Universitat de Girona
Escola Politècnica Superior

Treball final de grau

Estudi: Grau en Arquitectura Tècnica i Edificació

Títol: ANÀLISI I INCIDÈNCIES DELS SISTEMES CONSTRUCTIUS DE L'ENVOLVENT DELS EDIFICIS PLURIFAMILIARS EN EL CONSUM ENERGÈTIC A LA CIUTAT D'OLOT

Document: Memòria (Volum 1)

Alumnes: Albert Prats Rafel i Marc Garcia Basagaña

Tutor: Rafel Reixach Corominas
Departament: Arquitectura i Enginyeria de la Construcció
Àrea: Construccions Arquitectòniques

Convocatòria Juny 2018

Agraïments

Volem agrair l'ajuda i el suport donat per la realització d'aquest treball final de grau especialment a l'Arxiu Comarcal de la Garrotxa, per haver-nos obert la porta i facilitat totes les dades durant tot aquest temps. A l'Ajuntament d'Olot per haver-nos facilitat el llistat dels expedients d'obra i haver-nos permès l'entrada als espais municipals. A la càtedra de Processos Industrials Sostenibles pel seu suport en la realització. A en Rafel Reixac com a tutor principal d'aquest treball i en Jose Alberto com a cotutor i director de la càtedra.

ÍNDEX

VOLUM 1: MEMÒRIA

1.INTRODUCCIÓ 7

1.1.Objectius del projecte 8

1.2.Àmbit d'estudi 8

1.2.1.Perquè Olot? 8

1.2.2.Projecte EuroPACE 10

1.2.3.Càtedra de Processos Industrials i Sostenibles 11

2.CONCEPTES PRÈVIS 12

2.1.Eficiència energètica 12

2.2.Demanda energètica 12

2.3.Qualificació energètica 13

2.4.Envolvent tèrmic 13

2.5.Aïllant tèrmic 13

2.6.Pont tèrmic 13

2.7.Condicions de confort 14

2.8.Conductivitat tèrmica 14

2.9.Transmitància tèrmica 15

2.10.Massa tèrmica / inèrcia tèrmica 15

2.11.Factor solar 15

2.12.Permeabilitat a l' aire 15

2.13.Orientació 16

2.14.Zona climàtica 16

2.15.Càrrega interna 16

3.NORMATIVES 17

3.1.Normatives estatals 17

3.1.1.Real Decret 1490/1975 17

3.1.2.Norma Bàsica NBE-CT-79 18
3.1.3.NRE AT 87 19
3.1.4.CTE 2006 24
3.1.5.CTE 2013 27
3.2.Normatives Europees 27
4.TÈCNIQUES CONSTRUCTIVES 29
4.1.Evolució dels Sistemes constructius 29
4.1.1.Anteriors al 2000 29
4.1.2.Durant el període 2000-2010 32
4.1.3.Posteriors al 2010 32
4.1.4.Tendències de futur / innovacions 33
4.2.Materials 35
4.2.1.ceràmica 35
4.2.2.Aïllaments tèrmics 38
5.METODOLOGIA DE TREBALL 46
5.1.recopilació d'informació 46
5.1.1.Presa de dades 46
5.1.2.Treball de camp 46
5.2.Elaboració base de dades 48
5.3.Paràmetres de càlcul 50
5.3.1.Càlcul de transmitàncies tèrmiques 50
5.3.2.Càlcul de l'eficiència energètica 55
5.4.Fitxes resum de les mostres. 71
6.RESULTATS I CONCLUSIONS DE LES MOSTRES 73
6.1.Gràfiques visuals 73
6.1.1.Dades generals de la ciutat d'Olot 73
6.1.2.Situació real dels expedients consultats: 78
6.1.3.Envolvent 80
6.2.4.Compliments normatius 88

6.2.5.Tipologies d'edificis 90
6.3.Conclusions Extretes de les Gràfiques 91
7.PROPOSTES DE MILLORA DE L'ENVOLVENT PER A COMUNITATS D'EDIFICIS 93
7.1.propostes de millora 93
7.1.1.Façanes 93
7.1.2.Coberta 102
7.2.Cost i amortització 104
7.2.1. Preus dels Sistemes 104
7.2.2.Resultats Globals de les Inversions. 108

8.ESTUDI D'UN MODEL D'EDIFICI REPRESENTATIU DE LA CIUTAT D'OLOT 116
8.1.Càlcul de la demanda energètica 117
8.2. Resultats de les millores energètiques 118
8.3 Amortització econòmica 121
9.CONCLUSIONS FINALS 124
10. BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA 127

VOLUM 2. ANNEX

Fitxes Resum de les mostres estudiades.

Fitxes Càlcul de les Transmitàncies Tèrmiques

Certificat Energètic edifici de referència

1.INTRODUCCIÓ

"*L'arquitecte del futur es basarà en la imitació de la naturalesa perquè es la forma més racional, duradora i econòmica de tots els mètodes*" - Antoni Gaudí.

Aquesta era la visió que tenia l'arquitecte Antoni Gaudí de la construcció del futur. Desgraciadament, no s'ha complert ja que fins l'actualitat s'ha construït utilitzant materials poc respectuosos amb el medi ambient i sovint prioritzant el preu d'aplicació en front a la seva agressivitat amb el medi ambient. Aquestes tècniques han comportat l'emissió excessiva de gasos a l'atmosfera a canvi de garantir un confort dins els nostres habitatges. En els últims anys, les institucions a nivell mundial, han incentivat la reducció d'aquests gasos perjudicials promovent directives que obliguin als països membres a aplicar mesures correctores i a conscienciar la societat per tal de trobar solucions que garanteixin el confort tèrmic dels habitants sense emetre emissions innecessàries a l'atmosfera.

Pel que fa als habitatges, la tendència de futur és assolir un consum nul d'energia i garantir el confort en el seu interior. Es podrà arribar als edificis de consum nul millorant els seus envolvents per tal que les pèrdues energètiques es redueixin al mínim. A part de la composició de l'envolvent, aquests nous edificis tindran en compte aspectes que anteriorment no se'ls hi donava massa importància com per exemple: la seva orientació, permeabilitat a l'aire de les seves obertures, renovacions de ventilació, factors d'ombra, sense oblidar-nos de la millora en les instal·lacions que utilitzen aquests edificis. Tenint en compte aquests anteriors criteris, es vol aconseguir un consum gairebé nul, si no es possible cobrir la demanda, aquesta serà substituïda per energia renovable auto generada.

Davant la necessitat d'aplicar millores per reduir el consum i les emissions en els edificis, creiem necessària la rehabilitació tèrmica de tots els habitatges que necessiten un consum excessiu d'energia per garantir el seu confort tèrmic. Davant aquesta premissa, hem plantejat un estudi de la millora energètica dels edificis plurifamiliars construïts a la ciutat d'Olot durant un període on hi va haver un important increment en la construcció d'habitatges, conegut com la bombolla immobiliària.

1.1.OBJECTIUS DEL PROJECTE

El nostre objectiu ha estat elaborar una base de dades completa on reflexar les característiques geomètriques (superfícies de façana, alçades,...), sistemes i materials de l'envolvent (façana, cobertes i obertures) dels edificis d'estudi, per tal d'estudiar sistemes de rehabilitació adequats per cada tipologia edificatòria intentant aconseguir un cost aproximat d'aquestes intervencions necessàries.

A part, s'ha estudiat el comportament energètic d'un edifici representatiu per valorar i comparar la reducció de les emissions i el consum energètic un cop aplicades les intervencions de millora proposades.

1.2.ÀMBIT D'ESTUDI

1.2.1.PERQUÈ OLOT?

Cada vegada, la societat va prenent més consciència de les accions que tenen un impacte directe en el canvi climàtic i en el medi ambient. Segons un estudi, a Olot, els edificis residencials són el segon causant de les emissions de CO2, prop d'un 28%.

Per aquesta raó doncs, Olot, com a capital de comarca de la Garrotxa i ja molt desenvolupada en diferents programes de sostenibilitat, vol fer un pas endavant per incentivar les inversions en millores d'eficiència energètica en els habitatges de la ciutat.

Compta amb el programa PAES (Pla d'Acció per a l'Energia Sostenible), que proposa les actuacions necessàries en matèria d'energia per assolir una reducció ens els gasos d'efecte hivernacle. El principal objectiu marcat és aconseguir una reducció d'emissions superior al 20% per l'any 2020, respecte l'any 2005. Per assolir aquesta fita, calen propostes d'estalvi i eficiència energètica, energies renovables i una bona gestió dels residus.

Un dels nous atractius que ha impulsat Olot, ha estat un projecte d'energies renovables seguint amb la mateixa política energètica. S'han aprofitat les obres del mercat municipal per a la construcció d'una xarxa de climatització pels diferents edificis municipals utilitzant energies renovables com a font primària. Aquesta xarxa compta amb un sistema híbrid que aglutina: geotèrmia, biomassa i energia fotovoltaica.

Figura 1.1. Font: Xarxa Espavilada

I sense deixar de banda les grans empreses instal·lades a la comarca de la Garrotxa, neix un programa anomenat la Locomotora Energètica. Es tracta d'una agrupació d'empreses amb un objectiu clar, assolir la generació zero de CO2. Amb aquesta línia, es comprometen a fer públiques les seves actuacions en la tasca d'estalvi de gasos d'efecte hivernacle.

Figura 1.2 Font: Locomotora Energètica de la Garrotxa

Tenint en compte tots aquests programes dedicats a les energies renovables i l'eficiència energètica, ara impulsen un nou projecte d'àmbit Europeu que finança millores d'eficiència energètica en els edificis i que ha estat l'embrió d'aquest projecte final de grau, dedicat a l'estudi energètic de l'envolvent dels edificis plurifamiliars d'Olot construïts en l'època de la bombolla immobiliària.

1.2.2.PROJECTE EUROPACE

El programa PACE neix als Estats Units on des de fa 8 anys, actua com a mecanisme de finançament en millores d'eficiència energètica en edificis residencials i comercials. Aquest programa, quan un particular o una empresa vol implementar mesures d'eficiència energètica, posa a la seva disposició un finançament que es pot tornar en un termini de fins a 20 anys. Aquest programa ha sigut capaç de demostrar que a més de millorar el confort dels usuaris dels edificis, genera un important estalvi energètic i una millora en la qualitat de vida. A més, també ha suposat la creació de diferents llocs de treball. Algunes dades del programa PACE als Estats Units són, per exemple, 40.000 llocs de treball creats i 148.000 llars rehabilitades en temes d'eficiència energètica.

Figura 1.3. Font: EuroPace

Aquest programa es pot utilitzar per pagar les actualitzacions en el camp de l'eficiència energètica, energies renovables i gestió de l'aigua en edificis i habitatges. El finançament cobreix fins al 100% dels costos del projecte i es paga com un afegit a la factura de l'impost sobre la propietat durant un termini de fins a 20 anys.

L' EuroPACE disposa d'una posició única per potenciar inversions en temes d'eficiència energètica en edificis existents, ja que van des d'habitatges, oficines, hotels i edificis plurifamiliars. Consisteix en un finançament fiscal, basat en la relació que els municipis tenen amb els seus ciutadans.

L'impacte que ocasiona la plataforma EuroPACE, va més enllà de l'estalvi energètic. Cada euro invertit en la renovació d'un edifici, dóna resultats com: beneficis socials i econòmics, creació de llocs de treball i contribueix a reduir el canvi climàtic.

Beneficis del programa EuroPACE:

- Aconseguir objectius de política local sense deute públic addicional
- Crear llocs de treball locals
- Augmentar la demanda de professionals qualificats en la construcció
- Contribuir a la lluita contra la pobresa energètica reduint-ne les factures en aquelles poblacions vulnerables.
- Amortitzacions segures
- Finançament al 100% amb projectes de recuperació a llarg termini
- Reduir factures de serveis públics

1.2.3.CÀTEDRA DE PROCESSOS INDUSTRIALS I SOSTENIBLES

Aquest projecte final de grau, ha estat impulsat per la Càtedra de Processos Industrials Sostenibles de la Universitat de Girona. Aquesta càtedra, estableix un conveni de col·laboració amb la universitat per tal de promoure activitats que condueixin cap a la Sostenibilitat i alhora conscienciar la societat en general. Promou treballs que destaquin en temes de consum d'energia i contribueixin a la gestió dels processos per tal de fer-los més sostenibles.

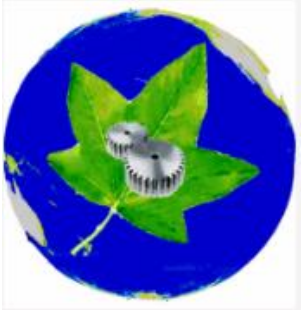


Figura 1.5.
Font: Càtedra Processos Industrials Sostenibles

2.CONCEPTES PRÈVIS

2.1.EFICIÈNCIA ENERGÈTICA

Es pot definir com l'ús eficient de l'energia, es a dir, aprofitar-la degudament i alhora intentar reduir-ne el consum. Busca protegir el medi ambient utilitzant l'energia de l'entorn . En els edificis, es tradueix en consum emès per les instal·lacions que el componen en unes condicions d'us determinades i molt influenciat pels tipus d'instal·lacions i orientacions del mateix. L'objectiu final és reduir el consum d'energia en els edificis.

En física l'energia (E) és una magnitud que defineix la relació entre la capacitat de realitzar un treball, de produir un moviment o de generar un canvi respecte del calor necessari per produir aquest treball.

$$E = \frac{W \uparrow}{Q \downarrow}$$

Per tant, entenem que en edificació per tal de aconseguir una millora energètica haurem de reduir el consum sense variar el confort ni la qualitat de vida dels usuaris.

L'eficiència energètica també busca protegir el medi ambient reduint el consum energètic i habituant a l'usuari a consumir el que és necessari. Les emissions de CO2 que enviem a l'atmosfera són cada cop més i, per aquest motiu, l'eficiència energètica s'ha convertit en una forma de cuidar el planeta ja que, no només està en fer servir electrodomèstics que consumeixin menys, sinó en que siguem nosaltres qui consumim menys i de forma més "verda".

2.2.DEMANDA ENERGÈTICA

Es tracta de l'energia útil que s'ha de proporcionar als sistemes tècnics d' un edifici perquè l'usuari pugui gaudir de les condicions de confort al seu interior. Es a dir, l'energia necessària per poder fer funcionar tot l'edifici. Aquesta demanda energètica es pot dividir en calefacció, refrigeració, ventilació ,etc. I es mesura en KW·h/m2·any. Considerant la superfície útil dels espais habitables de l'edifici.

2.3. QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA

És el resultat del càlcul del consum d'energia necessària per satisfer les condicions de confort (demanda energètica) en unes condicions de funcionament normals de l'edifici. S'obté una classificació dins una escala de lletres, on, la lletra A significa un edifici molt eficient, fins a la lletra G, al menys eficient. Alhora, permet a l'usuari de l'edifici saber la despesa energètica aproximada que representa al cap de l'any el funcionament del mateix.

2.4. ENVOLVENT TÈRMIC

És la capa que protegeix l'edifici de les condicions exteriors: temperatura, humitat i aire, a fi de millorar la qualitat de vida dels seus ocupants. Alhora ha de servir per millorar l'estalvi energètic del mateix i reduir-ne les emissions. Les cobertes, paviments, façanes i tancaments en contacte amb l'aire o el terreny, es consideren envolvent tèrmic.

2.5. AÏLLANT TÈRMIC

Es un material que té la funció de dificultar la transmissió d'energia entre dos ambients. Ajuden a evitar la transmissió del calor entre espais. Gràcies a les propietats dels diferents productes del mercat, contribueixen a l'estalvi energètic i augmenten les condicions de confort.

Es consideren materials aïllants tèrmics els que presenten una conductivitat tèrmica inferior a 0,060 W/m.k i una resistència tèrmica superior a 0,25 m2K/W.

2.6. PONT TÈRMIC

Un pont tèrmic és una zona de l'envolvent de l'edifici on hi ha una discontinuïtat o variació de l'espessor dels materials que formen l'envolvent, que comporta una disminució de la resistència tèrmica respecte de la resta de la secció del tancament. Aquests punts solen ser punts conflictius ja que es poden produir condensacions a causa de la falta d'aïllament.

2.7.CONDICIONS DE CONFORT

Les condicions de confort climàtic es defineixen a través de diferents paràmetres. Aquests paràmetres són: Temperatura de radiació, temperatura de l'aire, la velocitat del moviment de l'aire o humitat. L'àbac psicomètric permet definir l'estat ambiental de l'aire en funció de varis paràmetres.

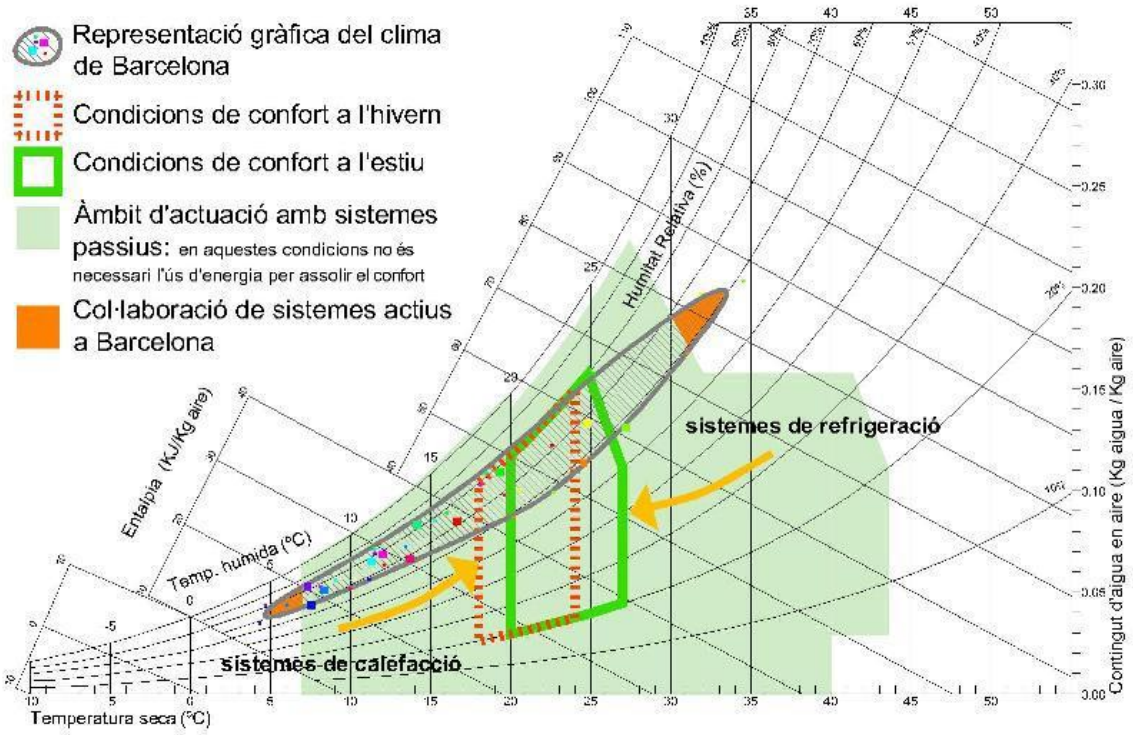


Figura 2.1

2.8.CONDUCTIVITAT TÈRMICA

La conductivitat tèrmica (λ) és la quantitat de calor que passa durant una unitat de temps a través d'una secció de material d'una unitat d'àrea sotmesa a un gradient de temperatura entre les dos cares. Per tant és una mesura que mostra la facilitat amb que la calor passa a través d'un material i que depèn únicament de la naturalesa del material i no de la seva forma.

