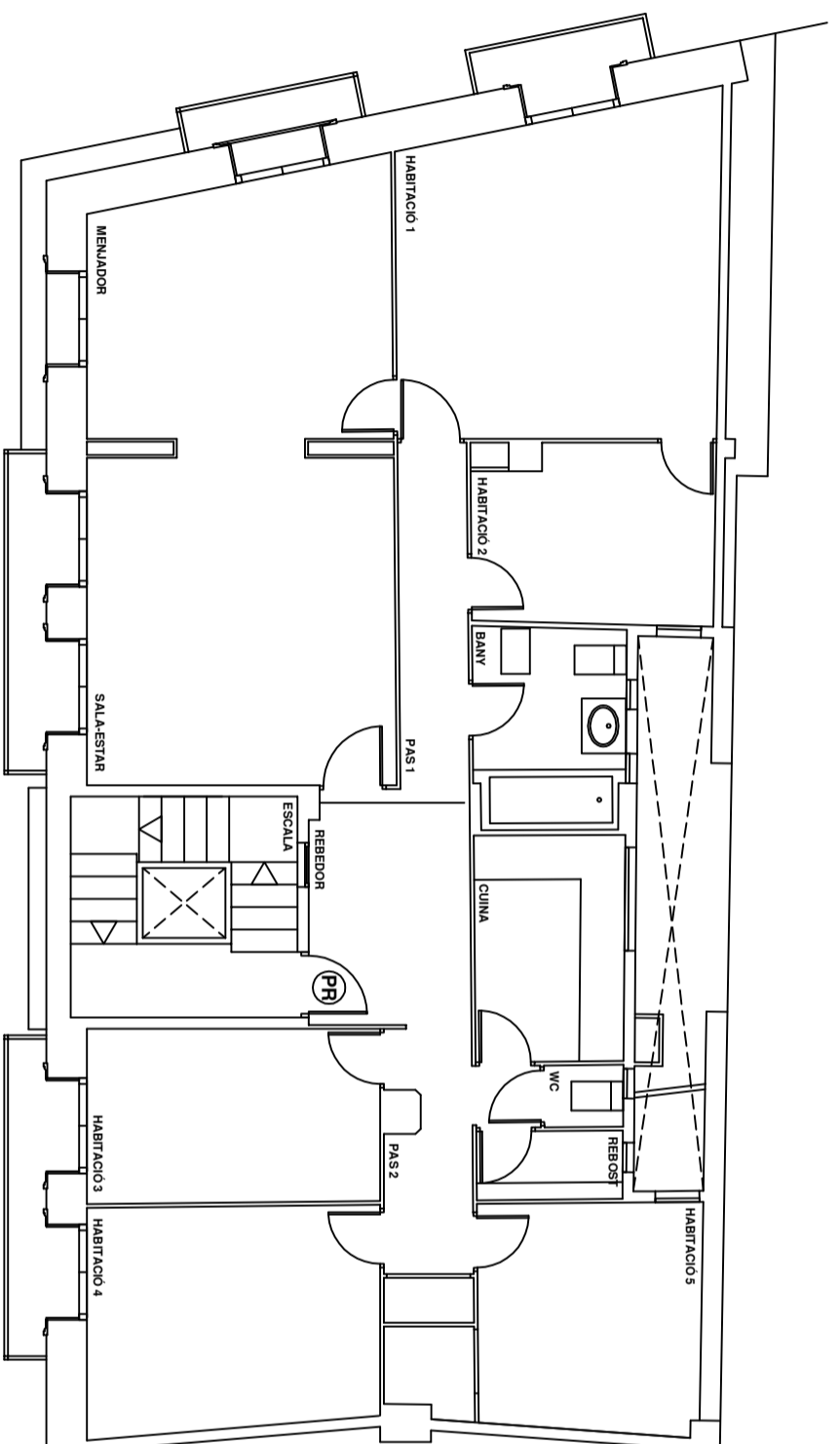


SECCIÓ CC'