La conductivitat tèrmica es pot definir com la constant de proporcionalitat entre el flux de calor i el gradient de temperatura que el provoca. S'expressa en W/m·K.

2.9.TRANSMITÀNCIA TÈRMICA

La transmitància tèrmica (U) és el flux de calor per un àrea concreta i una diferencia de temperatures unitàries dels edificis situats a cada un de l'element que es considera. S'expressa en W/m2K.

$$U = \frac{1}{Rt}$$

La resistència tèrmica és la inversa de la conductància Tèrmica.

2.10.MASSA TÈRMICA / INÈRCIA TÈRMICA

La massa tèrmica és la capacitat dels materials d'absorbir i emmagatzemar calor. Aquesta capacitat depèn de la densitat del material, del seu calor específic i de la seva conductivitat tèrmica.

Inèrcia tèrmica és la propietat que ens indica la quantitat de calor que pot absorbir un cos i a la velocitat amb la que l'absorbeix.

Aquesta propietat es pot utilitzar per conservar la temperatura de l'interior dels locals habitables més estable al llarg del dia, mitjançant murs durs de gran massa. Durant el dia es calenta i per la nit van cedint el calor al interior de l'habitatge. Durant l'estiu absorbeixen el calor de l'aire de ventilació i durant la nit es tornen a refredar amb una ventilació adequada. Un bon ús d'aquesta propietat pot evitar l'ús de sistemes artificials de climatització interior.

2.11.FACTOR SOLAR

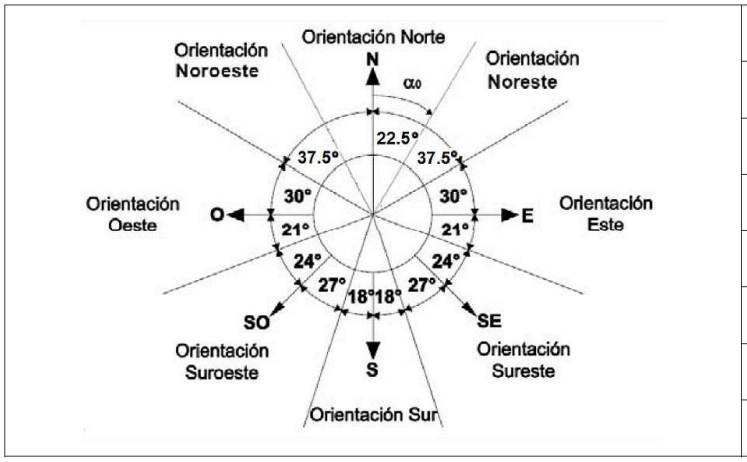
És un coeficient entre la raciació solar a incidència normal que s'introdueix en l'edifici a través del vidre i la que s'introduiria si el vidre fos substituït per un forat. Es refereix exclusivament a la part semitransparent d'un buit.

2.12.PERMEABILITAT A L' AIRE

La permeabilitat a l'aire és la propietat d'una finestra o porta al deixar passar aire quan estan sotmeses a una pressió diferenciañ. La permeabilitat al aire es caracteritza per la capacitat del pas de l'aire expressada en m3/h en funció de diferents pressions.

2.13.ORIENTACIÓ

L'orientació d'una façana es caracteritza mitjançant un angle que el forma el nord geogràfic i la normal exterior de la façana, mesurat en sentit horari. Hi ha 6 orientacions segons els sectors angulars.



Norte	$\alpha_0 < 22,5$; $\alpha_0 \geq 337,5$;
Noreste	$22,5 \leq \alpha_0 < 60$
Este	$60 \leq \alpha_0 < 111$
Sureste	$111 \leq \alpha_0 < 162$
Sur	$162 \leq \alpha_0 < 198$
Suroeste	$198 \leq \alpha_0 < 249$
Oeste	$249 \leq \alpha_0 < 300$
Noroeste	$300 \leq \alpha_0 < 337,5$

Figura 2.2

2.14.ZONA CLIMÀTICA

La zona climàtica és aquella àrea per la que es defineixen les mateixes condicions exteriors a afectes de càlcul en quant a la demanda energètica. S'identifica mitjançant una lletra, corresponent a la severitat climàtica d'hivern (A,...,E) i un número corresponent a la severitat climàtica d'estiu (1,...,4). Actualment a espanya hi ha 12 zones climàtiques. Es determina la zona climàtica a partir de valors tabuladors de les capitals de província de tot l'estat.

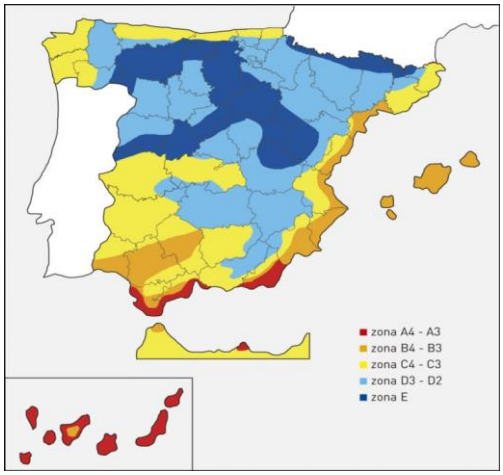


Figura 2.3

2.15.CÀRREGA INTERNA

La càrrega interna és el conjunt de aportacions de calor generades en l'interior de l'edifici, degut principalment a causa dels ocupants, als equips elèctrics i a la il·luminació.

3.NORMATIVES

3.1.NORMATIVES ESTATALS

3.1.1.REAL DECRET 1490/1975

PRESIDENCIA DEL GOBIERNO

14782 *DECRETO 1490/1975, de 12 de junio, por el que se establecen medidas a adoptar en las edificaciones con objeto de reducir el consumo de energía.*

Las tendencias dominantes actualmente en el campo de la energía han aconsejado la constitución de una Comisión, integrada por representantes de Organismos públicos y Entidades privadas interesados en el sector energético, para la redacción de una Norma Básica de Aislamiento Térmico de la Edificación.

Con objeto de adelantar en lo posible la adopción de medidas para reducir el consumo de energía destinada a la calefacción en los edificios que están en proyecto, y a propuesta de la referida Comisión, se ha creído oportuno dictar determinadas normas que deban observarse en las nuevas construcciones, sin perjuicio de que por dicha Comisión continúen los trabajos que completen y perfeccionen dichas medidas, dando lugar a la Norma Básica cuya redacción tiene encomendada.

En su virtud, a propuesta de los Ministros de Industria y de la Vivienda y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día seis de junio de mil novecientos setenta y cinco,

Situación de la superficie	Orientación de la superficie	Sentido de paso de calor	R_s en $\frac{h°C\ m^2}{Kcal}$
Interior	Horizontal.	Ascendente. Descendente.	0,12 0,18
	A 45° con la horizontal.	Ascendente. Descendente.	0,13 0,15
	Vertical.	Horizontal.	0,14
Exterior	Cualquiera.	Cualquiera.	0,06

Figura 3.1

La primera referència que tenim en normatives sobre l'eficiència energètica en l'àmbit espanyol és el Real Decret 1490/1975 de 12 de juny. Aquest real decret publicat mesos abans de la mort del dictador, aplica una sèrie de mesures i una primera voluntat de reduir el consum energètic dels habitatges. Tot i que va ser el primer pas per començar a conscienciar i educar a la població en matèria d'eficiència energètica, aquest real decret va ser creat principalment per reduir el consum d'energies no renovables que s'utilitzaven en els sistemes de calefacció, ja que durant l'any 1973 hi va haver la primera crisis del petroli provocant un encariment d'aquestes fonts d'energia i per tant l'estat buscava solucions per reduir la seva despesa en energia.

Aquest real decret estableix els primers valors límits de la resistència tèrmica dels tancaments en contacte amb l'aire exterior i el primer mapa climàtic de l'estat, que classifica cada territori en una de les zones climàtiques de referència. Cal mencionar que fins aquesta època els edificis es construïen sense exigències tèrmiques, ni es feien controls de materials ni d'execució a l'obra com es fa en l'actualitat.

3.1.2.NORMA BÀSICA NBE-CT-79

La norma bàsica NBE-CT-79 va ser promulgada pel Reial Decret 249/1979 de 6 de juliol. Aquesta norma bàsica, ja en mans del govern d'Adolfo Suárez, és la predecessora del RD 1490/1975 de 12 de juny, aquesta aplica nous conceptes tèrmics i higrotèrmics aplicats en la construcció a part de polir i aplicar noves mesures d'estalvi energètic ens els habitatges.

Aquest tipus de normativa referent en l'àmbit de l'eficiència energètica a Espanya va ser correcte en el seu temps, però va presentar una sèrie de defectes:

- Falta de preocupació per l'economia domèstica.
  (Aquesta norma es preocupa per l'estalvi energètic nacional, però no pel domèstic de cada habitatge atès que les exigències d'aïllament global es fan respecte a l'edifici i no respecte a cadascun dels habitatges. Això fa que es pugui complir la Norma encara que alguns habitatges estiguin mal aïllats.)
- Complicació en la determinació de la condició climàtica de l'edifici.
  (El compliment de la normativa actual exigeix la situació de l'edificació en dos mapes climàtics diferents que divideixen, cadascun d'ells, Catalunya en quatre zones. Mètode complicat que fa, almenys en teoria, que es puguin donar 16 situacions climàtiques diferents. Un nombre molt alt, especialment si tenim en compte que, segons les normes respectives, a tot França n'hi ha tres i a tot Anglaterra, una de sola.)
- Complicació en la determinació dels coeficients d'aïllament exigibles.
  (Per a conèixer els coeficients d'aïllament que un edifici ha de complir segons les taules exposades per la normativa, s'ha de considerar no únicament la seva situació sinó també el seu factor de forma. Però el compliment d'aquests coeficients no és suficient perquè, independentment, s'ha de comprovar que no es produeixin humitats de condensació)
- Falta d'adequació a la situació constructiva del país.
- Exigir una homologació a la fusteria dels tancaments és una prescripció impossible de complir tenint en compte les característiques de la indústria constructiva.
- Falta d'exigències que afectin el confort tèrmic d'estiu.
  (En un país calorós com el nostre el confort tèrmic d'estiu és, almenys, igual d'important que el d'hivern, especialment si tenim en compte que les mesures de protecció contra la calor són més difícils de prendre. La normativa actual limita les condicions de confort tèrmic d'estiu a simples recomanacions.

3.1.3.NRE AT 87

Després de la mort del dictador i passada la transició Catalunya es converteix en una Autonomia i obté poders per regular l'àmbit de la construcció en el seu territori. En aquest marc polític la generalitat de Catalunya encarrega a l'ITEC (Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya) redactar la Norma Reglamentària d'Edificació sobre l'Aïllament Tèrmic NRE-AT-87. En l'any 1987 la generalitat de Catalunya, sota el mandat de Jordi Pujol, va aplicar una normativa més restrictiva en matèria d'eficiència energètica, per tal de que s'adaptés a la realitat constructiva del país i estipulés amb claredat les zones climàtiques existents a Catalunya.

Els principis bàsics que s'han tingut en compte en la redacció de la norma han estat els de l'economia ja que intenta aconseguir un balanç entre el cost de la construcció de l'edifici i l'estalvi energètic en calefacció i l'augment de confort que es produeix. Per altre banda intenta simplificar la norma, principalment dividint el clima en 4 i sense necessitat de buscar al mapa. Utilitza els mateixos coeficients de transmissió tèrmica, en excepció del coeficient relatiu de transmissió tèrmica Tr que s'utilitza per controlar que a cada unitat d'us hi hagi un aïllament raonable. La norma indica els coeficients d'aïllament exigibles i elimina el factor de forma que s'utilitzava en les anteriors normatives. També simplifica dona flexibilitat alhora de complir la norma, a part de facilitat la verificació del compliment. Els aspectes més representatius que millora aquesta norma autonòmica respecta la norma vigent espanyola són els següents:

- Assimilació dels locals no calefactats a ambients interiors.
- La possibilitat de seguir diferents vies per a complir-la.
- La possibilitat de precisar les delimitacions climàtiques en el planejament urbanístic.
- La possibilitat d'acceptar qualsevol solució constructiva encara que no estigui reconeguda prèviament.
- La Norma també fa una adequació millor a la realitat del país, tant per a assegurar el seu compliment com per a aconseguir al màxim el seu rendiment i la seva efectivitat. Les adequacions principals fetes es refereixen a:
- La realitat de la indústria constructora del país suprimint, per exemple, la necessitat d'homologar les finestres.
- La consideració especial d'elements constructius comuns, com és ara els patis, que abans no es tractaven.
- La simplificació de la Norma, que permet que en un mateix municipi el nivell d'exigència sigui constant.
- La inclusió en el projecte basic de les dades necessàries per tal de comprometre el seu compliment.

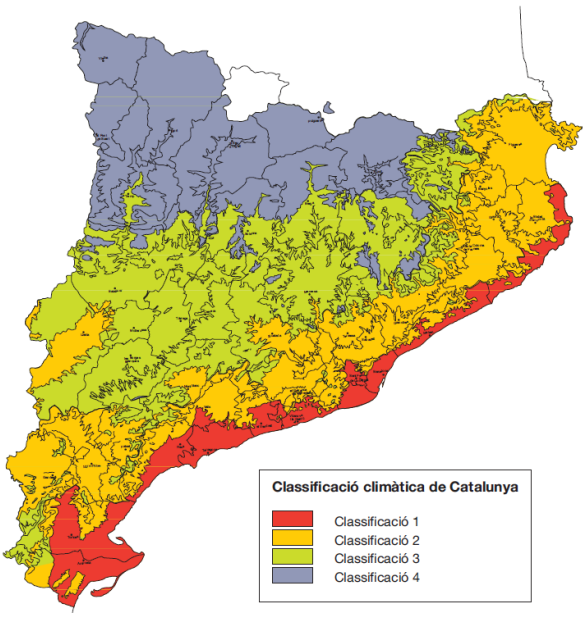


Figura 3.2

Segons l'article 1 d'aquesta norma esmena que el seu propòsit és que els edificis de nova construcció han d'estar tèrmicament aïllats de manera que els espais interiors tinguin durant l'hivern unes condicions climàtiques normals assolint una temperatura confortable amb un consum energètic raonable, i que durant l'estiu, en unes condicions climàtiques normals, la temperatura sigui tolerable. També intenta que els tancaments exteriors no presentin humitats de condensació a dins de la seva massa que degradin les condicions de l'aïllament ni tampoc que apareguin en la sobre la seva superfície interior.

La norma NRE-AT-87 exigeix uns requeriments mínims per assegurar que es compleix la norma. Primer de tot limita la transmissió tèrmica dels tancaments que delimiten cada unitat d'ús mitjançant valors màxims del factor Km. Per altre banda també aplica un valor màxim de transmissió tèrmica K en qualsevol punt del tancament, pensat principalment pels ponts tèrmics. Un altre factor que la norma limita amb un valor màxim és el coeficient relatiu de transmissió tèrmica Tr de cada unitat d'ús. Per últim i per assegurar el confort a l'estiu, s'obliga a posar una protecció a les cobertes i als tancaments exteriors orientats al sud-oest ±90º en els climes 1,2 i 3.

DEFINICIÓ DELS COEFICIENTS DE LA NORMA:

Coeficient de transmissió tèrmica K

Es considera el coeficient de transmissió tèrmica K com el valor indicatiu del flux de calor per unitat de superfície que travessa un tancament quan la diferencia de temperatura entre els dos costats és d'un grau centígrad. Salt tèrmic entre l'aire de la part interior amb el de la part exterior.

Coeficient mitjà de transmissió tèrmica Km

Es considera el coeficient mitjà de transmissió tèrmica Km d'una superfície de tancament com la mitjana aritmètica ponderada dels seus coeficients de transmissió tèrmica K. En el seu càlcul no

es consideren les superfícies preestablertes per la reglamentació de gasos combustibles com a obertures de ventilació permanent.

Coeficient relatiu de transmissió tèrmica Tr

El coeficient relatiu de transmissió tèrmica Tr d'una unitat d'ocupació esta expressat per la fórmula següent:

$$Tr = \frac{\Sigma\ \beta\ Se\ Ke}{Su}$$

On:

Factor β:

Tipus de tancaments	valor de β
Sobreexposats (Cobertes)	1,3
Exposats (Façanes)	1
Protegits(patis interiors)	0,74

Se = Superfície de cadascun dels tipus de tancaments exteriors (m2), incloses tant les parts massisses com les obertures.

Ke = Coeficient mitjà de transmissió tèrmica corresponent al tipus de tancament exterior considerat, incloses tant les parts massisses com les obertures. Expressat en W/m2 °C (kcal/h m2 °C).

Su = Superfície útil en planta de la unitat d'ocupació (m2).

Per trobar la classe climàtica a la que pertany Olot primer de tot necessitem a quina zona climàtica està en la comarca de la Garrotxa referenciada a l'article 2 d'aquesta norma i saber a la altura que es troba sobre el nivell del mar. Un cop tenim aquestes dades es determina que la ciutat d'Olot està en un Clima C3.

REQUERIMENTS:

Els requeriments que haurien de complir tots els edificis situats en aquest clima construïts des de l'aplicació d'aquesta norma fins a l'aparició del CTE són:

Tancaments:

Els coeficients mitjans Km de transmissió tèrmica dels tancaments que delimiten cada unitat d'ocupació no han de superar els valors següents, expressats en W/m2 °C (kcal/h m2 °C):

Classificació climàtica: 3

Sobreexposats: 0,89 (0,77)

Exposats: 1,39 (1,20)

Protegits: 1,72 (1,48)

Obertures dels tancaments exteriors:

Km= 5,80(5.0) W/m2 °C (kcal/h m2 °C)

Coeficient de transmissió tèrmica K límit:

Els coeficients de transmissió tèrmica K, en qualsevol punt de la part massissa dels tancaments exteriors que delimiten les unitats d'ocupació, no han d'ésser superiors al valor següent 2.03(1.75) W/m2 °C (kcal/h m2 °C).

Coeficient relatiu de transmissió tèrmica Tr:

El coeficient relatiu de transmissió tèrmica Tr de cada unitat d'ocupació no ha d'ésser superior a 2.78(2.40) W/m2 °C (kcal/h m2 °C). , donats en funció de la classe de clima on se situï l'edifici i del tipus d'energia prevista per alimentar el sistema de calefacció de que es disposi.

En climes 3 per tal de compensar a l'estiu els guanys tèrmics per radiació solar, els tancaments exteriors han de complir certs requisits:

- Cobertes: Tenir un coeficient mitjà de transmissió tèrmica Km de 0.46(0.40) W/m2 °C (kcal/h m2 °C) i protegir els sostres situats sota la coberta amb una cambra d'aire permanentment ventilada a l'estiu.
- Tancaments orientats al sud-oest (±90º) ha de tenir un coeficient mitjà de transmissió tèrmica Km en W/m2 °C (kcal/hm2 °C) igual o inferior a 0,81 (0,70).
  Incloure en el tancament una cambra d'aire permanentment ventilada<a l'estiu.

  Estar protegits de la radiació solar directa per un element independent de manera que entre ells pugui circular l'aire.

Per justificar aquests requeriments es demanava emplenar una fitxa on hi constava tots mínims normatius i els valors de l'edifici projectat.

Compliment de la NRE-AT-87

Dades de l'edifici

Situació:

Carrer, núm. _____ Zona, barri _____

Municipi _____ Comarca _____

Classificació climàtica

- La categoria climàtica corresponent al municipi (1) és ☐ pel fet d'haver estat establerta:
  - ☐ pel planejament urbanístic.
  - ☐ directament per la NRE-AT-87.
- La classificació climàtica dintre del municipi esta determinada (2):
  - ☐ pel planejament urbanístic.
  - ☐ segons l'altitud de l'emplaçament de l'edifici sobre el nivell del mar:

☐ 0-200 m ☐ 200-500 m ☐ 500-800 m ☐ > 800 m

La classe de clima que afecta l'edifici és, per tant, ☐

Compliment de la NRE-AT-87

Justificació del compliment del requeriment 1, 3 i 4 de la NRE-AT-87 en la/les unitat/s d'ocupació.

Edifici

Situació: Carrer, núm._____ Zona, barri _____

Municipi _____ Comarca _____

Unitat o unitats d'ocupació

Senyalització (11) _____ Superfície útil S_u _____m² (13)

Ús principal (12) _____

1. Justificació del compliment dels requeriments 1 i 4 i càlcul del Σ S K_m β

1.1. Tancaments exteriors

Tipus de tancament (14)	Denominació del tancament (15)	K_m segons requeriment 1 (16)	Compliment requeriment 4 per a compensar guanys térmics a l'estiu (17) C	A	S	P	K_m	K_m de projecte (18)	Superfície S (m²) de tancament	β	S·K_mβ
Sobre-exposats											
										1,3	
Exposats											
										1	
Protegits											
										0,74	
										Σ	(19)

1.2. Tancaments interiors, part massissa

Denominació del tancament (15)	K_m màxima segons el requeriment 1	K_m de projecte	

2. Càlcul de la Tr de la unitat d'ocupació

$$T_r = \frac{\Sigma S_a K_m \beta}{S_u} \text{ (19) (13)} = \boxed{} \leq \boxed{} \text{ (20)}$$

Els valors dels K_m estan expressats en W/m² °C ☐ o en (kcal/h m² °C) ☐

Figura 3.3

3.1.4.CTE 2006

L'any 1999 es va aprovar la Llei d'Ordenació de l'Edificació (LOE) que regula la normativa espanyola en matèria de construcció. Aquesta nova llei era incompatible amb les NBE que hi havia en aquella època i exigeix que es desenvolupi el Codi Tècnic de l'Edificació en els següents anys. Es tarda sis anys en redactar aquest Codi Tècnic i el 17 de març de 2006 s'aprova el RD 314/2006 pel qual aplica l'entrada en vigor del CTE i deroga les anteriors NBE, tot i que es va permetre que les dos normatives fossin aplicables durant un període de temps inferior a 1 any.

En el tema que tractem el CTE divideix la normativa d'estalvi energètic en 5 apartats.

- HE1: Limitació demanda energètica
- HE2: Rendiment de les instal·lacions tèrmiques
- HE3: Eficiència energètica de les instal·lacions d'il·luminació
- HE 4: Contribució solar mínima d'aigua calenta sanitària
- HE 5: Contribució fotovoltaica mínima d'energia elèctrica.

L'àmbit del nostre treball vindrà condicionat per HE 1 limitació de demanda energètica, ja que exigeix que els edificis disposin d'un envolvent amb característiques que limitin la demanda energètica a la necessària per tenir un benestar tèrmic en funció del clima de cada localitat, de lús de l'edifici i tenint en compte les diferències entre estiu o hivern. També té en compte les característiques dels aïllaments i de la inèrcia tèrmica, de la permeabilitat de l'aire i l'exposició i la radiació solar per evitar les condensacions superficials i intersticials. A partir del CTE també es té en compte les solucions constructives dels ponts tèrmics per limitar les pèrdues de calor i evitar els problemes higrotèrmics d'aquests punts.

Per aplicar aquesta normativa als projectes es pot optar per el procediment de l'opció simplificada o el de l'opció general. La opció més habitual i utilitzada és la opció simplificada, que està basada en el control indirecte de la demanda energètica dels edificis mitjançant la limitació dels tancament que conformen l'envolvent tèrmica de l'edifici. La comprovació d'aquesta es realitza a través de la comparació dels valors calculats amb els valors límits permesos. La opció general està basada en l'avaluació de la demanda energètica de l'edifici mitjançant la comparació d'aquest amb un edifici de referència defineixi aquesta opció. Tot i ser millor aquesta opció és més complexa i requereix més temps, per tant és la menys utilitzada per justificar els requeriments mínims.

La demanda energètica que aplica el CTE es limita en funció del clima on s'ubica l'edifici i la seva alçada respecte el nivell del mar. En el cas dels habitatges de la ciutat d'Olot es considera una zona climàtica C2.

REQUERIMENTS:

Transmitàncies tèrmiques màximes en tancaments de l'envolvent tèrmica (ponts tèrmics)

Tipus de tancaments	valor de U (W/m2·K)
Cobertes	0.53
Façanes	0.95
Vidres i marcs	4.40
Mitjaneres	1.00

Transmitàncies tèrmiques mitges en tancaments de l'envolvent tèrmica

Tipus de tancaments	valor de U (W/m2·K)
Cobertes	0.41
Façanes	0.73

La transmitància tèrmica en forats pot variar segons el percentatge del buit respecte de la part massissa, i de la orientació d'aquesta obertura, per tant la transmitància tèrmica que estipula la taula 2.2 del DB HE1 del CTE oscil·la entre 2.2 W/m2·K en obertures que representen un buit major al 50% respecte del total del mur orientat a nord a 4.4 W/m2·K per a obertures que representen un buit menor al 10% respecte del total del mur orientat a qualsevol dels quatre punts cardinals.

Per justificar aquests requeriments es demanava emplenar una fitxa on hi constava tots mínims normatius i els valors de l'edifici projectat

ZONA CLIMÁTICA		Zona de baja carga interna ☐	Zona de alta carga interna ☐

MUROS (U_{Mm}) y (U_{Tm})

	Tipos	A (m^2)	U (W/m^2ºK)	A· U (W/ºK)	Resultados
N					ΣA=
					ΣA· U=
					U_{Mm}=ΣA· U / ΣA=
E					ΣA=
					ΣA· U=
					U_{Mm}=ΣA· U / ΣA=
O					ΣA=
					ΣA· U=
					U_{Mm}=ΣA· U / ΣA=
S					ΣA=
					ΣA· U=
					U_{Mm}=ΣA· U / ΣA=
SE					ΣA=
					ΣA· U=
					U_{Mm}=ΣA· U / ΣA=
SO					ΣA=
					ΣA· U=
					U_{Mm}=ΣA· U / ΣA=
C-TER					ΣA=
					ΣA· U=
					U_{Tm}=ΣA· U / ΣA=

SUELOS (U_{Sm})

Tipos	A (m^2)	U (W/m^2ºK)	A· U (W/ºK)	Resultados
				ΣA=
				ΣA· U=
				U_{Sm}=ΣA· U / ΣA=

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U_{Cm}, F_{Lm})

Tipos	A (m^2)	U (W/m^2ºK)	A· U (W/ºK)	Resultados
				ΣA=
				ΣA· U=
				U_{Cm}=ΣA· U / ΣA=

Tipos	A (m^2)	F	A· F(m^2)	Resultados	Tipos
				ΣA=	
				ΣA· F=	
				F_{Lm}=ΣA· F / ΣA=	

Figura 3.4

3.1.5.CTE 2013

El CTE va aplicar canvis a l'any 2013 en l'apartat d'estalvi energètic, la principal modificació ha set la incorporació d'un nou apartat, DB HE 0: Limitació del consum energètic, aquesta incorpora noves limitacions, com per exemple:

- limita el consum d'energies no renovables destinades a calefacció, refrigeració o producció d'aigua calenta sanitària dels edificis,
- Estableix que en edificis nous d'ús residencial han de ser igual o superior a una classe B d'eficiència.

Al limitar el consum d'energies obliga als tècnics a millorar els tancaments de l'edifici augmentant espessors d'aïllaments i reduint transmitàncies dels tancaments i finestres per tal de reduir la demanda en calefacció i refrigeració.

L'apèndix E del DB HE del CTE dona valors orientatius del paràmetres característics de l'envolvent tèrmica aplicant uns valors aproximats de transmitàncies tèrmiques dels tancaments segons la zona climàtica els quals haurien de servir per complir els requisits de demanda energètica.

En aquesta modificació del CTE la ciutat d'Olot passa a ser una zona climàtica D2

Tipus de tancaments	valor de U (W/m2·K)
Cobertes	0.22
Façanes	0.27

3.2.NORMATIVES EUROPEES

Les normatives referents a l'eficiència energètica a nivell mundial van aparèixer per primera vegada a la Convenció Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic (CMNUCC) que es va redactar i firmar l'any 1992 per 165 estats membres i va entrar en vigor a l'any 1994. Aquesta norma a escala mundial intentava reforçar la consciència pública als problemes relacionats amb el canvi climàtic i estabilitzar i controlar les concentracions de gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera. Aquesta norma no determina els nivells de concentració de gasos d'efecte hivernacle que puguin ser perillosos pel clima, i fa entendre que el canvi climàtic és ja inevitable.

A partir d'aquesta convenció va aparèixer el protocol de Kyoto el qual tenia per objectiu reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle, com el diòxid de carboni, el metà o els hidroflurocarbonats (HFC). En aquest protocol es va acordar una reducció de com a mínim del 5% d'emissions

d'aquests gasos entre el 2008 i el 2012 en comparació de les emissions de 1990. El protocol va ser firmat l'any 1997 però va entrar en vigor l'any 2005.

En l'àmbit europeu arrel de la CMNUCC es va aplicar la Directiva 93/76/CEE que limitava les emissions de diòxid de carboni dels edifici mitjançant la millora de l'eficiència energètica. Aquesta consisteix en una llista d'accions que els estats membres haurien d'aplicar, com per exemple la certificació energètica dels edificis, l'aplicació d'aïllaments tèrmics en els edificis de nova construcció i la inspecció periòdica de les calderes.

A partir d'aquí va entrar en vigor a l'any 2003 la directiva 2002/91/CE que estableix els requisits de l'ús de l'energia dels edificis nous i existents que es renovin. També introdueix els certificats d'eficiència energètica i una norma de metodologia de càlcul de l'eficiència energètica integrada als edificis i les inspeccions dels sistemes de climatització.

Aquesta norma va ser un dels condicionants a redactar la LOE i el CTE, ja que les anteriors normatives es quedaven obsoletes en aquests temes.

L'any 2008 la unió europea va aprovar un paquet de mesures referent a eficiència energètica i canvi climàtica el qual aplica unes series de mesures i de ordres que els estats membres han de complir i han de assolir entre el 2013 i el 2020.

La última normativa europea que ha sorgit ha set la Directiva 2010/31/UE, aquesta aporta majors requisits pels estats membres en matèria de eficiència energètica als edificis. Un dels principals canvis d'aquesta normativa és que introdueix un concepte de edificis amb consum energètic casi nul. Aquest concepte fa entendre que els edificis haurien de requerir d'una quantitat nul·la o gairebé nul·la i que l'energia necessària s'hauria de poder cobrir mitjançant energies renovables produïdes in-situ.

Aquesta directiva obliga als estats membres a aplicar aquest concepte a tots els nous edificis i els edificis públics. Entre l'any 2018 i l'any 2020 els estats membres haurien d'aconseguir el compliment d'aquesta directiva. En l'article 9 d'aquesta directiva europea, indica que els estats membres hauran de formular polítiques i adoptar mesures per estimular la transformació d'edificis que es reformin en edificis de consum d'energia gairebé nul.

Per tant en uns anys tots els edificis que es rehabilitin hauran de reduir les necessitats energètiques el mínim, per tant l'envolvent de l'edifici agafarà un gran pes per assolir aquest requisis a part de l'eficiència dels sistemes de climatització i ventilació.

4.TÈCNIQUES CONSTRUCTIVES

4.1.EVOLUCIÓ DELS SISTEMES CONSTRUCTIUS

4.1.1.ANTERIORS AL 2000

Els edificis construïts segles enrere ja buscaven la inèrcia tèrmica donant grans gruixos als murs que composaven els tancaments de façana. Aquestes primers tancaments tenien una transmitància tèrmica molt elevada, al voltant de 2 o 3 W/m2·K, però es construïen amb pedra que té dona una molt bona inèrcia tèrmica. Aquesta inèrcia tèrmica consisteix en que el material pot retenir el calor que li transmet la radiació solar i l'allibera lentament, per tant quan el sol irradia en el tancament aquest va retenint el calor fins al seu límit i el va cedint lentament al interior, per tant ajuda a mantenir una temperatura interior sense grans variacions.

Fins els anys 50 les construccions a la façana seguien un estil molt marcat en aprofitar el gruix de les parets com a acumulador de la calor. Consistien en un sol full principal amb el seu revestiment a cada cara. Es tractava de parets que el seu gruix s'aproximava als 35cm.

- Revestiment exterior
- Fulla principal gruixuda
- Revestiment interior

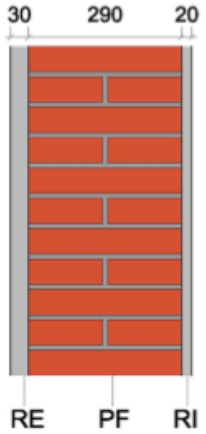


Figura 4.1. Font: ICAEN

Pel que fa a les cobertes, eren fetes la major part amb fusta com a element resistent i una solera de teules que descansaven sobre una solera de fusta (cairats de fusta sobre bigues de fusta). Aquestes eren cobertes amb cambres d'aire no ventilades.

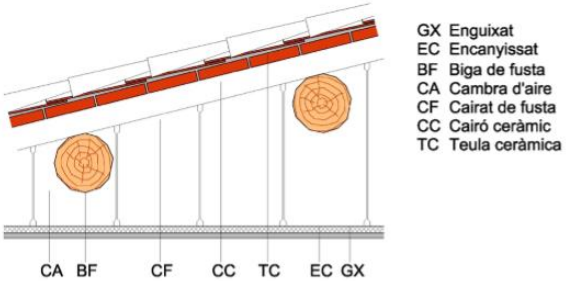


Figura 4.2 Font: ICAEN

Pel que fa als buits, eren executats amb fusta com a material principal i amb vidre simple sense cap mena de protecció solar.

Entre els anys 50 i 80, ja es va introduir una millora en les parets de façana principal: la cambra d'aire no ventilada. Va suposar un avanç molt important ja que entre les dues superfícies verticals hi crea una barrera impermeable fent que l'aigua sigui incapaç de travessar a la fulla interior. A més trenca la capacitat de transmetre el calor que té la fulla principal, reduint així el pas del calor d'una fulla a l'altre.

Així doncs, abans dels anys 80, les façanes principals ja tenien dues fulles, una de principal i una de secundària desprès de la cambra d'aire, normalment de 10 cm. Per fer-nos una idea eren façanes de prop dels 33cm de gruix.

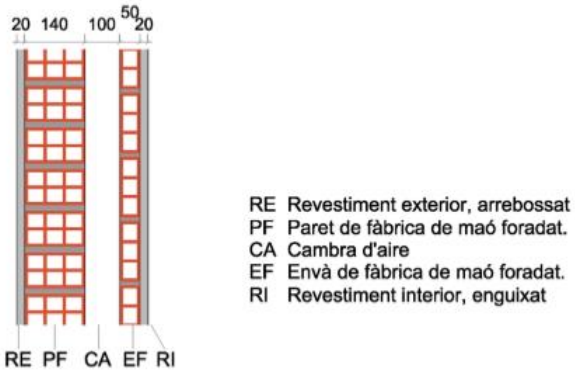


Figura 4.3. Font: ICAEN

Un dels tipus de cobertes eren planes a la catalana. Consistien en un doble paviment de rajola ceràmica enllaçat per morter, suportades per una solera d'encadellat ceràmic descansant sobre envans de sostre mort, permetent la ventilació d'aquest espai.

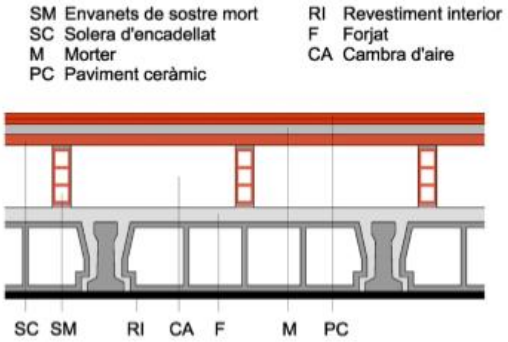


Figura 4.4. Font: ICAEN

Pel que fa a les obertures, seguien sent de fusta amb vidre senzill.

S'ha de remarcar que, normativament, no és va obligar a incorporar aïllament tèrmic a les façanes fins l'any 1979. Així doncs, a partir dels anys 80, tindrem la mateixa solució de façana que l'època anterior amb una capa d'aïllament col·locat a la cara freda de la façana. L'espai que anteriorment disposava de cambra d'aire es reduirà per la col·locació de l'aïllament.