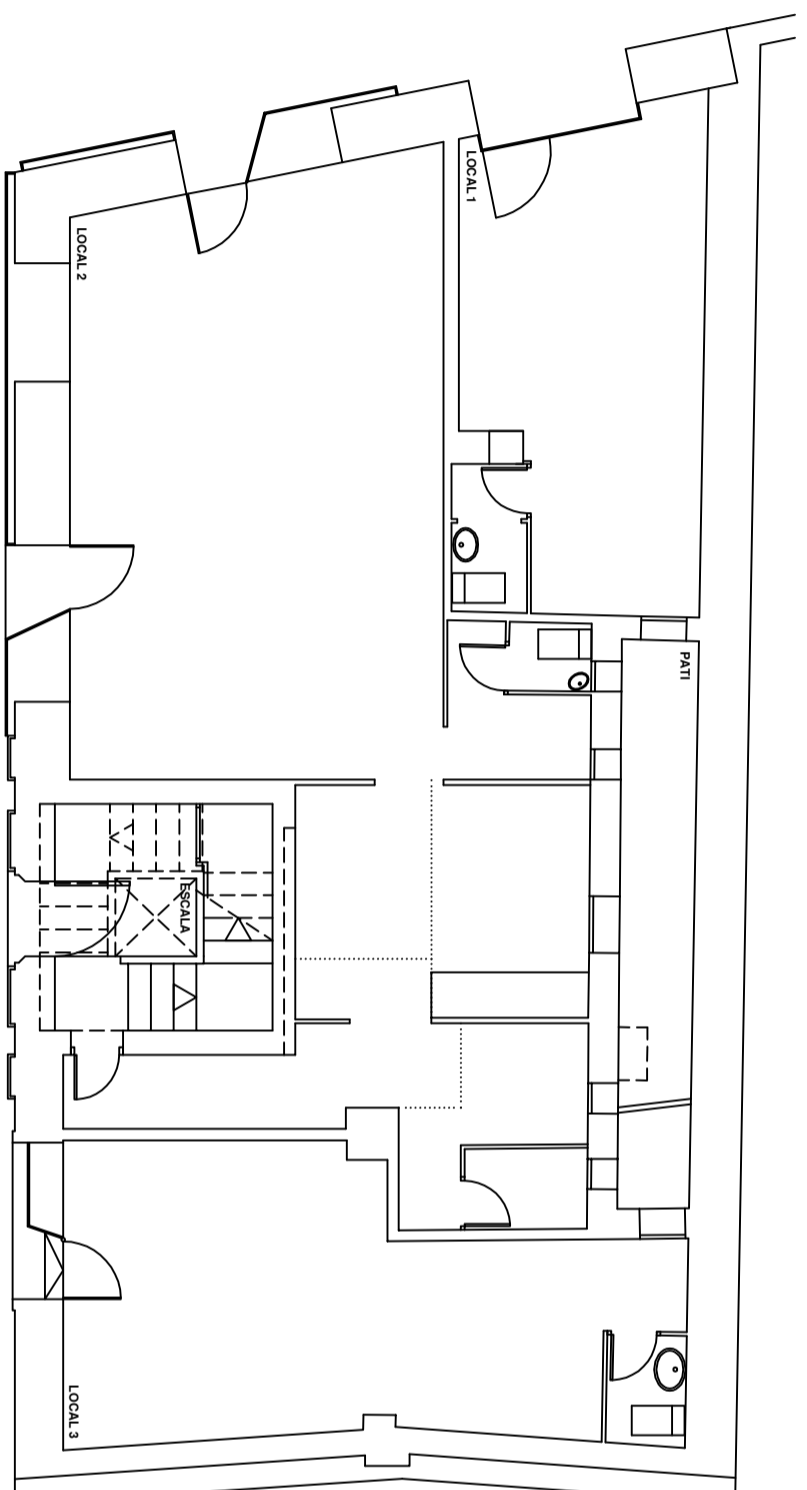


ESTUDI DE REHABILITACIÓ ENERGÈTICA D'UN EDIFICI EXISTENT

SITUACIÓ: CARRER CORREU VELL, 8 (LEIDA)  
 NOM ALUMNE: MARC PIEDRA BERNARDEZ  
 TUTOR: JOSEP MARIA BURGUÉS SOLANES  
 UNIVERSITAT: UNIVERSITAT DE LEIDA EPS  
 REFERÈNCIA: 03  
 DATA: JUNY 2017  
 SECCIÓ CC'



PLANTA PRINCIPAL



PLANTA BAIXA

ESTUDI DE REHABILITACIÓ ENERGÈTICA D'UN EDIFICI EXISTENT

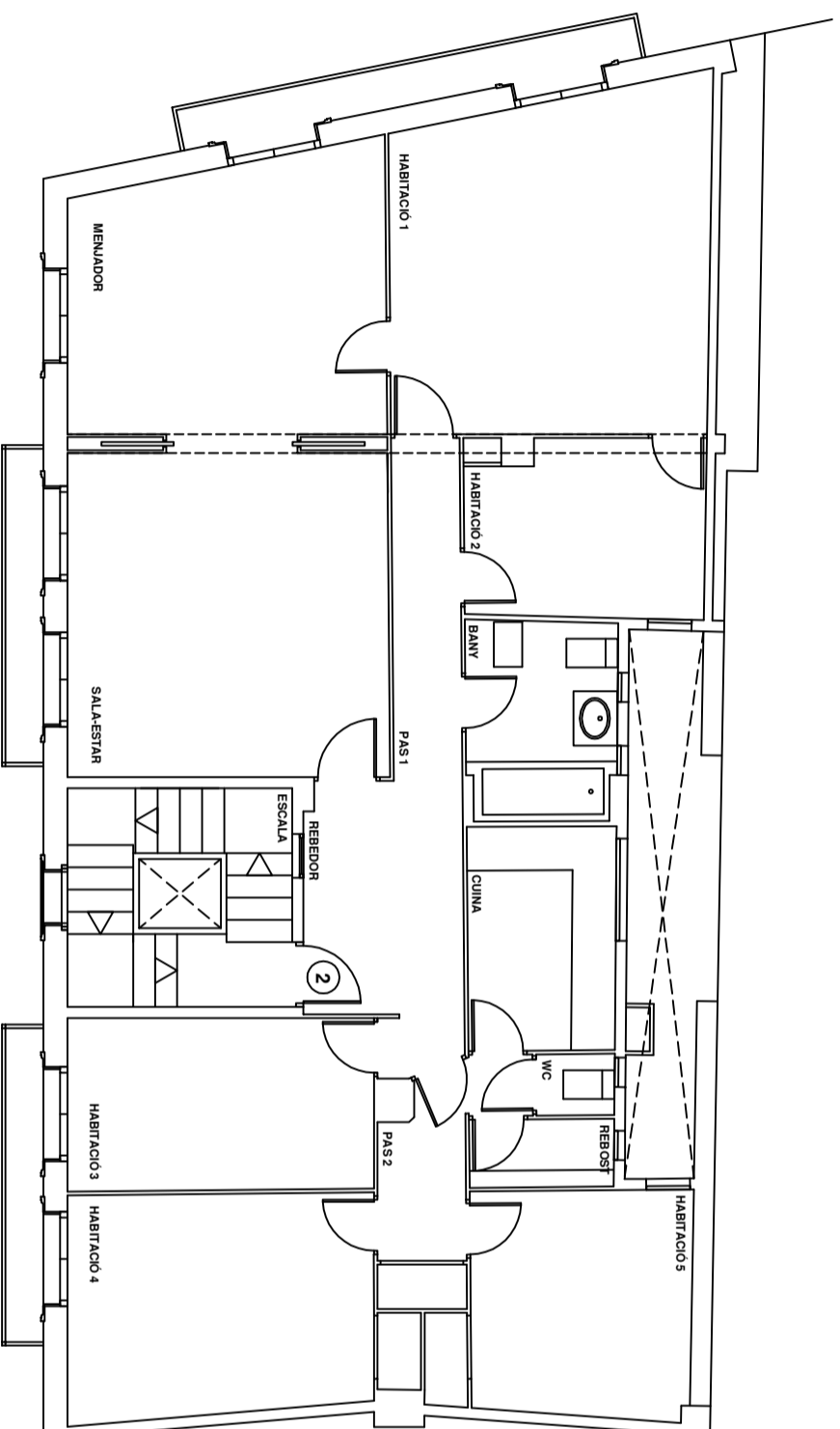


SITUACIÓ: CARRER CORREU VELL, 8 (LEIDA)  
 NOM ALUMNE: MARC PIENRA BERNARDI  
 TUTOR: JOSEP MARIA BURQUES SOLANES  
 UNIVERSITAT: UNIVERSITAT DE LEIDA EPS  
 REFERÈNCIA: 04  
 DATA: JUNY 2017