Figura 4.5. Font: ICAEN

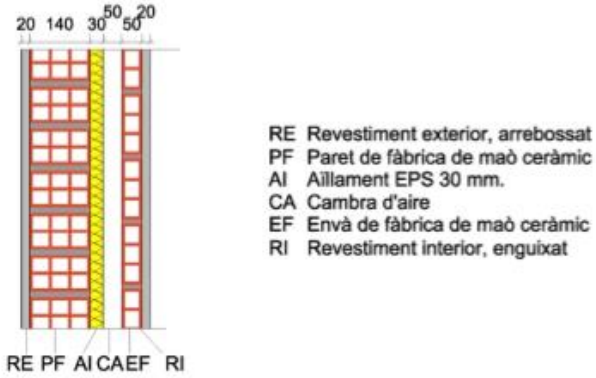


Figura 4.5 Font: ICAEN

Les cobertes també canviaran notablement, ja que s'incorporarà una capa d'aïllament protegit per una capa de formigó i a més, es dotaran d'una làmina impermeabilitzant que ajudarà a evacuar les aigües protegint la capa d'aïllament inferior.

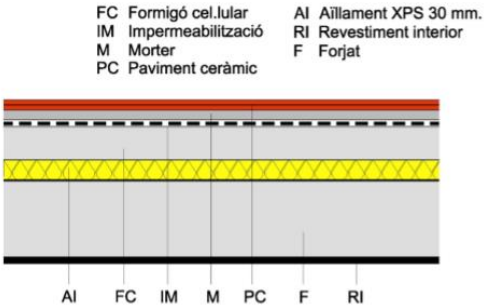


Figura 4.6. Font: ICAEN

Les finestres i balconeres també experimentaran una millora incorporant un envidrament doble aïllant amb cambra d'aire, i també s'utilitzen els perfils d'alumini sense ruptura de pont tèrmic, perfilaria que té un pitjor comportament tèrmic que el del marc de fusta d'una finestra ben conservada.

4.1.2.DURANT EL PERÍODE 2000-2010

Aquest període compren els edificis anteriors al CTE (fins al 2006, que no entra en vigor), i posteriors a la incorporació de la normativa.

Anteriors a l'entrada en vigor del CTE 2006, els edificis no van experimentar gaires canvis pel que fa al seu envolvent. La composició de les solucions constructives era la mateixa. El mateix passa amb la fusteria exterior, la més utilitzada és de perfils d'alumini.

A partir del 2006 amb l'entrada en vigor del CTE, les exigències tèrmiques agafen més pes i provoca que es construeixi millorant la transmitància tèrmica de l'envolvent, inclús provoca que s'apliquin mesures correctores en fronts de forjat i pilar (per exemple posar peces ceràmiques buides) per no sobrepassar el valor de la transmitància tèrmica màxima establerta per a qualsevol punt de l'envolvent, cosa que inclou els ponts tèrmics. .

4.1.3.POSTERIORS AL 2010

A partir del 2013 que entra en vigor les millores normatives del CTE, apareix un nou apartat del document bàsic referent a l'estalvi energètic, aquest apartat (HE-0) limita la demanda energètica de l'edifici. Per assolir aquesta demanda energètica de l'edifici d'energies no renovables s'han de millorar les característiques l'envolvent de l'edifici tractant tots els ponts tèrmics i en conseqüència augmentar l'espessor de l'aïllament. L'augment de l'espessor de l'aïllament als tancaments ha provocat que els sistemes constructius tradicionals quedin obsolets, ja que els espessors requerits no caben en la cambra d'aire o es requereixin grans espessors de tancament i apart aquest sistema provoca multitud de ponts tèrmics.

Degut a aquestes necessitats han sorgit nombrosos sistemes per mantenir els espessors raonables d'un tancament (al voltant de 30 a 33cm en façanes), com poden ser el sistema S.A.T.E. o sistemes de façanes ventilades. Aquest sistemes al tenir un espessor homogeni en tot el tancament i com que eliminen els ponts tèrmics, requereixen un espessor menor que no si calculéssim un edifici construït amb el sistema tradicional que és garantia de multitud de ponts tèrmics.

A partir d'aquest any també es veu afectada la millora de les obertures, ja que la tendència dels edificis és augmentar la llum de les obertures. A conseqüència d'això van començar a aparèixer fabricants d'obertures amb marcs metàl·lics amb majors i millors ruptures de tall de pont tèrmic i vidres aïllants amb gas a la cambra i vidres amb control solar o baix emissius per millorar l'eficiència energètica i reduir considerablement les seves transmitàncies tèrmiques en comparació amb els sistemes anteriors utilitzats en les obertures.

4.1.4.TENDÈNCIES DE FUTUR / INNOVACIONS

Segons la directiva europea 2010/31/UE a parir de l'any 2020 l'estat Espanyol haurà de tenir aplicades les eines per tal de que els edificis que es construeixin nous o es rehabilitin tinguin un consum energètic gairebé nul, per tant en pocs anys apareixeran grans canvis importants en l'àmbit de l'eficiència energètica en l'edificació. Per tant en els pròxims anys apareixeran les nomenades Passive House , que constitueixen una evolució dels edificis de baix consum energètic.

Es tracta de construccions que es caracteritzen per tenir un gran aïllament tèrmic, absència de ponts tèrmics, aprofitar al màxim l'energia del sol per a una millor climatització, dotar l'edifici de ventilació mecànica i utilitzar unes finestres de grans prestacions. Amb aquestes característiques, es calcula que aquestes construccions poden reduir les necessitats de calefacció i refrigeració en un 75%.

Aquesta tècnica constructiva, suposa una optimització dels recursos existents a través de tècniques passives, per exemple, una orientació correcta de les finestres per a poder aprofitar la calor del sol quan estan tancades i la ventilació natural quan les obrim.

Un bon aïllant en l'envolvent es beneficiós tant en èpoques d'hivern com d'estiu. S'han de col·locar aïllants de baixa transmitància tèrmica. L'espessor de l'aïllament tèrmic s'escull depenent del clima on s'ubica l'edifici.

Els forats en els edificis, son els punts dèbils. Es per això que en aquests tipus de construccions es posa especial èmfasi en l' ubicació i la correcta col·locació en obra. Les perfilaries utilitzades en aquests tipus de construccions tenen molt baixa transmitància tèrmica i normalment, són de doble o triple vidre. Normalment, es col·loca un vidre de baixa emissivitat per deixar passar la calor a l'interior de l'habitatge durant l'hivern i mantenir-lo al exterior durant l'estiu.

Hi ha un estricte control dels ponts tèrmics per tal de eliminar-los. En aquestes construccions es busca no interrompre la capa d'aïllament tèrmic i, en cas contrari, que sigui d'un material amb la resistència més alta. En qualsevol cas, es té molta cura de les juntes entre elements constructius.

Ha de ser hermètic, no poden existir corrents d'aire a través de finestres o fissures, ja que poden arribar a provocar condensacions interiors i una incomoditat al usuari.

Per últim, s'ha de dotar d'un sistema de ventilació mecànica amb recuperació de calor. D'aquesta manera, tot el calor generat per les persones i electrodomèstics interiors, és aprofitat pel sistema de ventilació per escalfar l'aire provinent de l'exterior. Aquest model de construcció fa gairebé

innecessària la presència de sistemes de calefacció ja que, principalment, s'utilitza el calor generat pel sol, els ocupants de la casa i els dispositius interiors.

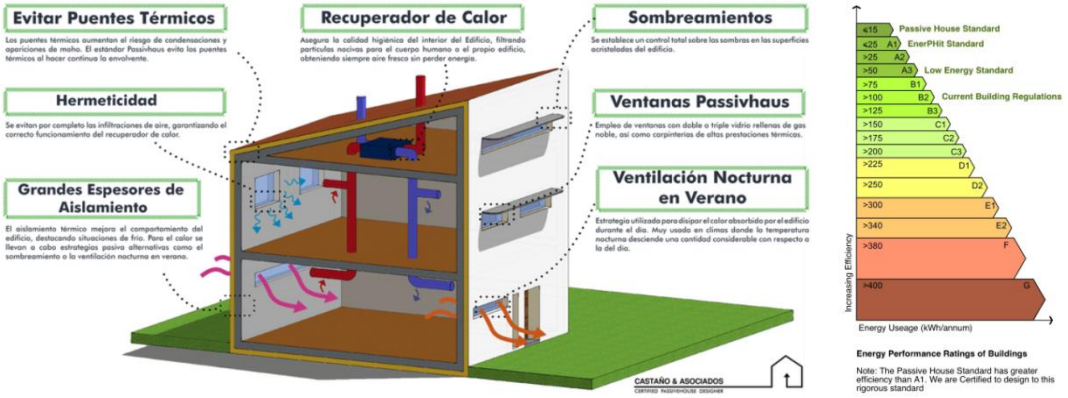


Figura 4.7. Font: Passiv House Energetica

4.2.MATERIALS

4.2.1.CERÀMICA

S'ha confirmat que durant aquest període la ceràmica és el material per excel·lència de la construcció del nostre país. Aquest material s'ha utilitzat ja sigui pels tancaments de façana, amb funció estructural o no, en la formació d'envans, com a part alleugerant dels forjats de formigó, com a teules o com a solera.

4.2.1.1.MAÓ CALAT (GERO)

El maó calat o "Gero" és un rajol amb perforacions perpendiculars a la cara de recolzament, el volum dels forats està comprés entre el 25% i el 45% respecte del volum total de la peça. El gruix d'aquesta peça pot estar compresa entre els 7 i 10cm si l'acabat és per revestir o entre 4 i 7cm si aquest és amb acabat vist.

Aquest tipus de maó es pot utilitzar com a full ceràmic de tancament de la façana i també pot tenir una funció estructural. En aquest estudi té una funció de tancament ja que a tots els edificis estudiats tenen una estructura porticada de formigó armat.

Figura 4.8 Font:

Ceràmiques Farreny

4.2.1.2.MAÓ FORADAT DOBLE 9CM (TOTXANA)

El maó foradat doble de 9cm d'espessor o conegut tradicionalment com a "Totxana" és un rajol amb perforacions paral·lels a la cara de recolzament que travessen per complet la peça. El volum dels forats respecte del volum total de la peça oscil·la entre el 45% i el 60%.

El format teòric d'aquesta peça és de 29x14x9cm, però el format real actual s'aproxima a 28x13.5x9cm.

Figura 4.9.

Font: Ceràmiques Farreny

Aquesta peça s'ha utilitzat tradicionalment com a full de tancament de façana. A causa dels requeriments i normatives establertes de seguretat estructural, eficiència energètica, acústica i higiene i salubritat, aquesta peça ceràmica ha començat a deixar-se de utilitzar en alguns casos a causa de la incompatibilitat de les seves propietats amb els mínims normatius.

4.2.1.3.MAÓ FORADAT DOBLE 7CM

El maó foradat doble de 7cm d'espessor és un rajol amb perforacions paral·lels a la cara de recolzament que travessen per complet la peça. El volum dels forats respecte del volum total de la peça oscil·la entre el 45% i el 60%. Aquest maó ja s'utilitzava a partir dels anys 90 com a sistema d'envans o trasdossat de façanes i altres tancaments. Aquesta peça ceràmica permet fer les regates per incorporar les instal·lacions a les dues cares de l'envà. Al incrementar el nombre d'instal·lacions introduíem en els edificis i els requeriments acústics, aquesta peça ceràmica va anar agafant molta força i cada com va ser més utilitzada Aquestes peces poden presentar un format com el de la totxana però variant el seu espessor i mantenen els 6 forats, 29x14x7cm o poden ser rajols de gran format, 20x40x4cm o 30x70x4cm entre d'altres.

Figura 4.10.

Font: Ceràmiques Farreny

4.2.1.4.MAÓ FORADAT SIMPLE

El maó foradat simple pot tenir un espessor de de 3 fins a 6cm, tot i que un dels més utilitzats és el de 4cm, aquest és un rajol amb perforacions paral·lels a la cara de recolzament que travessen per complet la peça. El volum dels forats respecte del volum total de la peça oscil·la entre el 45% i el 60%. Aquest maó s'utilitza com a sistema d'envans o trasdossat de façanes i altres tancaments.

Aquesta peça ceràmica als anys 50 ja era utilitzada com a la formació d'envans i més endavant com a trasdossats del full principal de la façana. A mida que augmenten les instal·lacions (Dificultat en crear regates per incorporar conductes de instal·lacions de banda i banda d'envà) i els requeriments acústics i tèrmics en els elements constructius dels edificis, aquest tipus de peça s'ha deixat de utilitzar. Aquestes peces poden presentar un format com el de la totxana però amb 3 únics forats alineats, 29x14x4cm o poden ser rajols de gran format, 20x40x4cm o 30x70x4cm entre d'altres

Figura 4.11.

Font: Ceràmiques Farreny

4.2.1.5.BLOC CERÀMIC- TERMOARGILA

Els blocs ceràmics alleugerats encadellats son peces ceràmiques que permeten crear el mur amb una sola fulla. Aquests blocs tenen un prestacions anàlogues als compostos per vàries fulles. El disseny del bloc a través de la densitat del material i de la configuració dels forats, permet obtenir un producte de característiques singulars, no només resistents, sinó en quant al comportament tèrmic i acústics. Aquests blocs ceràmics presenten perforacions perpendiculars a la cara de recolzament que el travessen per complet. El volum dels forats respecte del volum total de la peça oscil·la entre el 45%i el 60%

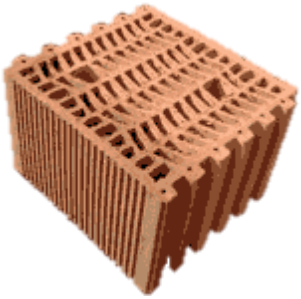


Figura 4.12

Font: Ceràmica la Coma

4.2.1.6.ENCADELLAT CERÀMIC

L'encadellat ceràmic pot tenir varis formats, pel que fa la longitud sempre és superior a 50 cm i sol anar augmentant amb múltiples de 10cm, es sol utilitzar una longitud de peça entre 70 i 80cm, depenent de la separació que col·loquem els envans de sostre mort. L'amplada sol estar compresa entre 20 i 30cm. L'espessor de la peça és de 4cm. Aquesta peça té perforacions paral·leles a la cara de recolzament que travessen per complet la peça. L'encadellat ceràmic s'utilitza principalment en les cobertes per crear la solera, sobre els envans de sostre mort, per tal de poder col·locar les teules o la capa impermeable al damunt.

Figura 4.13

Font: Ceràmica la Coma

4.2.1.7.TEULA CERÀMICA

Les teules ceràmiques són les peces que es col·loquen com a revestiment sobre de les cobertes inclinades. En el nostre cas les teules utilitzades en la població i edificis d'estudi són teules ceràmiques corbes (àrab). Aquestes teules tenen una forma acanalada i es sobreposen una a la altre, provocant que l'aigua que cau a la coberta no es filtri entre les seves juntes. Els formats d'aquesta peça solen ser de 50x19x15 o 50x21x17cm.

Figura 4.14

Font: Ceràmica la Coma

4.2.1.8.REVOLTÓ CERÀMIC

Els revoltons ceràmics són peces amb perforacions paral·leles a la cara de recolzament que travessen per complet la peça. Aquests revoltons s'han utilitzat com a peces per alleugerir el pes del forjat, tant sigui unidireccional o bidireccional. Aquestes peces ceràmiques poden tenir varis formats però el format més habitual és el que té una longitud comprsa entre 60 o 70cm, depenent de la separació entre les bigues de suport, i una amplada i alçada de 25cm.

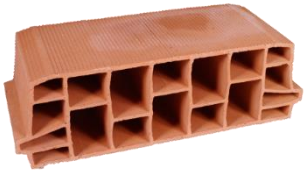


Figura 4.15

Font: Ceràmica la Coma

4.2.2.AÏLLAMENTS TÈRMICS

4.2.2.1.POLIESTIRÈ EXPANDIT (EPS)

El poliestirè expandit (XPS) és un derivat del petroli, concretament de les famílies de les escumes plàstiques. Aquest aïllament és un conglomerant de esferes normalment blanques amb una estructura cel·lular. Els formats comercials d'aquest producte es solen presentar en forma de panells, revoltons o productes enmotllats. L'estructura cel·lular d'aquest material és tancada. Aquesta estructura cel·lular li proporciona bones prestacions tèrmiques, mecàniques i enfront a la humitat.

Figura 4.16

Font: Aislenvas

Pel que fa respecte les seves propietats com a aïllament tèrmic, aquest sol presentar conductivitats tèrmiques entre 0,046 fins a 0,035 W/m·K.

Aquest producte presenta bones prestacions tèrmiques, enfront a la humitat i a compressió en relació amb el preu del producte. Actualment en el mercat es pot trobar gran varietat de formats.

Com a problema aquest aïllament és combustible, per tant no es podrà utilitzar com a aïllament en recintes que necessitin una certa resistència al foc.

4.2.2.2.POLIESTIRÈ EXTRUÏT (XPS)

El poliestirè extruït (XPS) és un derivat del petroli, igual que el poliestirè expandit, aquest pertat a la familia de les escumes plàstiques. Aquest material, a diferència del poliestirè expandit, presenta una superfície d'aspecte llis.

Figura 4.17

Font: Termoisolanti

Majoritàriament aquest material es fabrica en forma de panells amb els costats encadellats. Aquest material presenta una estructura cel·lular totalment tancada, propietat que li proporciana molt bones prestacions enfront a l'absorció d'aigua(dels millors del mercat) i també com a aïllant tèrmic. Tot i que la diferència principal amb el poliestirè expandit és la gran rigidesa de la seva estructura, donada per la homogeneïtat de les cel·les, i dona una molt alta resistència mecánica, amb una resistència a compressió de 300kPa pels productes amb major comercialització, tot i que pot arribar a una compressió de fins a 700kPa. Aquesta elevada resistència mecànica a la compressió ha set un dels principals motius de la utilització d'aquest material com a aïllament en les cobertes plantes transitables.

Aquest aïllament presenta unes bones propietats tèrmiques, la conductivitat tèrmica sol oscil·lar entre 0.036 i 0.034 w/m·K si aquest material s'ha expandit mitjançant CO2 o entre 0.033 a 0.030 W/m·K pels productes expandits amb HFC. Cal dir a conseqüència del procés d'expansió del material fan que la conductivitat tèrmica no sigui uniforme en tots el gruixos, per tat en augmentar el gruix la conductivitat també augmenta, per tant perd propietats tèrmiques.

Aquest material igual que l'EPS és un material plàstic, per tant és combustible. Alguns fabricants incorporen additius ignifugant per retardar la seva combustió, però tot i això no presenta un bon comportament enfront el foc.

4.2.2.3.ESCUMA DE POLIURETÀ (PU)

Figura 4.18.

Font: Allinstant

L'escuma de poliuretà és un material compost principalment de petroli i sucres. Aquest material s'ha utilitzat molt com a aïllament en façanes principalment per la seva baixa conductivitat tèrmica, per la seva ràpida aplicació i per a garantir l'estanqueïtat de les cambres d'aire de les façanes d'obra vista, tradicionalment s'aplica una capa de morter de ciment que actua com a capa impermeabilitzant i evita que el vapor d'aigua entri a la cambra d'aire, però al projectar aquest aïllament de cel·les tancades garanteixes la estanqueïtat al pas del vapor d'aigua. Aquest aïllament projectat té una gran adherència, propietat que permet aplicar l'aïllament sobre qualsevol superfície, inclús es poden omplir forats o zones de difícil accés. Moltes vegades s'ha utilitzat aquest material i les seves propietats per "amagar" defectes que pugui haver sorgit a l'obra, com esquerdes o forats. Tot i tenir alguns avantatges enfront altres aïllaments, aquest s'istema d'aplicació de l'aïllament dificulta tenir controlades les condicions d'aplicació i per tant pot ser poc fiable en prestacions i gruixos si no s'ha tingut un bon control d'obra. També al aplicar l'aïllament de forma projectada et limita a escollir els gruixos, ja que es necessita aplicar el producte en capes successives d'aproximades de 2cm, per tant el producte es va

Com a propietats tèrmiques és dels materials que pot presentar la millor conductivitat tèrmica, ja que pot arribar a 0,028 W/m·K. Tot i que aquest tipus d'aïllament projectat pugui garantir l'estanqueïtat de la cambra d'aire evitant el pas del vapor d'aigua, no es comporta bé si aquest entra en contacta amb l'aigua líquida.

4.2.2.4.LLANA MINERAL I LLANA DE VIDRE (MW)

Les llanes utilitzades com a aïllament són les llanes minerals i les llanes de vidre, aquests estan formats per un teixit de filaments entrellaçats entre ells formant un material lleuger que a part de tenir bones prestacions tèrmiques, també les té per garantir nivells d'acústica i de resistència al foc. La diferència entre les dues és la seva composició, la llana mineral està composta per roca basàltica mentre que per crear la llana de vidre s'utilitza sorra de sícile. Aquest material ha anat augmentant a mesura que augmentaves els requisits acústics de les normatives, ja que altres aïllaments no poden garantir el mateix comportament enfront el soroll.

Figura 4.19

Font: ISOVER

Els formats comercials més habituals per aquests materials són les mantes, molt utilitzades en cobertes, i els panells que s'utilitzen principalment en les façanes. A part d'aquests formats més tradicionals, actualment també s'apliquen com a projectats o insuflats.

La transmitància tèrmica d'aquest material pot oscil·lar entre 0,046 a 0,035 W/m·K depenent dels components que el conformen.

Aquest material no és hidròfil, per tant no causa transmissió d'humitat. Tot i ser un material hidròfil pot perdre les seves propietats si aquest entre en contacte amb l'aigua en estat líquid, per solucionar aquesta debilitat es solen protegir amb un revestiment que actuï com a barrera de vapor.

Per col·locar aquest material és necessari protegir la pell i els ulls del treballador, ja que és un producte lleugerament abrasiu i pot originar irritacions.

4.2.2.6.ALTRES AÏLLAMENTS NO UTILITZATS EN ELS EDIFICIS D'ESTUDI:

Hem vist necessari d'anomenar alguns aïllaments que no s'han utilitzat tradicionalment per a la construcció del edificis durant aquest període, però que estan agafant un major protagonisme al ser aïllants naturals o aïllants que tenen un cost energètic menor de producció.

El suro

El suro és un producte que ja s'utilitzava en el moment que van aparèixer els primers productes aïllants, però ha tingut una importància molt escassa des dels seus inicis i ara està adquirint una major presència. La conductivitat tèrmica està al voltant de 0,045 a 0,040 W/m·K.

Cel·lulosa

Aquest aïllament es fabrica majoritàriament amb paper reciclat, principal atractiu per escollir aquest material. Tot i això s'ha de dir que presenta bones prestacions tèrmiques, acústiques i enfront al foc. El format habitual d'aquest material és mitjançant una manta, tot i que també es sol utilitzar de forma disgregada per ser insuflada en la cambra d'aire. La seva conductivitat tèrmica sol estar al voltant de 0,038 W/m·K.

Llanes vegetals

Les llanes vegetals poden ser tant de canyam, de lli, de cotó o de fibres de coco, entre d'altres. Es tracta d'utilitzar filaments d'origen vegetal i formant un conglomerat. Aquests components són biodegradables, per tant s'han d'aplicar additius per assegurar la seva preservació durant la vida útil de l'edifici. Al tractar-se de materials inflamables, s'han de incorporar productes per protegir-los contra el foc. Aquests materials estan adquirint protagonisme ja que es venen com a materials de caràcter natural , però s'ha de tenir en compte que per aconseguir el producte final s'han de barrejar amb molts productes químics.

La seva conductivitat tèrmica sol estar entre 0,050 i 0,040 W/m·K.

Llana d'ovella.

La llana d'ovella també s'utilitza per a crear aïllants en forma de manta, igual que passa amb les llanes compostes de fibres vegetals, aquest ha d'estar tractat per eliminar atacs biològics i per millorar les seves prestacions davant del foc. Aquest material és 100% renovable. La seva conductivitat tèrmica sol aproximar-se als 0,040 W/m·K.

Fibres de fusta

Es tracta de productes formats a base de fibres o virots de fusta que son aglutinats ja sigui amb resines o materials de tipus ciment. Aquest material s'ha utilitzat fins a l'actualitat més com a aïllament acústic que tèrmic. La seva conductivitat tèrmica pot arribar als 0,036 W/m·K.

aïllants reflexius

Els aïllants reflexius no són aïllants d'origen natural, però són nous materials compostos per uns productes molt fins (com un full de paper) que aprofiten la reducció de la transmissió de calor per radicació i incrementen la resistència tèrmica de l'espai on s'ubiquen. Aquests aconsegueixen reduir l'intercanvi de calor entre les dos superfícies que separa.

Vidre cel·lular

El vidre cel·lular és un vidre que durant el seu procés de fabricació s'hi ha incorporat un agent escumant que provoca que es formin bombolles d'aire al seu interior. És un material incombustible i té una elevada residència a la compressió i duresa superficial. La conductivitat tèrmica d'aquest producte sol oscil·lar entre 0,050 a 0,045 W/m·K

4.2.2.7.TAULA RESUM PROPIETATS DELS AÏLLAMENTS

material	Format	Conductivitat λ (W/m·K)	Resistència a la compressió (kPa)	Combustibilitat	Porositat	Preu aproximat €/m²	Cost energètic de producció MJ/Kg	Emisions de producció de CO2 Kg·CO2/kg	reciclable
ORIGEN SINTÈTIC ORGÀNIC									
poliestirè expandit (EPS)		0.039	300	E-F	T	9.80	122.85	18.18	si
Poliestirè extruït (XPS)		0.034	200	E	T	19.26	125.00	51.81	si
Poliuretà		0.028	200	C-E	T	12.16	70	103.32	si
ORIGEN INORGÀNIC									
Llana de vidre (MW)		0.035	16	A-B	O	8.27	71.03	10.73	Si
Llana de roca (MW)		0.035	68	A-B	C	8.49	32	17.04	Si
Panell Perlita expandida		0.062	1200	A	O	55	20	16.10	Si
Vidre cel·lular		0.048	785	A	O	50	75	8.30	Si
aerogel		0.013	130	A	O	200	53	4.20	Si
ORIGEN NATURAL ORGÀNIC									
Suro negre		0.040	180	B-E	T	16.25	45.51	16.5	Si
Suro natural		0.045	180	B-E	O	40	19	16.5	Si
Fibres de fusta		0.036	290	B-E	T	20	25	1.89	Si
Fibres de cànyam		0.039	147	E-F	O	30	32.25	5.45	Si
Fibres de lli		0.039	5	B-D	O	20	49.03	3.05	Si
Pasta de cel·lulosa		0.038	78	B-E	T	25.70	5.47	1.29	Si
Llana d'ovella		0.040	68	D-E	T	20	40	1.55	No

Figura 4.20

Font: Palomo, M. (2017). *AISLANTES TÉRMICOS. CRITERIOS DE SELECCIÓN POR REQUISITOS ENERGÉTICOS*. TFG. UPM.

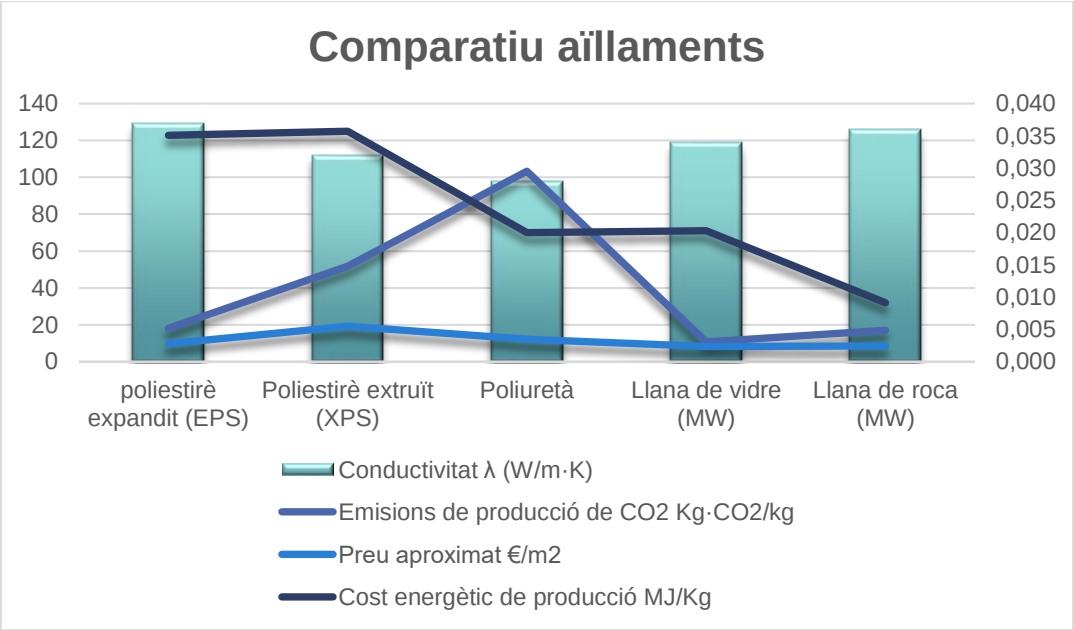


Figura 4.21

Font: Pròpia

En aquest gràfic podem comparar els aïllaments més utilitzats en els edificis estudiats. Podem observar que les llanes, sobretot la llana de roca, tenen els millors valors pel que fa a emissions de CO2 i d'energia utilitzada en el moment de la seva fabricació i amb un preu competitiu. Però al tenir pitjors propietats tèrmiques que per exemple el poliuretà projectat, es necessita més gruix d'aïllament per assolir una mateixa resistència tèrmica.

5.METODOLOGIA DE TREBALL

5.1.RECOPILACIÓ D'INFORMACIÓ

5.1.1.PRESA DE DADES

Per extreure tota la informació necessària a fi d'elaborar aquest treball s'ha creat un conveni col·laboratiu entre la Universitat de Girona i l'Ajuntament d'Olot, per tal de formalitzar i poder accedir a l'Arxiu Comarcal d'Olot i al mateix Ajuntament.

L'Ajuntament d'Olot ens ha facilitat un llistat de tots els expedients d'obra realitzats entre l'any 2000 i el 2010. La primera feina ha estat seleccionar tots aquells que entraven dins el camp d'estudi, és a dir, que fossin edificis de nova planta i plurifamiliars. Una vegada seleccionats els expedients, s'han anat obrint un per un per extreure tot un seguit de dades amb la finalitat d'elaborar una base de dades principal. Per organitzar la recopilació d'informació de cada expedient s'ha creat una taula dinàmica amb la finalitat de poder filtrar l' informació per tal d'acotar-la alhora de treure'n conclusions.

De cada expedient d'obra s'ha consultat el projecte bàsic, el projecte executiu, els amidaments, el pressupost i els plànols. No tots els expedients disposaven de la mateixa informació, tot i així, s'ha entrat tota la informació de què disposàvem i posteriorment s'han aplicat els filtres corresponents per tal d'incloure aquell expedient dins l'àmbit d'estudi o excloure'l. De cada expedient s'han pogut fer fotografies dels plànols, alçats, seccions i fusteries per a complementar la recerca d' informació. De cada expedient s'ha creat una carpeta individual on hi hem anat incorporant tota la informació per tenir-ho tot classificat i que sigui de fàcil accés.

5.1.2.TREBALL DE CAMP

Una vegada recopilada tota la informació de cada expedient, s'ha cregut oportú verificar "in situ" si tots els expedients consultats s'havien construït o no, i si s'havien construït seguint els detalls que s'havien observat en el projecte.

Amb aquesta comprovació s'ha pogut determinar quants projectes es van portar a terme i quants s'han quedat, o bé parats per la crisi econòmica que va patir el sector, o bé perquè no es van arribar a edificar mai.

Per a poder realitzar aquest recorregut s'ha creat un mapa que ens ha permès situar totes les mostres per la seva ubicació incloent-hi el seu número d'expedient per facilitar-ne l' identificació. Això ens ha facilitat el plantejament inicial del recorregut a fer per poder realitzar les fotografies i fer-ne la comprovació.

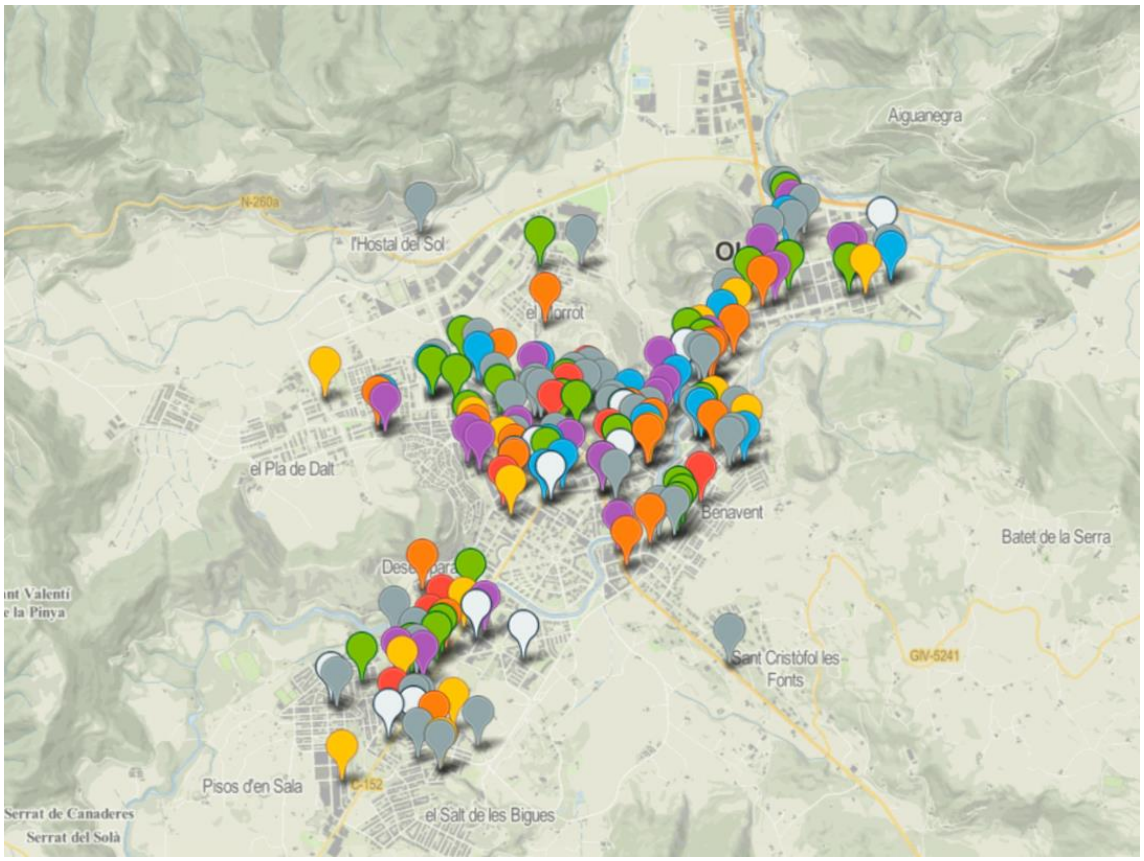


Figura 5.1: InstaMaps. Font: Pròpia

Aquest mapa es pot consultar en el següent enllaç:

https://www.instamaps.cat/instavisor/86038755/d4e708c122b3eaa3703eb726f54b1818/LOCALITZACIO_MOSTRES_TFG_Analisi_i_incidencies_dels_sistemes_constructius_de_l_envolvent_dels_edificis_plurifamiliars_en_el_consum_energetic_a_la_ciutat_d_Olot.html?3D=false

Amb aquesta ajuda, va ser fàcil separar per sectors i barris els edificis o solars a visitar i ens va permetre fer-ho amb poc temps. Un cop al solar en qüestió es tractava de fer la fotografia i guardar-la segons número d'expedient perquè fos de fàcil consulta. Per fer-ho fàcil vam crear unes taules per cada sector a visitar que ens permetien controlar tots aquells ja visitats i apuntar-hi les incongruències que s'hi detectaven, o bé apuntar si havien estat construïts o no, o en quin estat es trobaven.

5.2.ELABORACIÓ BASE DE DADES

Per elaborar la taula dinàmica amb la finalitat de crear la nostra pròpia base de dades, es va separar la informació segons els diferents camps a tractar. Això ha suposat una fàcil introducció de les dades i una correcte organització de la informació.