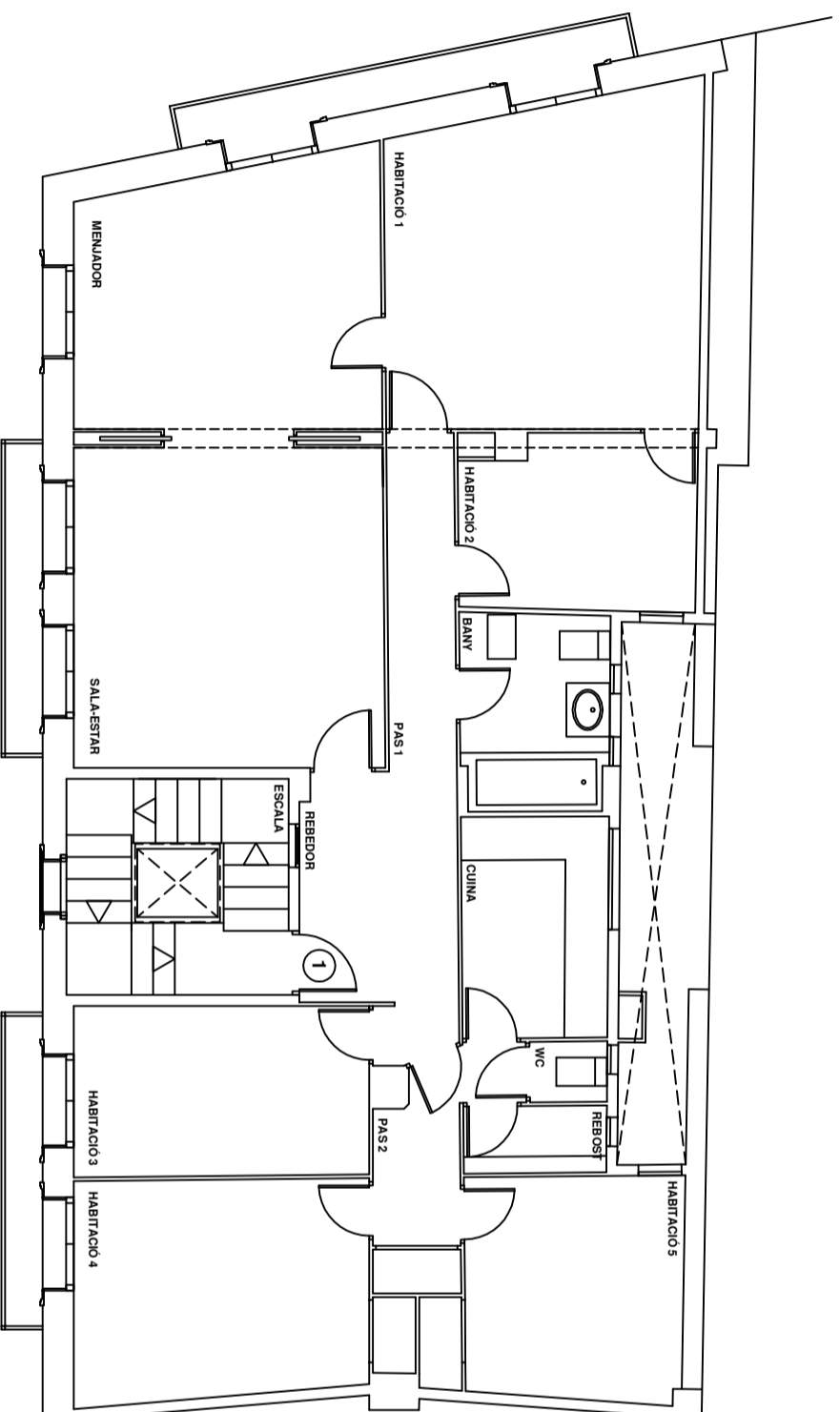
PLANTES BAIXA I PRINCIPAL (E. ACTUAL) P-04

AS: 1/100





PLANTA SEGONA



PLANTA PRIMERA

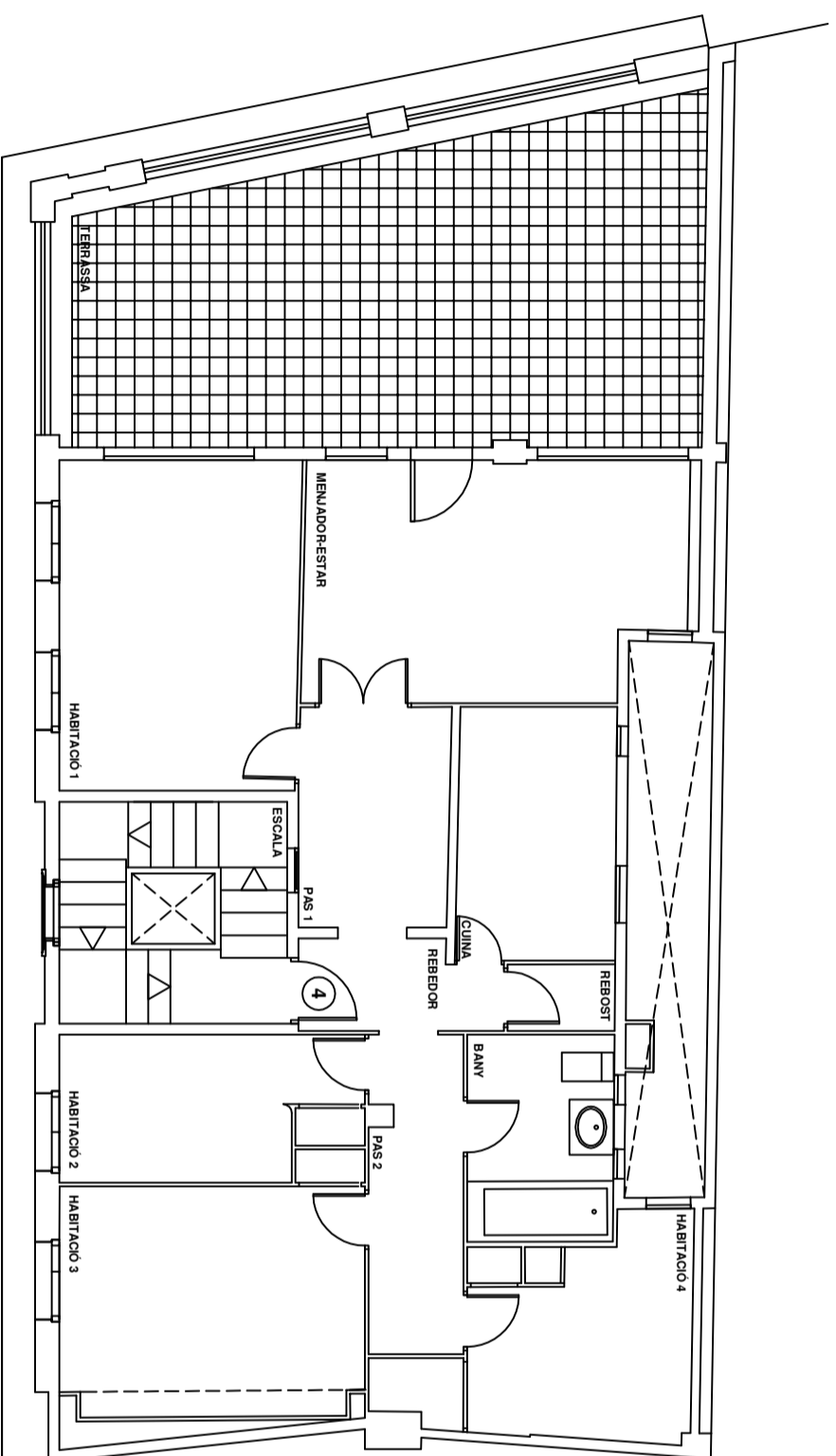


ESTUDI DE REHABILITACIÓ ENERGÈTICA D'UN EDIFICI EXISTENT

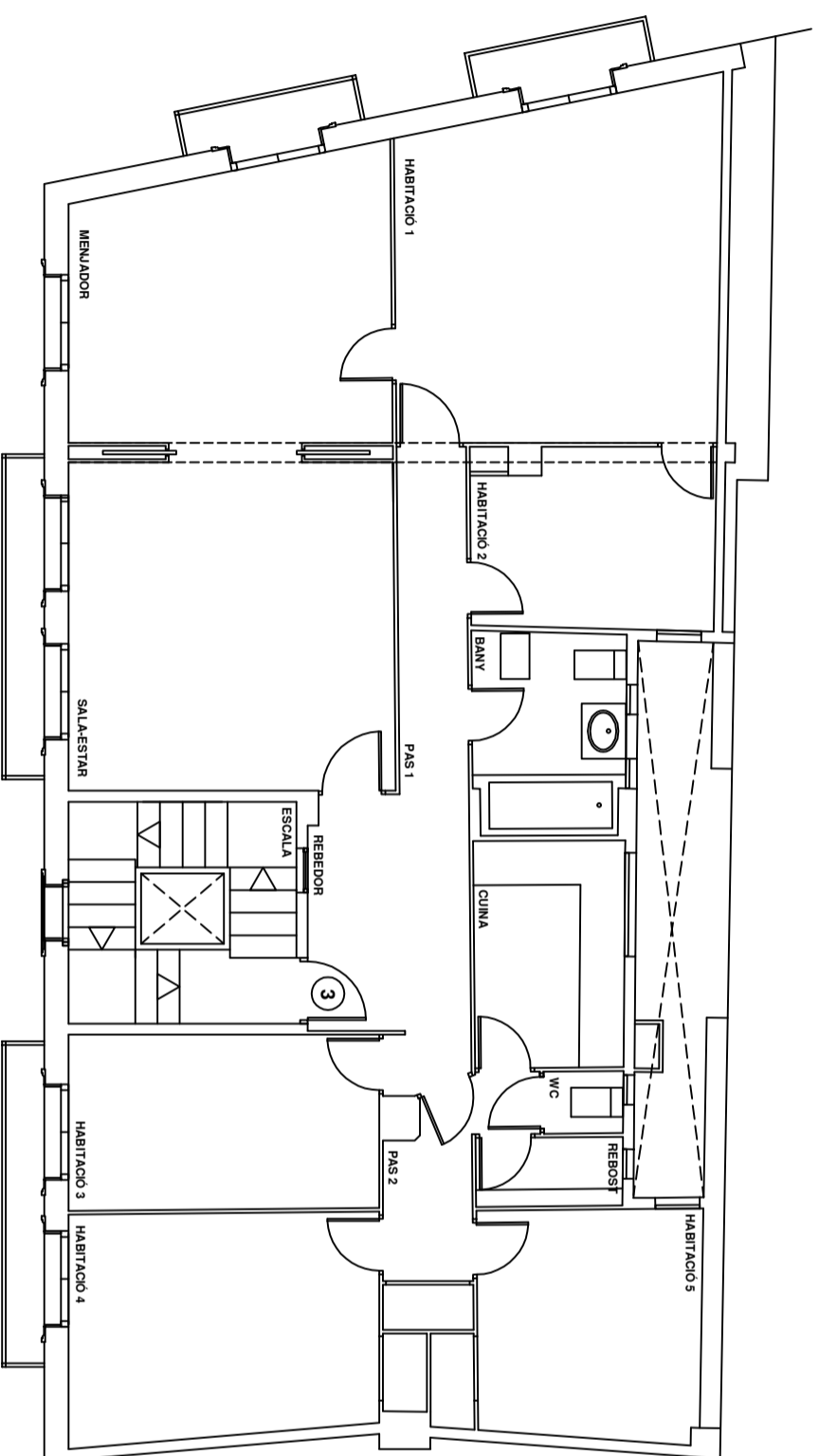
SITUACIÓ: CARRER CORREU VELL, 8 (LEIDA)  
 NOM ALUMNE: MARC PIERA BERNARDI  
 TUTOR: JOSEP MARA BURQUES SOLANES  
 UNIVERSITAT: UNIVERSITAT DE LEIDA EPS  
 REBENTOR: 05  
 DATA: JUNY 2017

PLANTES PRIMERA I SEGONA (E. ACTUAL) P-05

AS: 1/100



PLANTA QUARTA



PLANTA TERCERA

ESTUDI DE REHABILITACIÓ ENERGÈTICA D'UN EDIFICI EXISTENT

SITUACIÓ: CARRER CORREU VELL, 8 (LEIDA)