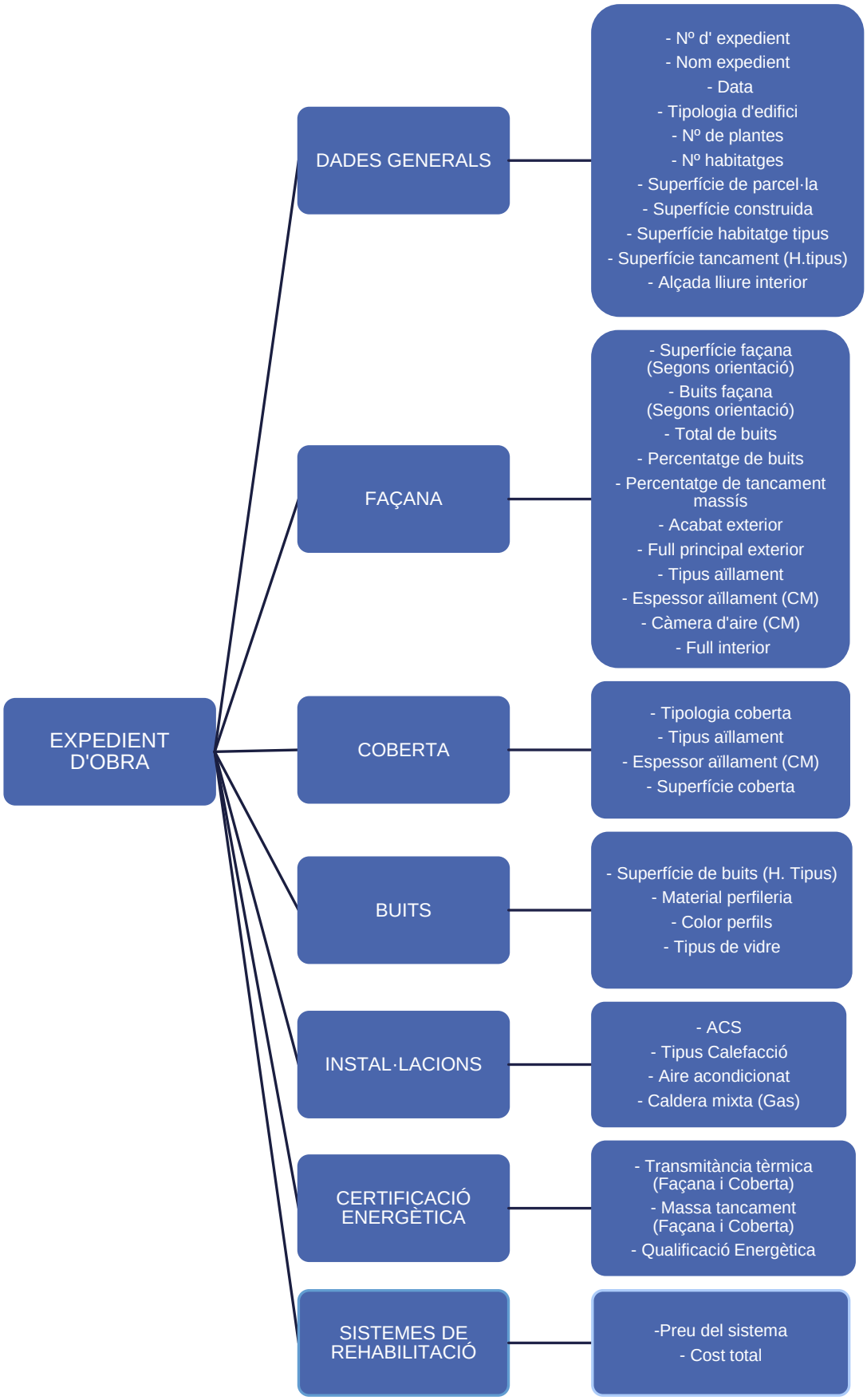
L'estructura de la taula s'ha dissenyat de la següent manera:

- Dades generals per a la identificació de l'expedient
- Paràmetres de la façana
- Paràmetres de la coberta
- Paràmetres i especificacions dels buits
- Tipologia d'instal·lacions
- Paràmetres energètics (calculats posteriorment)

Un cop obert l'expedient, es buscaven els apartats que interessaven i es transportava la informació a la base de dades. Sovint, es detectaven incongruències entre el detall constructiu, la justificació de la memòria i el pressupost.

Aquesta taula dinàmica ens ha permès sintetitzar molt bé les dades a estudiar, disposar de les dades i característiques de cada mostra, tenir la informació ordenada, permetre cerques dins els expedients, programar funcions per extreure'n dades i finalment crear uns gràfics molt representatius del que s'ha estudiat.

Finalment s'ha creat una taula dinàmica que compta aproximadament amb 50 columnes d'informació separada per diferents àmbits i 193 files que corresponen al total d' expedients d'obra plurifamiliar consultats entre els anys 2000-2010. De cada expedient consultat tenim:


EXPEDIENT D'OBRA
DADES GENERALS
- Nº d' expedient
- Nom expedient
- Data
- Tipologia d'edifici
- Nº de plantes
- Nº habitatges
- Superfície de parcel·la
- Superfície construida
- Superfície habitatge tipus
- Superfície tancament (H.tipus)
- Alçada lliure interior
FAÇANA
- Superfície façana (Segons orientació)
- Buits façana (Segons orientació)
- Total de buits
- Percentatge de buits
- Percentatge de tancament massís
- Acabat exterior
- Full principal exterior
- Tipus aïllament
- Espessor aïllament (CM)
- Càmera d'aire (CM)
- Full interior
COBERTA
- Tipologia coberta
- Tipus aïllament
- Espessor aïllament (CM)
- Superfície coberta
BUITS
- Superfície de buits (H. Tipus)
- Material perfileria
- Color perfils
- Tipus de vidre
INSTAL·LACIONS
- ACS
- Tipus Calefacció
- Aire acondicionat
- Caldera mixta (Gas)
CERTIFICACIÓ ENERGÈTICA
- Transmitància tèrmica (Façana i Coberta)
- Massa tancament (Façana i Coberta)
- Qualificació Energètica
SISTEMES DE REHABILITACIÓ
-Preu del sistema
- Cost total

5.3.PARÀMETRES DE CÀLCUL

5.3.1.CÀLCUL DE TRANSMITÀNCIES TÈRMIQUES

5.3.1.1.QUÈ ES?

La transmitància tèrmica és el flux de calor, en règim estacionari, que travessa per a una superfície i variant una unitat de temperatura entre els medis situats a cada costat de l'element d'estudi.

La transmitància tèrmica és una de les característiques que s'aplica als tancaments opacs d'un edifici (façanes, cobertes o terres en contacte amb l'aire exterior) per tal de poder quantificar les pèrdues de calor que pot tenir el tancament. Per tant en el cas de tenir un valor de U elevat podem considerar que el tancament té una capacitat aillant tèrmic baix i per tant una alta pèrdua de calor. Per tant per aconseguir un edifici millor des del punt de vista de l'eficiència energètica necessitem tenir una U baixa per tal de tenir poques pèrdues de calor.

Aquesta propietat s'expressa com ($W/m^2 \cdot K$) i ve donada per la següent expressió:

$$U = \frac{1}{Rt}$$

5.3.1.2.COM ES CALCULA?

Per calcular la transmitància tèrmica d'un tancament es necessita bàsicament dos dades de cada una de les capes que conformen el tancament que es vol analitzar, aquestes dades són l'espessor de la capa(m) i el coeficient de conductivitat tèrmica (W/m·K).

L'espessor de cada capa bé donada per la secció constructiva, i el coeficient de conductivitat tèrmica es pot extreure del "catàleg d'elements constructius" del CTE.

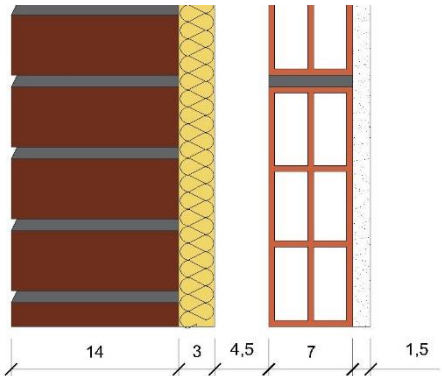


Figura 5.1.

Font: Pròpia

3.8 Aislantes

3.8.1 Aislantes térmicos

Aislantes térmicos				
	HE			
Material o producto	ρ kg / m³	λ W / m·K	c_p J / kg·K	μ
Poliestireno Expandido (EPS)	-	0,039(1) – 0,029	-	20 -100

Figura 5.2.

Font: Catàleg d'elements constructius del CTE

Un cop tenim aquests valors podem trobar la resistència tèrmica de cada una de les capes que conformen aquest tancament.

$$R = \frac{e(m)}{\lambda\ (w\ /m \cdot k)}$$

En els sistemes constructius utilitzats durant aquest període sempre s'utilitza una cambra d'aire, per trobar la resistència tèrmica d'aquesta capa necessitem saber l'espessor i si és vertical o horitzontal i escollir els valors de la taula 2 del DA DB-HE/1 del CTE si aquesta cambra no està ventilada. En el cas de que la cambra d'aire sigui lleugerament ventilada es consideraran la meitat dels valors d'aquesta taula 2. En el cas de que la cambra d'aire sigui molt ventilada la resistència total del tancament s'obtindrà depreciant la resistència tèrmica de la cambra d'aire i de les capes entre la cambra d'aire i l'aire exterior. Incloent una resistència superficial exterior corresponent al de l'aire interior del mateix element.

Tabla 2 Resistencias térmicas de cámaras de aire en $m^2 \cdot K/W$

e (cm)	Sin ventilar	
	horizontal	vertical
1	0,15	0,15
2	0,16	0,17
5	0,16	0,18

Figura 5.3.

Font: DB HE 1 del CTE

Tabla 1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en $m^2 \cdot K/W$

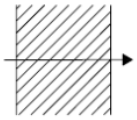
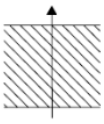
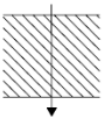
Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R_{se}	R_{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo Horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente (Techo)		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (Suelo)		0,04	0,17

Figura 5.4.

Font: DB HE 1 del CTE

La resistència total d'un component constituït per diferents capes es calcula mitjançant la suma de la resistència tèrmica de cada capa més una resistència tèrmica corresponent al aire interior del tancament (R_{SI}) i una resistència corresponent al aire del tancament exterior (R_{SE}). Aquests valors de resistència tèrmica de l'aire interior i exterior del tancament ve donada per la taula 1 del DA DB-HE/1 del CTE on has de escollir si el teu tancament és una façana, una coberta o un terra en contacte amb l'aire exterior.

$$Rt = Rsi + R1 + R2 + \cdots + Rn + Rse$$

Un cop trobada la resistència tèrmica del tancament necessitem realitzar la seva inversa per tal de aconseguir la transmitància tèrmica d'aquest tancament.

$$U(\mathrm{W/m2 \cdot K}) = \frac{1}{Rt(\mathrm{m2 \cdot K/W})}$$

5.3.1.4.PERQUÈ ES NECESSITA?

Aquest paràmetre el necessitem per justificar i controlar el compliment de l'edifici amb la normativa vigent, ja que quan es projecte un edifici el codi tècnic de l'edificació estipula màxims obligatoris dels tancaments segons la zona climàtica on s'ubica l'edifici.

Tabla 2.3 Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica

Parámetro	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno[1] [W/m²·K]	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [W/m²·K]	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Transmitancia térmica de huecos[2] [W/m²·K]	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
Permeabilidad al aire de huecos[3] [m³/h·m²]	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 27	≤ 27	≤ 27

[1] Para elementos en contacto con el terreno, el valor indicado se exige únicamente al primer metro de muro enterrado, o el primer metro del perímetro de suelo apoyado sobre el terreno hasta una profundidad de 0,50m.

[2] Se considera el comportamiento conjunto de vidrio y marco. Incluye lucernarios y claraboyas.

[3] La permeabilidad de las carpinterías indicada es la medida con una sobrepresión de 100Pa.

Figura 5.5.

Font: DB HE 1 del CTE

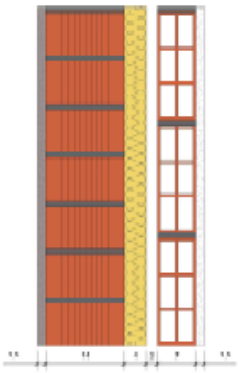
5.3.1.5.MÈTODE DE CÀLCUL D'AQUEST PROJECTE

Per realitzar el càlcul de les transmitàncies tèrmiques dels tancaments objecte d'aquest estudi hem realitzat unes fitxes on apareix un petit detall del tancament en qüestió i totes les capes que composen el tancament indicant el material, l'espessor, el coeficient de conductivitat tèrmica, l'espessor i la densitat d'aquest.

A partir d'aquestes dades hem pogut calcular la massa del tancament (Kg/m2) i la resistència tèrmica i la transmitància tèrmica d'aquest tancament

Anàlisi i incidències dels sistemes constructius de l'envolvent dels edificis plurifamiliars en el consum energètic a la ciutat d'Olot.

F-R/G/3PP-EC7/E — **FITXES CÀLCUL TRANSMITÀNCIA TÈRMICA**

TANCAMENT	MATERIALS DEL TANCAMENT				
		MATERIAL	e (cm)	λ (W/mK)	p(kg/m³)
	ACABAT EXTERIOR	MONOCAPA	1,5	0,700	1500
	MUR EXTERIOR	GERO	14		1140
	AÏLLAMENT TÈRMIC	POLIESTIRE EXPANDIT	4	0,039	20
	CAMBRA D'AIRE	AIRE	2	-	
	MUR INTERIOR	ENVÀ CERÀMIC 7cm	7		930
	ACABAT INTERIOR	ENGUIXAT	1,5	0,570	1000

MASSA DEL TANCAMENT (Kg/m²)

263,00 Kg/m²

CÀLCUL RESISTÈNCIA TÈRMICA

CAPA	MATERIAL	ESPESSOR (cm)	CONDUCTIVITAT TÈRMICA λ (W/mk)	RESISTÈNCIA TÈRMICA (W/m²k)
CAPA D'AIRE EXTERIOR				0,040
ACABAT EXTERIOR	MONOCAPA	1,5	0,7	0,021
MUR EXTERIOR	GERO	14	0	0,230
AÏLLAMENT TÈRMIC	POLIURETÀ PROJECTAT	4	0,039	1,026
CAMBRA D'AIRE	AIRE	2		0,170
MUR INTERIOR	ENVÀ CERÀMIC 7	7	0	0,160
ACABAT INTERIOR	ENGUIXAT	1,5	0,57	0,026
CAPA D'AIRE INTERIOR				0,130

RESISTÈNCIA TÈRMICA DEL TANCAMENT (R) — 1,803 (m²k/W)

CÀLCUL TRANSMITÀNCIA TÈRMICA

TRANSMITÀNCIA TÈRMICA DEL TANCAMENT (U) — 0,555 (W/m²k)

Figura 5.6. Font: Pròpia

La transmitància tèrmica del materials i la seva densitat s'ha extret del catàleg d'elements constructius del CTE. En alguns dels casos el catàleg dels elements constructius en dona directament la resistència tèrmica del material si aquest té un format específic, per exemple l'envà ceràmic de 7cm d'espessor. La densitat l'hem utilitzat per trobar la massa total del tancament per tal de poder introduir aquest valor en el moment de crear el certificat energètic.

Totes les fitxes tenen un codi per tal de poder classificar-les i identificar-les amb facilitat:

F-R/G/4EPS-EC7/E

ELEMENT DE TANCAMENT: Façana (F) o Coberta (C)

ACABAT EXTERIOR: Per revestir (R) Obra vist (ov)

FULL PRINCIPAL: Gero (G) Totxana (T) Termoargila (TA)

AÏLLAMENT: Espessor en cm (3) i Material aïllament (EPS)

TIPUS EXTRADOSSAT- Envà ceràmic (EC) cartró guix (CG)

ACABAT INTERIOR: Enguixat (E)

5.3.2.CÀLCUL DE L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA

5.3.2.1.QUÈ ES?

Es pot definir com la capacitat d'un equip o una instal·lació per realitzar la seva funció amb el menor consum energètic possible. Així doncs podem considerar que un edifici és eficient quan minimitza l'ús de les energies convencionals amb la finalitat d'estalviar i fer-ne un bon ús de la mateixa. Si pensem amb una instal·lació, a la vegada que estalvia energia un dels seus objectius és no disminuir la qualitat i la productivitat per realitzar la seva funció. En definitiva, busca protegir el medi ambient utilitzant l'energia de l'entorn i el seu objectiu principal és reduir el consum d'energia.

Perquè un edifici sigui eficient, s'han de tenir en compte molts paràmetres i seguir una sèries d'estratègies:

- Millores en l'aïllament tèrmic de l'envolvent.
- Buscar la millor orientació.
- Permetre l'entrada del sol a l' hivern i evitar-la al estiu.
- Utilitzar proteccions solars, ja siguin fixes o mòbils.
- Millorar les instal·lacions del mateix perquè siguin més eficients.
- Utilitzar elements de baix consum.

5.3.2.2.PERQUÈ ES NECESSITA?

La qualificació energètica dels edificis es necessita en tots els edificis d'obra nova i en els edificis existents que es posin a la venda o lloguer. A partir del 31 de desembre del 2015, estan obligats a obtenir la qualificació d'eficiència energètica.

Un dels objectius de la certificació d'eficiència energètica és informar als propietaris sobre el comportament energètic del seu habitatge i proporcionar un document amb mesures de millora coherents a aplicar al immoble per tal de adequar-lo en aspectes d'eficiència energètica.

5.3.2.3.NORMATIVA QUE HO REGULA.

La legislació que regula el procediment bàsic per l'obtenció de la qualificació d'eficiència energètica d'edificis d'obra nova i existents és el Decret 235/2013 de 5 d'abril.

Aquest decret, estableix l'obligació de posar a disposició dels compradors o usuaris dels edificis un certificat d'eficiència energètica que, haurà d'incloure informació objectiva sobre l'eficiència energètica dels edificis amb la finalitat de que els usuaris puguin comparar i avaluar la seva eficiència energètica. A més, informa de les emissions de CO2 que facilitarà l'adopció de mesures per la reducció d'aquestes emissions amb la finalitat de millorar la qualificació energètica. A més, s'estableix el procediment bàsic pel càlcul de la qualificació considerant els factors de més incidència.

5.3.2.4.PARÀMETRES QUE INTERVENEN EN EL CÀLCUL

Per aconseguir una qualificació d'eficiència energètica que s'ajusti al edifici en qüestió, s'han de tenir en compte una sèrie de valors i característiques sobre l'immoble a certificar.

Els paràmetres més importants i que afecten directament al càlcul de l'eficiència energètica són els següents:

- Normativa d'aplicació segons l'any del visat del projecte
- Zona climàtica
- Superfície útil habitable
- Altura lliure de planta
- Plantes habitables
- Ventilació de l'immoble
- Demanda diària d'ACS
- Superfícies de coberta i façanes
- Orientacions de façanes
- Superfícies de buits
- Material, color i especificacions tècniques de les perfilaries dels buits
- Dispositius de protecció solar
- Projeccions d'ombres a la façana (excepte façanes orientades a Nord)
- Ponts tèrmics a contemplar
- Característiques tècniques de les instal·lacions de l'edifici

5.3.2.5.COM ES CALCULA?

La qualificació energètica d'un edifici, és el resultat del càlcul del consum d'energia necessari per satisfer la demanda energètica de l'edifici en condicions normals de funcionament. Es classifiquen els edificis dins una escala formada per set lletres, on la lletra A correspon a l'edifici més eficient i la lletra G el menys eficient segons el consum d'energia i les emissions de CO2.

Al calcular la qualificació energètica, s'obté un certificat que verifica l'eficiència energètica de l'edifici. Aquesta certificació, proporciona informació sobre el comportament energètic de l'edifici i incorpora un apartat de millores amb unes recomanacions per a millorar-ne l'eficiència.

El certificat conté una sèrie de paràmetres, a continuació els detallem:

- Identificació de l'edifici: Nom, adreça i referència cadastral.
- Dades del tècnic que certifica i el propietari del immoble.
- Normativa a aplicar segons l'any del visat del projecte.
- Situació i zona climàtica de l'edifici.
- Dades de l'edifici: superfície, alçada, ventilació, demanda d'ACS.
- Imatge de l'edifici i plànol de situació per una correcta identificació.
- Definició de l'envolupant tèrmica: Coberta, façanes, particions interiors, paviments, buits i ponts tèrmics.
- Definició de les instal·lacions de l'edifici.
- Qualificació energètica final.
- Document de millores per la qualificació energètica.