NOM ALUMNE: MARC PIENRA BERNARDI

TUTOR: JOSEP MARIA BIRQUÉS SOLANES

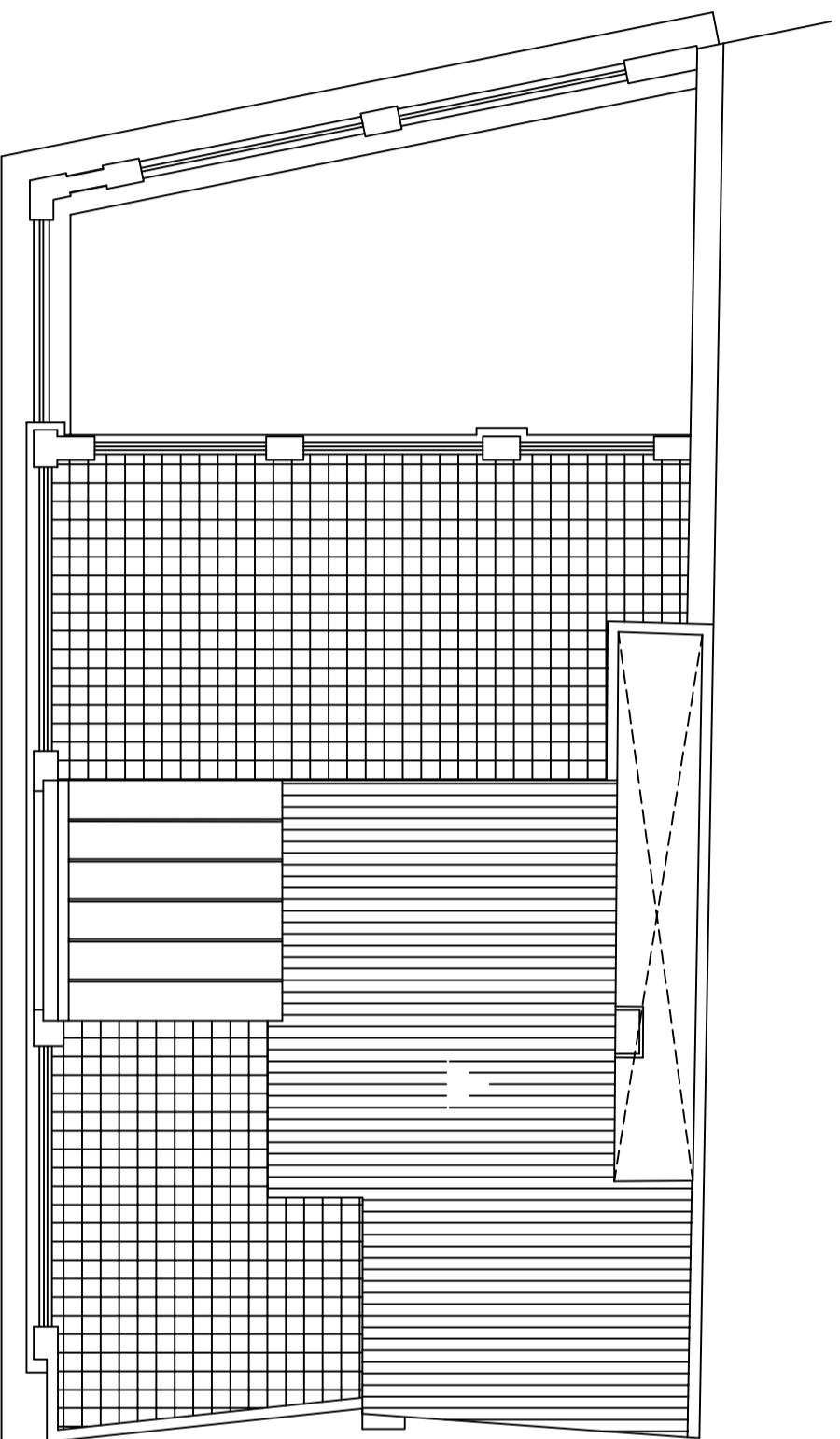
UNIVERSITAT: UNIVERSITAT DE LEIDA EPS

REFERÈNCIA: 06

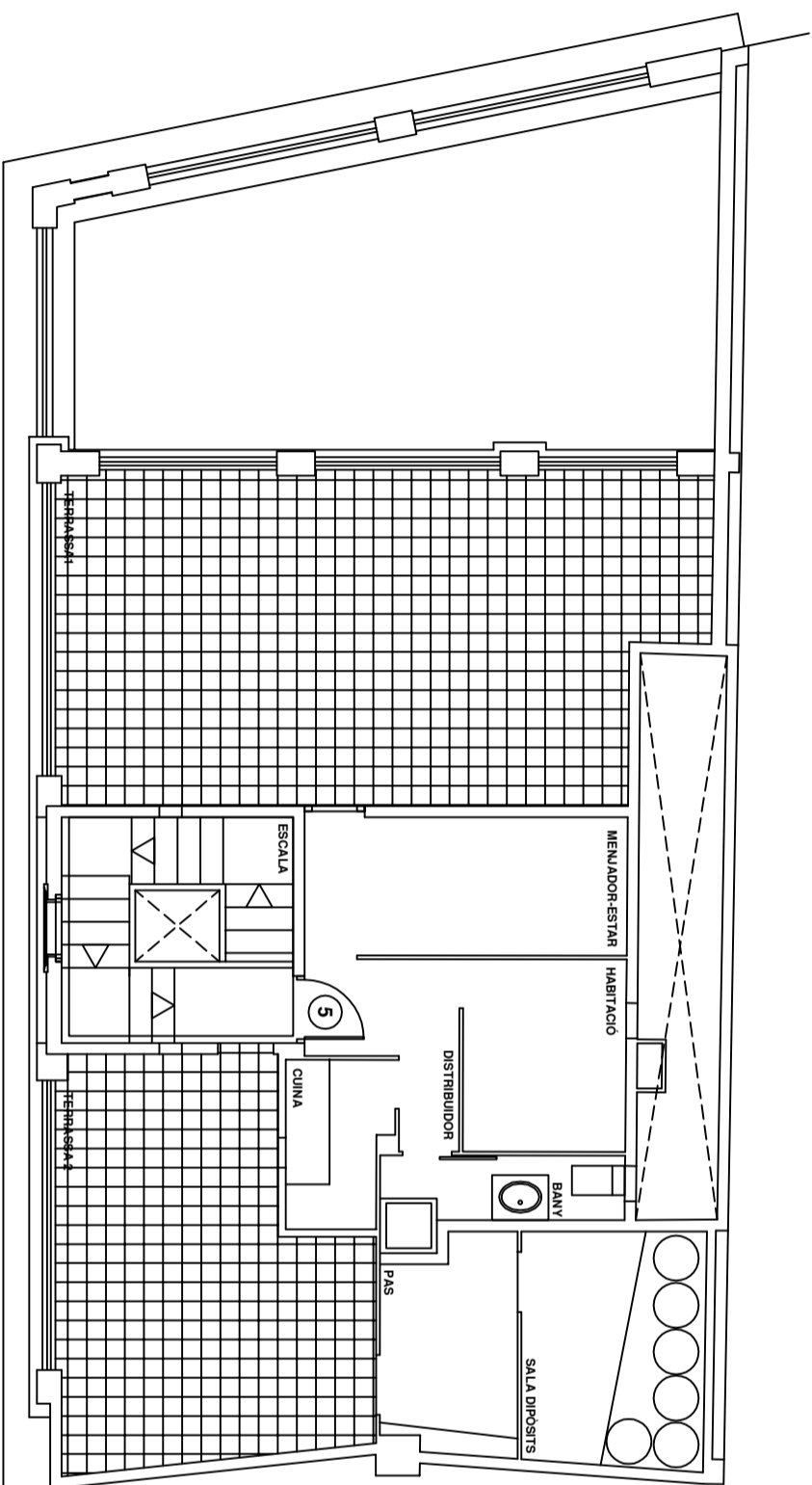
DATA: JUNY 2017

PLANTES TERCERA I QUARTA (E. ACTUAL) P-06





PLANTA COBERTA



PLANTA SOTACOBERTA

ESTUDI DE REHABILITACIÓ ENERGÈTICA D'UN EDIFICI EXISTENT  
 SITUACIÓ: CARRER CORREU VELL, 8 (LEIDA)  
 NOM ALUMNE: MARC PEDRA BERNARDZ  
 TUTOR: JOSEP MARIA BURGUES SOLANES  
 UNIVERSITAT: UNIVERSITAT DE LEIDA ERS  
 REFERÈNCIA: 07  
 DATA: JUNY 2017  
 P.L. SOTACOB. I COBERTA (E. ACTUAL)



# CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

## IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Estudi energètic Correu Vell		
Dirección	C/ Correu Vell 8 - - - - -		
Municipio	Lleida	Código Postal	25001
Provincia	Lleida	Comunidad Autónoma	Cataluña
Clase climática	D3	Año de construcción	1900 - 1940
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	- Seleccione de la lista -		
Referencia/s catastral/es	1996803CGD0019F002WS		

### Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="checkbox"/> Edificio Existente
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input checked="" type="checkbox"/> Bloque <input checked="" type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

## DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Marc Piedra Bermudez	NIF/NIE	47901882N
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Alfons II 8 - - - 5 1		
Municipio	Lleida	Código Postal	25001
Provincia	Lleida	Comunidad Autónoma	Cataluña
e-mail:	marcdepord@gmail.com	Teléfono	638943235
Titulación habilitante según normativa vigente	Grado en Arquitectura Técnica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

## CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m <sup>2</sup> ·año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año)
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #90EE90; padding: 2px 5px;">&lt;37.10 A</span></div> <div style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #90EE90; padding: 2px 5px;">37.10-60.1 B</span></div> <div style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #90EE90; padding: 2px 5px;">60.10-93.20 C</span></div> <div style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #FFFF00; padding: 2px 5px;">93.20-143.30 D</span></div> <div style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #FFD700; padding: 2px 5px;">143.30-298.10 E</span></div> <div style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #FF4500; padding: 2px 5px;">298.10-336.80 F</span></div> <div style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #FF0000; padding: 2px 5px;">= 336.80 G</span></div> </div> <div style="margin-top: 20px; font-size: 2em; font-weight: bold; color: #FFD700;">← 217,84 E</div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #90EE90; padding: 2px 5px;">&lt;8.40 A</span></div> <div style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #90EE90; padding: 2px 5px;">8.40-13.60 B</span></div> <div style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #90EE90; padding: 2px 5px;">13.60-21.10 C</span></div> <div style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #FFFF00; padding: 2px 5px;">21.10-32.40 D</span></div> <div style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #FFD700; padding: 2px 5px;">32.40-66.30 E</span></div> <div style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #FF4500; padding: 2px 5px;">66.30-79.60 F</span></div> <div style="margin-bottom: 5px;"><span style="background-color: #FF0000; padding: 2px 5px;">= 79.60 G</span></div> </div> <div style="margin-top: 20px; font-size: 2em; font-weight: bold; color: #FFD700;">← 44,96 E</div>

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 16/6/2017

Firma del técnico certificador:

- Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.
- Anexo II.** Calificación energética del edificio.
- Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.
- Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Organismo Territorial Competente:


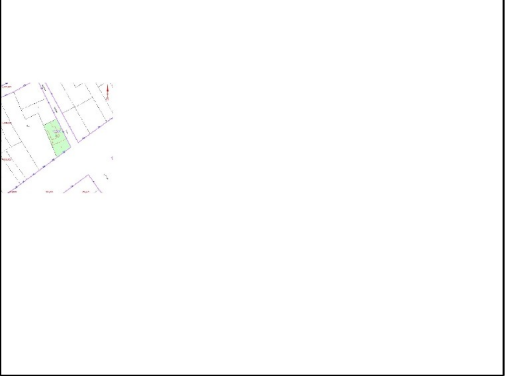
# ANE O I

## DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

### 1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m <sup>2</sup> )	736,45
--	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

### 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Transmitancia ( /m <sup>2</sup> )	Modo de obtención
coberta plana	Cubierta	109,71	1,72	Usuario
Solera	Suelo	159,66	3,27	Usuario
Tancament planta baixa	Fachada	22,74	1,73	Usuario
Tancament planta baixa	Fachada	5,22	1,73	Usuario
Tancament planta baixa	Fachada	36,66	1,73	Usuario
Tancament planta baixa	Fachada	26,14	1,73	Usuario
Tancament planta prin, 1, 2 i 3	Fachada	87,09	2,17	Usuario
Tancament planta prin, 1, 2 i 3	Fachada	20,89	2,17	Usuario
Tancament planta prin, 1, 2 i 3	Fachada	153,75	2,17	Usuario
Tancament planta prin, 1, 2 i 3	Fachada	119,29	2,17	Usuario
Tancament planta quarta i sotaco	Fachada	39,75	2,19	Usuario
Tancament planta quarta i sotaco	Fachada	17,33	2,19	Usuario
Tancament planta quarta i sotaco	Fachada	53,09	2,19	Usuario
Tancament planta quarta i sotaco	Fachada	50,78	2,19	Usuario
Coberta inclinada	Cubierta	49,95	1,91	Usuario

#### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Transmitancia ( /m <sup>2</sup> )	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Balconeres	Hueco	1,60	4,86	0,66	Usuario	Usuario
Balconeres	Hueco	49,69	4,86	0,66	Usuario	Usuario
Balconeres	Hueco	23,05	4,86	0,66	Usuario	Usuario
Balconeres pis 4rt	Hueco	4,41	3,27	0,59	Usuario	Usuario
Balconeres pis 4rt	Hueco	10,21	3,27	0,59	Usuario	Usuario

## huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Transmitancia ( /m <sup>2</sup> )	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Escaparates	Hueco	12,54	5,34	0,70	Usuario	Usuario
Escaparates	Hueco	9,04	5,34	0,70	Usuario	Usuario
Finestres	Hueco	14,43	4,67	0,63	Usuario	Usuario
Finestres	Hueco	5,38	4,67	0,63	Usuario	Usuario
Finestres	Hueco	12,24	4,67	0,63	Usuario	Usuario
Finestres	Hueco	5,20	4,67	0,63	Usuario	Usuario
Finestres pis 4rt	Hueco	1,80	3,31	0,56	Usuario	Usuario
Finestres pis 4rt	Hueco	1,04	3,31	0,56	Usuario	Usuario
Finestres pis 4rt	Hueco	1,88	3,31	0,56	Usuario	Usuario
Porta entrada	Hueco	2,64	2,30	0,13	Usuario	Usuario

### 3. INSTALACIONES T RMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal ( )	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Conven cional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	118,00	GasNatural	Usuario
SIS_EQ2_EQ_Caldera-Conven cional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	118,00	GasNatural	Usuario
SIS_EQ3_EQ_Caldera-Conven cional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	118,00	GasNatural	Usuario
SIS_EQ4_EQ_Caldera-Conven cional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	118,00	GasNatural	Usuario
SIS_EQ5_EQ_Caldera-Conven cional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	118,00	GasNatural	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	118,00	GasNatural	PorDefecto
<b>TOTALES</b>		<b>50,00</b>			

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal ( )	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	200,00	ElectricidadPeninsular	PorDefecto
<b>TOTALES</b>		<b>0,00</b>			

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60 C (litros/día)</b>	683,00
--	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal ( )	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Conven cional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	0,00	GasNatural	Usuario
SIS_EQ2_EQ_Caldera-Conven cional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	0,00	GasNatural	Usuario
SIS_EQ3_EQ_Caldera-Conven cional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	0,00	GasNatural	Usuario

## Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60 C (litros/día)</b>	683,00
--	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal ( )	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ4_EQ_Caldera-Conven cional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	0,00	GasNatural	Usuario
SIS_EQ5_EQ_Caldera-Conven cional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	0,00	GasNatural	Usuario

### 4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

(No aplicable)

### 5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

(No aplicable)

### 6. ENERGÍAS RENOVABLES

#### Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	-	-	-	0,00
<b>TOTALES</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

#### Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida ( /a o)
Panel fotovoltaico	0,00
<b>TOTALES</b>	<b>0</b>



# ANE O II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

zona climática	D3	Uso	Certificación Existente
----------------	----	-----	-------------------------

## 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
	<i>Emisiones calefacción (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año)</i>	E	<i>Emisiones ACS (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año)</i>	F
	34,76		5,51	
	<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
<i>Emisiones globales (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año)<sup>1</sup></i>	<i>Emisiones refrigeración (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año)</i>	D	<i>Emisiones iluminación (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año)</i>	-
	4,69		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .año	kgCO <sub>2</sub> /año
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por consumo eléctrico</i>	4,69	3451,17
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por combustibles fósiles</i>	40,27	29658,77

## 2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
	<i>Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m<sup>2</sup>año)</i>	E	<i>Energía primaria no renovable ACS (kWh/m<sup>2</sup>año)</i>	G
	164,17		26,01	
	<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m<sup>2</sup>año)<sup>1</sup></i>	<i>Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m<sup>2</sup>año)</i>	F	<i>Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m<sup>2</sup>año)</i>	-
	27,66		0,00	

## 3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
<i>Demanda de calefacción (kWh/m<sup>2</sup>año)</i>	<i>Demanda de refrigeración (kWh/m<sup>2</sup>año)</i>

<sup>1</sup>El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

# ANE O III

## RECOMENDACIONES PARA LA ME ORA DE LA EFICIENCIA ENERG TICA

### CALIFICACIÓN ENERG TICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m <sup>2</sup> •año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> •año)	
<37.10 A		<8.40 A	
37.10-60.1 B		8.40-13.60 B	
60.10-93.20 C		13.60-21.10 C	
93.20-143.30 D		21.10-32.40 D	
143.30-298.10 E		32.40-66.30 E	
298.10-336.80 F		66.30-79.60 F	
= 336.80 G		= 79.60 G	

### CALIFICACIONES ENERG TICAS

DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m <sup>2</sup> •año)		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m <sup>2</sup> •año)	
<11.70 A		<5.50 A	
11.70-27.0 B		5.50-8.90 B	
27.00-48.70 C		8.90-13.90 C	
48.70-81.60 D		13.90-21.30 D	
81.60-144.10 E		21.30-26.30 E	
144.10-157.10 F		26.30-32.40 F	
= 157.10 G		= 32.40 G	

### AN LISIS T CNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior
Consumo Energía primaria (kWh/m <sup>2</sup> •año)										
Consumo Energía final (kWh/m <sup>2</sup> •año)										
Emisiones de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> •año)										
Demanda (kWh/m <sup>2</sup> •año)										

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

### DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE ME ORA

Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida
Otros datos de interés

# ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador
--

26/04/17
----------

# CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

## IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Estudi energètic Correu Vell		
Dirección	C/ Correu Vell 8 - - - - -		
Municipio	Lleida	Código Postal	25001
Provincia	Lleida	Comunidad Autónoma	Cataluña
Clase climática	D3	Año de construcción	1900 - 1940
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	- Seleccione de la lista -		
Referencia/s catastral/es	1996803CGD0019F002WS		

### Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="checkbox"/> Edificio Existente
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input checked="" type="checkbox"/> Bloque <input checked="" type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

## DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Marc Piedra Bermudez	NIF/NIE	47901882N
Razón social	Razón Social	NIF	-
Domicilio	Alfons II 8 - - - 5 1		
Municipio	Lleida	Código Postal	25001
Provincia	Lleida	Comunidad Autónoma	Cataluña
e-mail:	marcdepord@gmail.com	Teléfono	638943235
Titulación habilitante según normativa vigente	Grado en Arquitectura Técnica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	HU CTE-HE y CEE Versión 1.0.1564.1124, de fecha 3-mar-2017		

## CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m <sup>2</sup> ·año)	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año)

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha 25/6/2017

Firma del técnico certificador:

- Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.
- Anexo II.** Calificación energética del edificio.
- Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.
- Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Organismo Territorial Competente:


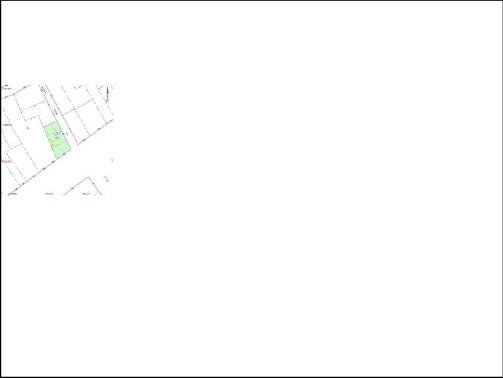
# ANE O I

## DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

### 1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable (m <sup>2</sup> )	736,45
--	--------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