Una vegada obtinguda la qualificació energètica, a Catalunya, l'òrgan competent per a revisar tècnicament l'expedient i verificar el correcte procediment és l'ICAEN (Institut Català de l'Energia). Un cop verificat, facilitarà l'etiqueta energètica en format digital al tècnic que ha emès el certificat.

Per fer-ho, utilitzarem el programa reconegut per la certificació energètica d'edificis existents, el CE3X.

A continuació, explicarem pas a pas com fer la certificació energètica d'un edifici tipus de la ciutat d'Olot del que en disposem de les dades:

Ubicació	Carrer Setrill, 5
Superfície	87,15 m2
Alçada Lliure	2,6m
Nº de dormitoris	4
Longitud Façana Sud	9,30m
Longitud Façana Est	12,00m
Longitud Façana Nord	8,20m

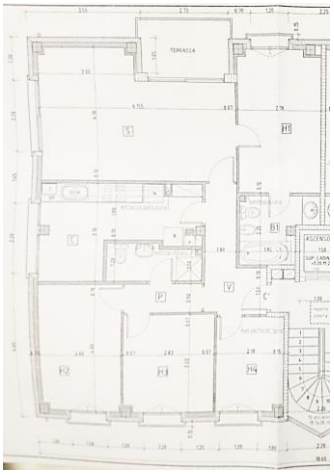


Figura 5.7 Font: Arxiu Municipal d'Olot

En primer lloc, a la pàgina de les Dades Administratives, introduirem la localització i identificació de l'edifici. Desestimarem els altres camps a emplenar, ja que ho fem a nivell demostratiu.

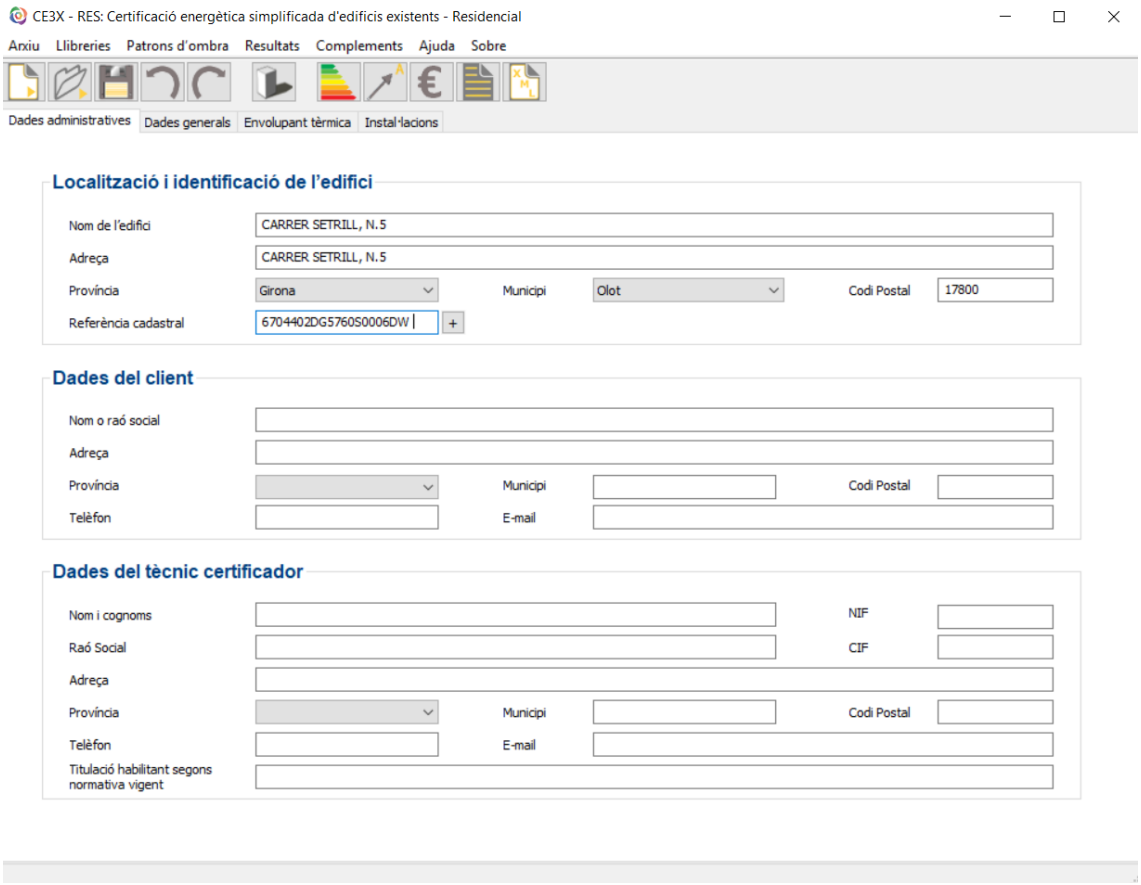


Figura 5.8 Font Pròpia

A continuació, segons l'any del visat del projecte, el programa automàticament selecciona la normativa vigent en aquella època, i per tant, d'aplicació per a la certificació. (NBE-CT-79 – Any 2002).

En aquest cas, al ser una ciutat que el programa té entrada a la base de dades, no cal que emplenem els camps HE-1 i HE-4, però a continuació mostrarem l'apartat en el qual fa referència:

Segons el DB-HE:

- GIRONA – D2 (Olot inferior a 600m)
- GIRONA - Zona climàtica III

Segons el DB- HE:

Tabla B.1.- Zonas climáticas de la Península Ibérica

Zonas climáticas Península Ibérica																		
Capital	**Z.C.**	**Altitud**	**A4**	**A3**	**A2**	**A1**	**B4**	**B3**	**B2**	**B1**	**C4**	**C3**	**C2**	**C1**	**D3**	**D2**	**D1**	**E1**
Albacete	D3	677										h < 450			h < 950			h ≥ 950
Alicante/Alacant	B4	7					h < 250					h < 700			h ≥ 700			
Almería	A4	0	h < 100				h < 250	h < 400				h < 800			h ≥ 800			
Ávila	E1	1054														h < 550	h < 850	h ≥ 850
Badajoz	C4	168									h < 400	h < 450			h ≥ 450			
Barcelona	C2	1											h < 250			h < 450	h < 750	h ≥ 750
Bilbao/Bilbo	C1	214												h < 250			h ≥ 250	
Burgos	E1	861															h < 600	h ≥ 600
Cáceres	C4	385									h < 600				h < 1050			h ≥ 1050
Cádiz	A3	0		h < 150				h < 450				h < 600	h < 850			h ≥ 850		
Castellón/Castelló	B3	18						h < 50				h < 500			h < 600	h < 1000		h ≥ 1000
Ceuta	B3	0						h < 50										
Ciudad Real	D3	630									h < 450	h < 500			h ≥ 500			
Córdoba	B4	113					h < 150				h < 550				h ≥ 550			
Coruña, La/ A Coruña	C1	0												h < 200			h ≥ 200	
Cuenca	D2	975													h < 800	h < 1050		h ≥ 1050
Gerona/Girona	D2	143											h < 100			h < 600		h ≥ 600
Granada	C3	754	h < 50				h < 350				h < 600	h < 800			h < 1300			h ≥ 1300
Guadalajara	D3	708													h < 950	h < 1000		h ≥ 1000
Huelva	A4	50	h < 50				h < 150	h < 350				h < 800			h ≥ 800			
Huesca	D2	432										h < 200			h < 400	h < 700		h ≥ 700
Jaén	C4	436					h < 350				h < 750				h < 1250			h ≥ 1250
León	E1	346																h < 1250
Lérida/Lleida	D3	131										h < 100			h < 600			h ≥ 600
Logroño	D2	379											h < 200			h < 700		h ≥ 700
Lugo	D1	412															h < 500	h ≥ 500
Madrid	D3	589										h < 500			h < 950	h < 1000		h ≥ 1000
Málaga	A3	0						h < 300				h < 700			h ≥ 700			
Melilla	A3	130																
Murcia	B3	25						h < 100				h < 550			h ≥ 550			
Orense/Ourense	D2	327										h < 150	h < 300			h < 800		h ≥ 800
Oviedo	D1	214												h < 50			h < 550	h ≥ 550
Palencia	D1	722															h < 800	h ≥ 800
Palma de Mallorca	B3	1						h < 250				h ≥ 250						
Pamplona/Iruña	D1	456											h < 100			h < 300	h < 600	h ≥ 600
Pontevedra	C1	77												h < 350			h ≥ 350	
Salamanca	D2	770														h < 800		h ≥ 800
San Sebastián/Donostia	D1	5															h < 400	h ≥ 400
Santander	C1	1												h < 150			h < 650	h ≥ 650
Segovia	D2	1013														h < 1000		h ≥ 1000
Sevilla	B4	9					h < 200				h ≥ 200							
Soria	E1	984														h < 750	h < 800	h ≥ 800
Tarragona	B3	1						h < 50				h < 500			h ≥ 500			
Teruel	D2	995										h < 450	h < 500			h < 1000		h ≥ 1000
Toledo	C4	445									h < 500				h ≥ 500			
Valencia/València	B3	8						h < 50				h < 500				h < 950		h ≥ 950
Valladolid	D2	704														h < 800		h ≥ 800
Vitoria/Gasteiz	D1	512															h < 500	h ≥ 500
Zamora	D2	617														h < 800		h ≥ 800
Zaragoza	D3	207										h < 200			h < 650			h ≥ 650
Capital	**Z.C.**	**Altitud**	**A4**	**A3**	**A2**	**A1**	**B4**	**B3**	**B2**	**B1**	**C4**	**C3**	**C2**	**C1**	**D3**	**D2**	**D1**	**E1**

Figura 5.9. Font: DB-HE

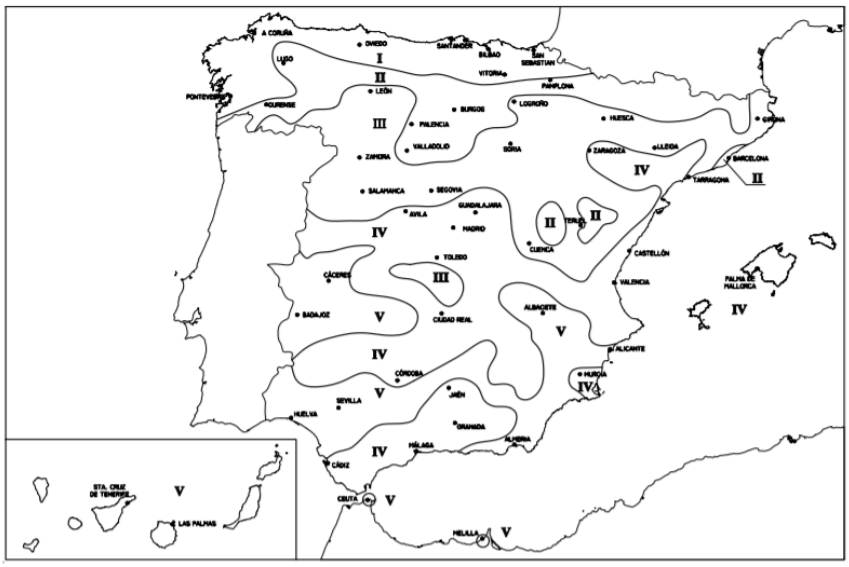


Fig. 3.1. Zonas climáticas

Figura 5.10 Font: DB-HE

L'alçada lliure, segons la secció del projecte ens mesura:

- 2,6m

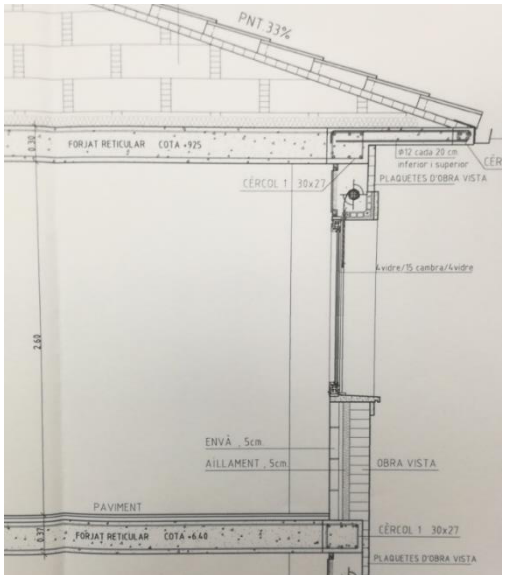


Figura 5.11 Font: Arxiu Municipal d'Olot

Per calcular la demanda diària d'ACS, recorrem a la taula 4.1 i 4.2 del DB-HE 4, sabem que hem de considerar els següents valors:

- Habitatges: 28 litres per persona

Documento Básico HE Ahorro de energía

Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 ºC(1)

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

Figura 5.12 Font: DB-HE

Per a calcular l'ocupació haurem de considerar el nombre de dormitoris que té la vivenda i multiplicar-lo per aquest.

- Dormitoris: 4
- Número de persones: 5

Documento Básico HE Ahorro de energía

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

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

Figura 5.13 Font: DB-HE

Per tant, en aquest cas tindrem una demanda d'ACS:.

$$28 * 5 = 140\ L/dia$$

El valor de ventilació de l'immoble ja ve per defecte.

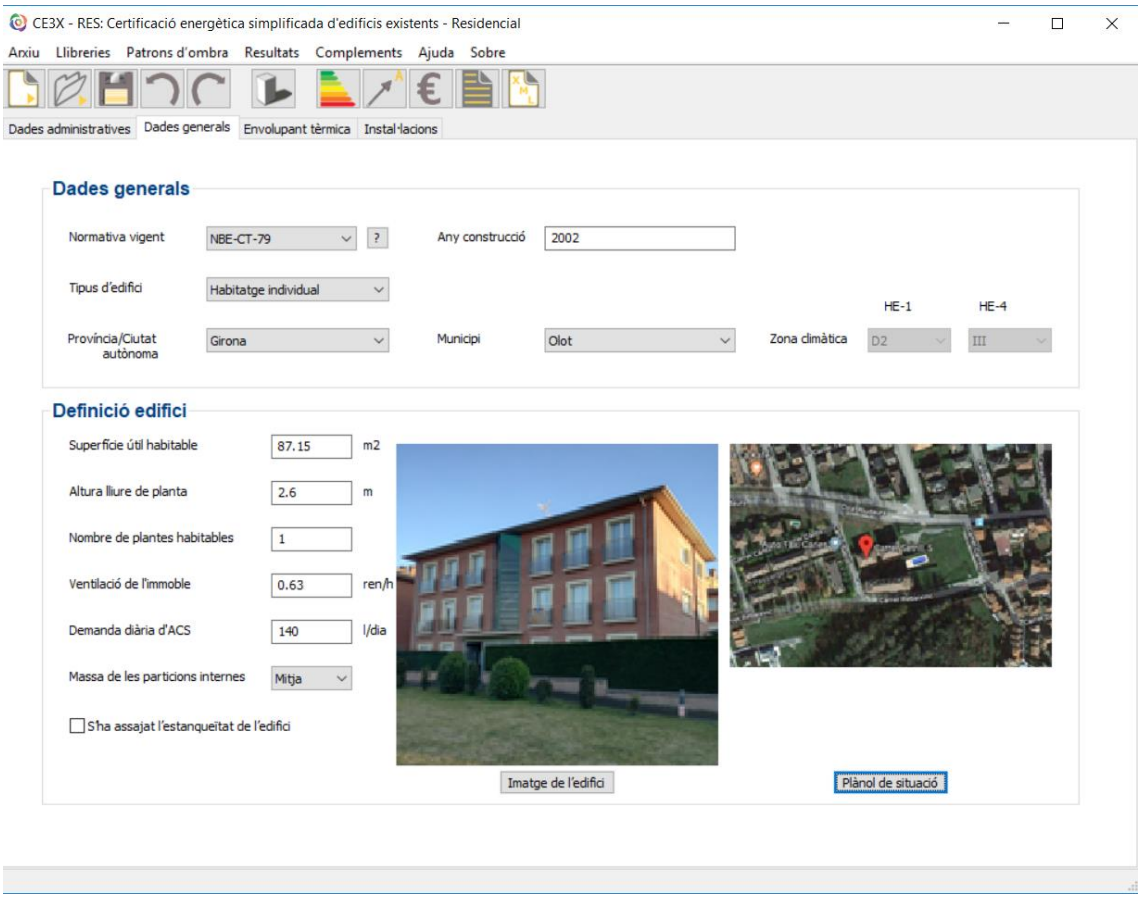


Figura 5.14 Font pròpia

Passem a calcular l'envolupant tèrmica de l'edifici, per fer-ho, s'haurà de definir tot l'envolvent tèrmic, és a dir: coberta, façana, mitgeres i els buits associats a cada tancament. A més, s'hauran d'integrar les ombres si la façana es veu afectada per aquestes.

Introduïm els paràmetres de la coberta, ja que estem certificant el pis superior i per tant, la coberta hi té incidència:

Sabem que:

- El pis té una superfície de 87,15 m2
- Hem calculat prèviament la transmitància tèrmica de la coberta i la seva massa respectivament.

En cas que no es disposi d'aquest valor (massa i transmitància), existeix una llibreria de tancament on et configures les capes de què està formada la mateixa.