### 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Transmitancia ( /m <sup>2</sup> )	Modo de obtención
Solera	Suelo	159,66	3,27	Usuario
tancament planta 1,2 i 3 sate	Fachada	87,09	0,22	Usuario
tancament planta 1,2 i 3 sate	Fachada	20,89	0,22	Usuario
tancament planta 1,2 i 3 sate	Fachada	153,75	0,22	Usuario
tancament planta 1,2 i 3 sate	Fachada	119,29	0,22	Usuario
Tancament planta baixa sate	Fachada	22,74	0,22	Usuario
Tancament planta baixa sate	Fachada	5,22	0,22	Usuario
Tancament planta baixa sate	Fachada	36,66	0,22	Usuario
Tancament planta baixa sate	Fachada	26,14	0,22	Usuario
Tancament planta 4 i sotac sate	Fachada	39,75	0,22	Usuario
Tancament planta 4 i sotac sate	Fachada	17,33	0,22	Usuario
Tancament planta 4 i sotac sate	Fachada	53,09	0,22	Usuario
Tancament planta 4 i sotac sate	Fachada	50,78	0,22	Usuario
terrassa convencional	Cubierta	109,71	0,22	Usuario
coberta inclinada reh. interior	Cubierta	49,95	0,17	Usuario

#### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Transmitancia ( /m <sup>2</sup> )	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Escaparates	Hueco	12,54	5,34	0,70	Usuario	Usuario
Escaparates	Hueco	9,04	5,34	0,70	Usuario	Usuario
Finestres	Hueco	2,03	4,67	0,63	Usuario	Usuario
Finestres	Hueco	1,04	4,67	0,63	Usuario	Usuario
Finestres	Hueco	1,04	4,67	0,63	Usuario	Usuario

## Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Transmitancia ( /m <sup>2</sup> )	Factor Solar	Modo de obtención transmitancia	Modo de obtención factor solar
Porta entrada	Hueco	2,64	2,30	0,13	Usuario	Usuario
MarcAl. V. triple	Hueco	14,20	1,38	0,20	Usuario	Usuario
MarcAl. V. triple	Hueco	6,98	1,38	0,20	Usuario	Usuario
MarcAl. V. triple	Hueco	66,34	1,38	0,20	Usuario	Usuario
MarcAl. V. triple	Hueco	39,30	1,38	0,20	Usuario	Usuario

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal ( )	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Conven cional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	86,00	GasNatural	Usuario
SIS_EQ2_EQ_Caldera-Conven cional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	86,00	GasNatural	Usuario
SIS_EQ3_EQ_Caldera-Conven cional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	86,00	GasNatural	Usuario
SIS_EQ4_EQ_Caldera-Conven cional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	86,00	GasNatural	Usuario
SIS_EQ5_EQ_Caldera-Conven cional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	86,00	GasNatural	Usuario
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	86,00	GasNatural	PorDefecto
<b>TOTALES</b>		<b>50,00</b>			

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal ( )	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	-	200,00	ElectricidadPeninsul ar	PorDefecto
<b>TOTALES</b>		<b>0,00</b>			

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60 °C (litros/día)</b>	683,00
---	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal ( )	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
SIS_EQ1_EQ_Caldera-Conven cional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	0,00	GasNatural	Usuario
SIS_EQ2_EQ_Caldera-Conven cional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	0,00	GasNatural	Usuario
SIS_EQ3_EQ_Caldera-Conven cional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	0,00	GasNatural	Usuario
SIS_EQ4_EQ_Caldera-Conven cional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	0,00	GasNatural	Usuario
SIS_EQ5_EQ_Caldera-Conven cional-Defecto	Caldera eléctrica o de combustible	10,00	0,00	GasNatural	Usuario

## Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60 C (litros/día)	683,00
---	--------

Nombre	Tipo	Potencia nominal ( )	Rendimiento Estacional (%)	Tipo de Energía	Modo de obtención
--------	------	----------------------	----------------------------	-----------------	-------------------

### 4. INSTALACIÓN DE ILUMINACION

(No aplicable)

### 5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN

(No aplicable)

### 6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado (%)			Demanda de ACS cubierta (%)
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	-	-	-	0,00
<b>TOTALES</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Eléctrica

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida ( /año)
Panel fotovoltaico	0,00
<b>TOTALES</b>	<b>0</b>



# ANE O II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Energía climática	D3	Uso	Certificación Existente
-------------------	----	-----	-------------------------

## 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	<b>18,46 C</b>		<b>11,48</b>	
	<i>Emisiones calefacción (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año)</i>	C	<i>Emisiones ACS (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año)</i>	F
<i>Emisiones globales (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año)<sup>1</sup></i>	<b>1,47</b>		<b>-</b>	
	<i>Emisiones refrigeración (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año)</i>	B	<i>Emisiones iluminación (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año)</i>	-

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> .año	kgCO <sub>2</sub> /año
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por consumo eléctrico</i>	1,47	1084,52
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por combustibles fósiles</i>	16,98	12508,30

## 2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	<b>88,90 C</b>		<b>54,20</b>	
	<i>Energía primaria no renovable calefacción (kWh/m<sup>2</sup>año)</i>	C	<i>Energía primaria no renovable ACS (kWh/m<sup>2</sup>año)</i>	G
<i>Consumo global de energía primaria no renovable (kWh/m<sup>2</sup>año)<sup>1</sup></i>	<b>8,69</b>		<b>0,00</b>	
	<i>Energía primaria no renovable refrigeración (kWh/m<sup>2</sup>año)</i>	B	<i>Energía primaria no renovable iluminación (kWh/m<sup>2</sup>año)</i>	-

## 3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
<i>Demanda de calefacción (kWh/m<sup>2</sup>año)</i>	<i>Demanda de refrigeración (kWh/m<sup>2</sup>año)</i>

<sup>1</sup>El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

# ANE O III

## RECOMENDACIONES PARA LA ME ORA DE LA EFICIENCIA ENERG TICA

### CALIFICACIÓN ENERG TICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m <sup>2</sup> •año)		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> •año)	
<37.10 A		<8.40 A	
37.10-60.1 B		8.40-13.60 B	
60.10-93.20 C		13.60-21.10 C	
93.20-143.30 D		21.10-32.40 D	
143.30-298.10 E		32.40-66.30 E	
298.10-336.80 F		66.30-79.60 F	
= 336.80 G		= 79.60 G	

### CALIFICACIONES ENERG TICAS

DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m <sup>2</sup> •año)		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m <sup>2</sup> •año)	
<11.70 A		<5.50 A	
11.70-27.0 B		5.50-8.90 B	
27.00-48.70 C		8.90-13.90 C	
48.70-81.60 D		13.90-21.30 D	
81.60-144.10 E		21.30-26.30 E	
144.10-157.10 F		26.30-32.40 F	
= 157.10 G		= 32.40 G	

### AN LISIS T CNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior	Valor	% respecto al anterior
Consumo Energía primaria (kWh/m <sup>2</sup> •año)										
Consumo Energía final (kWh/m <sup>2</sup> •año)										
Emisiones de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> •año)										
Demanda (kWh/m <sup>2</sup> •año)										

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

### DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE ME ORA

Características técnicas de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida
Otros datos de interés

# ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador
--

26/04/17
----------