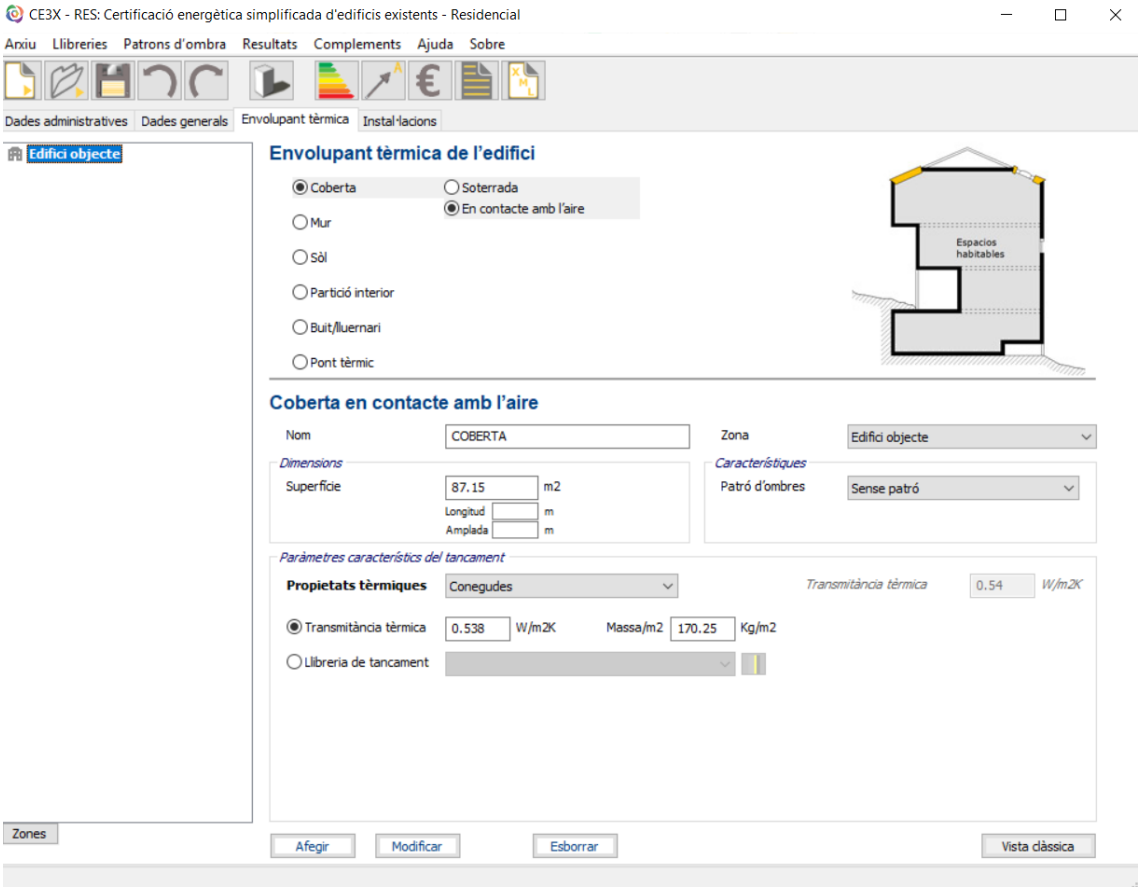


Figura 5.15 Font pròpia

Definim els paràmetres d'una façana i el procediment es podrà repetir per totes les orientacions de façana existents en el nostre edifici.

Separem per orientacions les façanes prèviament mesurades o bé, amb les dades extretes del projecte:

- Sud: 9.30m
- Est: 12.0m
- Nord: 8.2m

Incorporem els valors de transmitància tèrmica i massa de la mateixa façana.

En cas que no es disposi d'aquest valor (massa i transmitància), existeix una llibreria de tancament on et configures les capes de què està formada la mateixa.

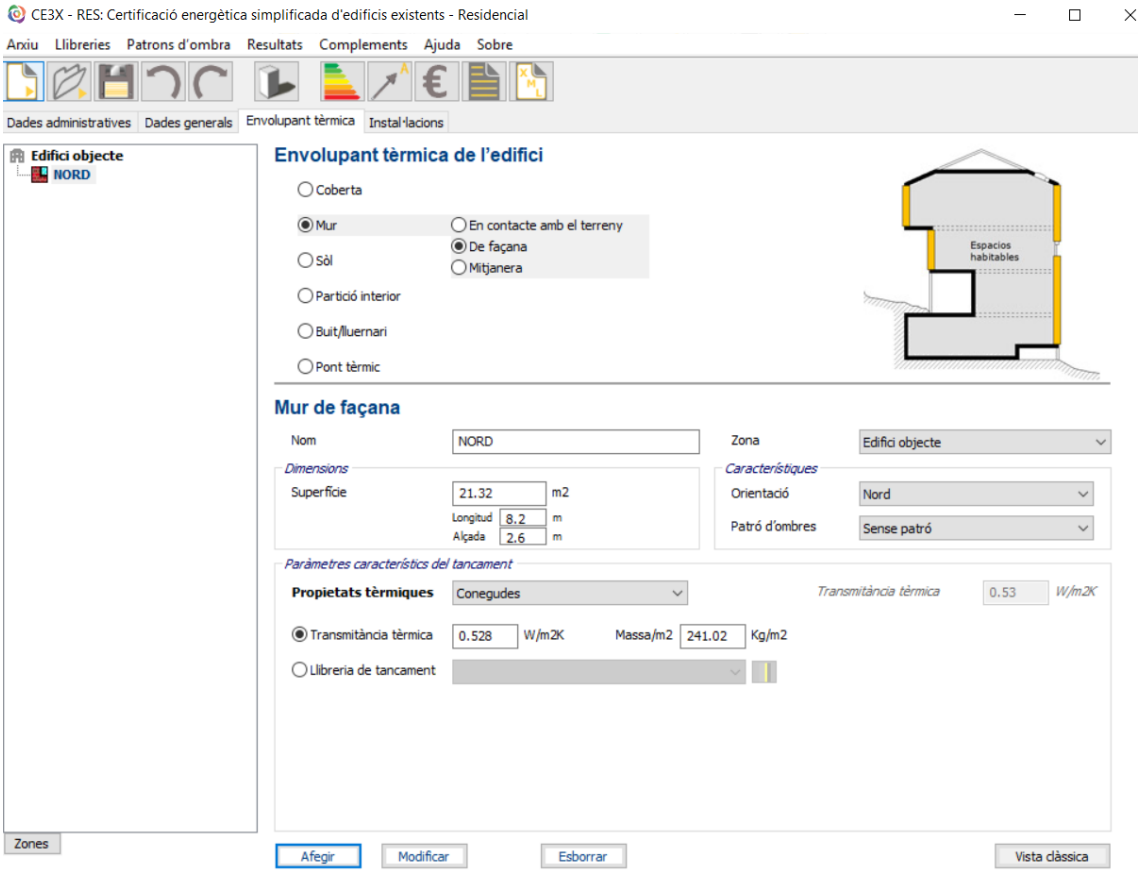


Figura 5.16 Font pròpia

Aquest procés es repetirà per totes les façanes a tenir en compte per el certificat energètic de l'habitatge.

A continuació definirem els buits que conformen la nostre façana:

- Alumini amb trencament de pont tèrmic
- Color blanc
- Retranqueig de finestra: 0.20m

CODI PROJECTE	MIDES (lxh)	UNITATS	TIPUS
FC-220	(2.20 x 1.20)	1	5
F-70	(0.70 x 1.20)	1	4
FS-120	(1.20 x 1.20)	1	3
B-120	(1.20 x 2.10)	4	1
BC-240	(2.40 x 2.10(	1	2

*Tipus = Codificació personal per el programa de certificació.

I aquest mateix procés, el repetiríem per tots els buits a tenir en compte per el certificat.

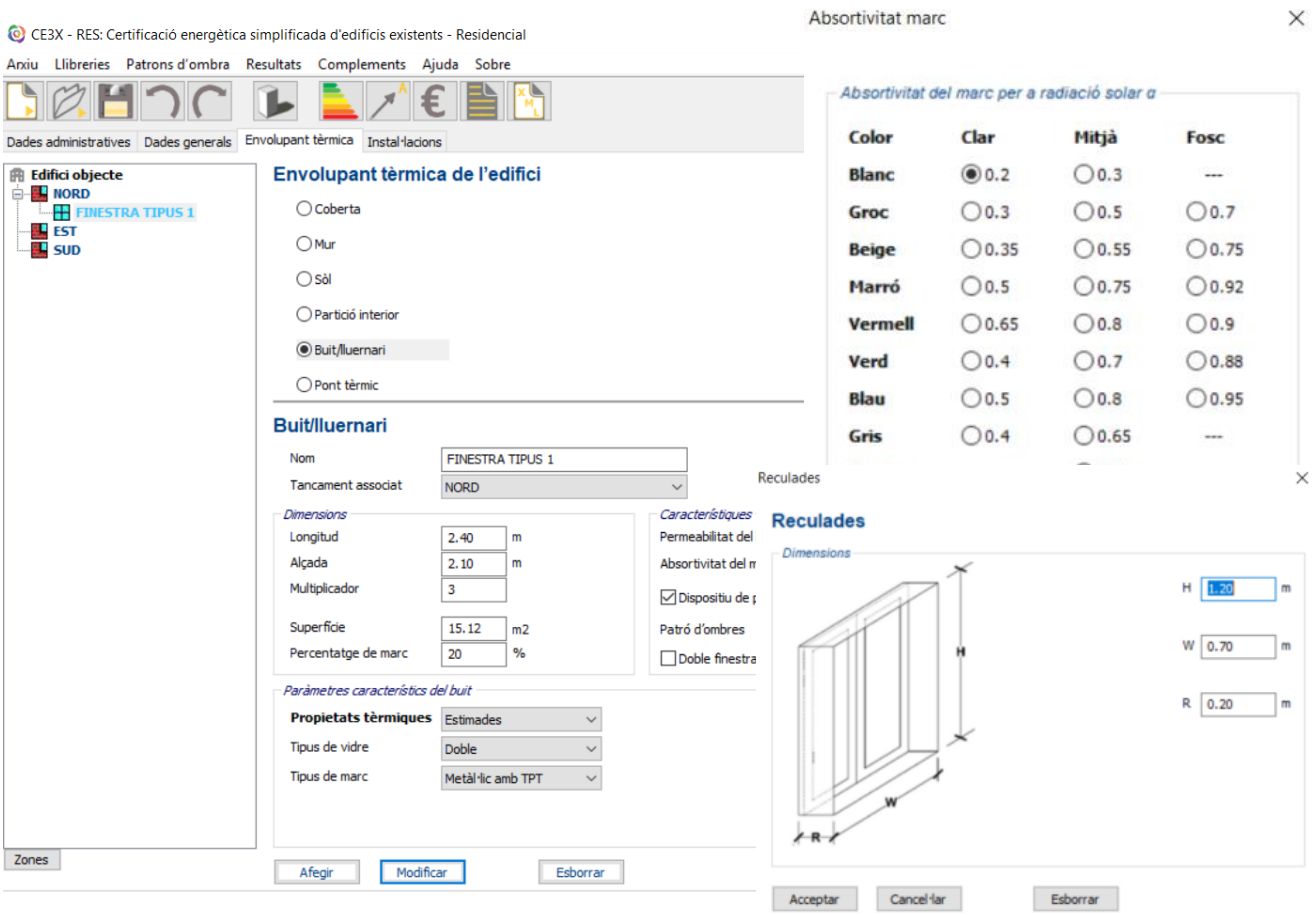


Figura 5.17 Font pròpia

El pròxim pas, és definir els ponts tèrmics. Els definirem per defecte:

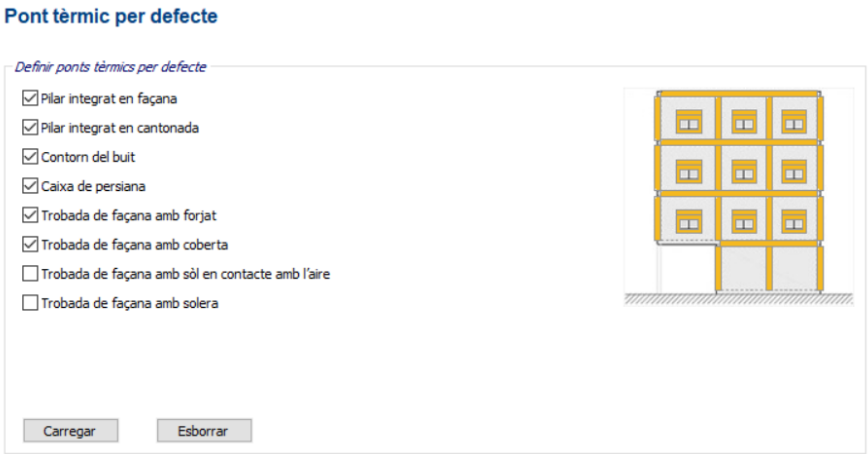


Figura 5.18 Font pròpia

- Recomanació: controlar la mesura dels ponts tèrmics dels pilars, degut a que el programa et fa una estimació per mides, i sol ser a l'alça. Com que tenim el plànol del projecte, sabem en cada façana quants ponts tèrmics causats pels pilars hi tenim, multiplicats per la seva longitud que correspon a l'alçada lliure.

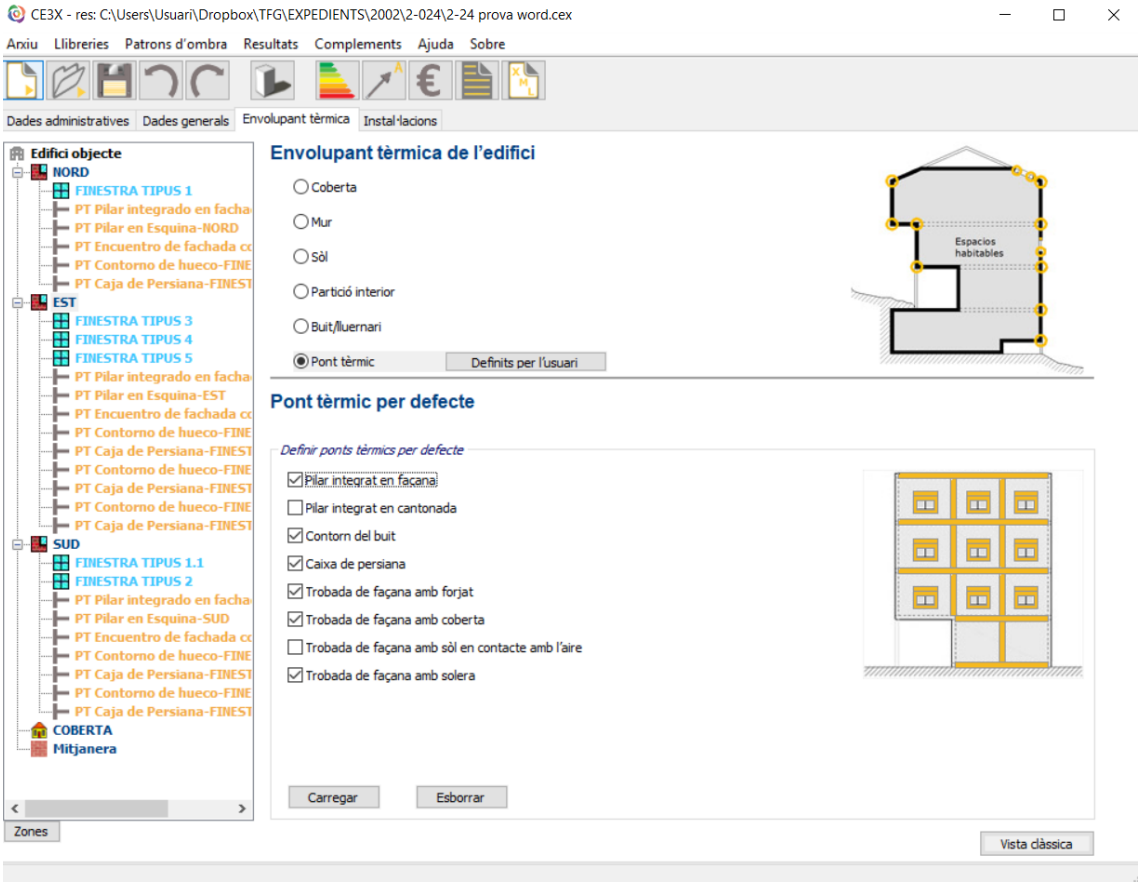


Figura 5.19 Font pròpia

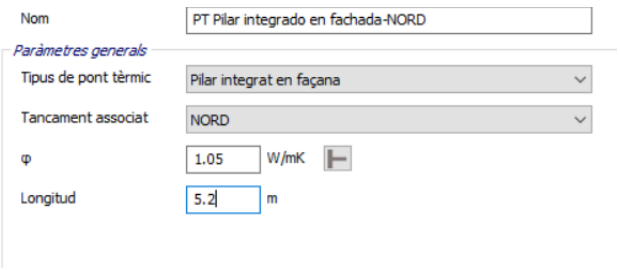


Figura 5.20 Font pròpia

Per últim, queda definir les instal·lacions de l'habitatge. En el nostre cas, tenim una caldera mixta a gas que ens produeix l'ACS i la calefacció, per tant:

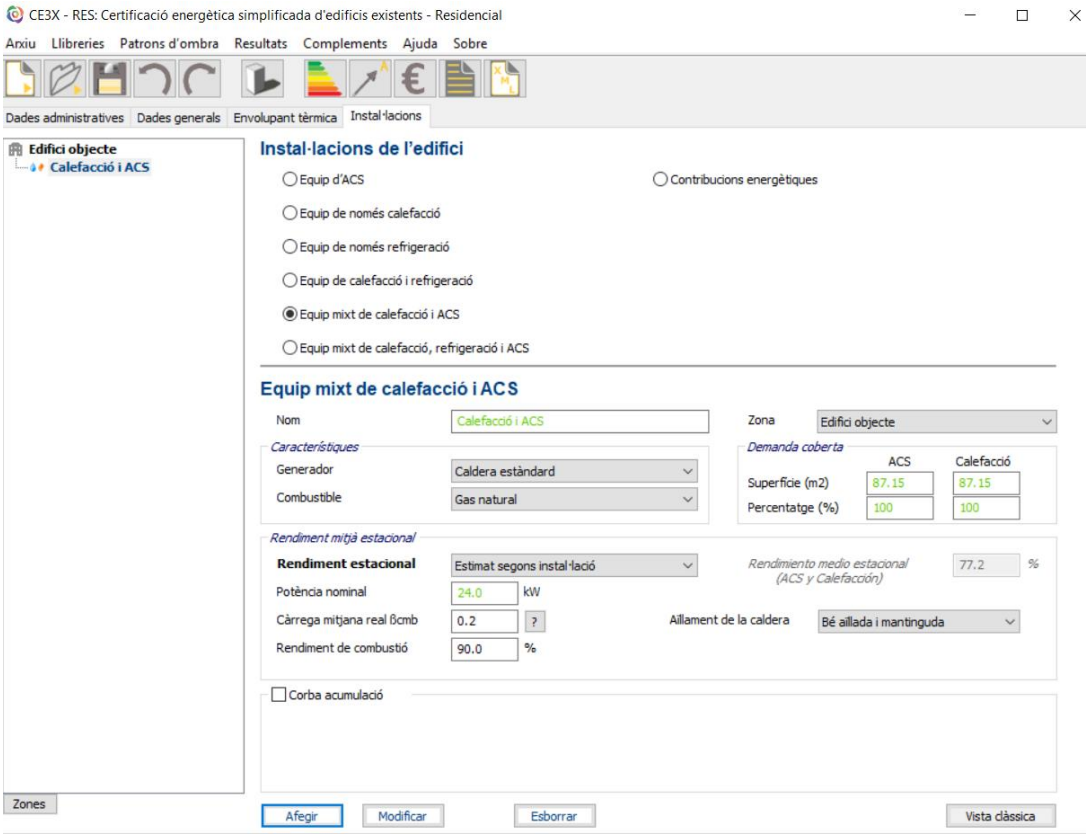


Figura 5.21 Font pròpia

Amb tots els paràmetres inclosos, podem generar l'etiqueta energètica.

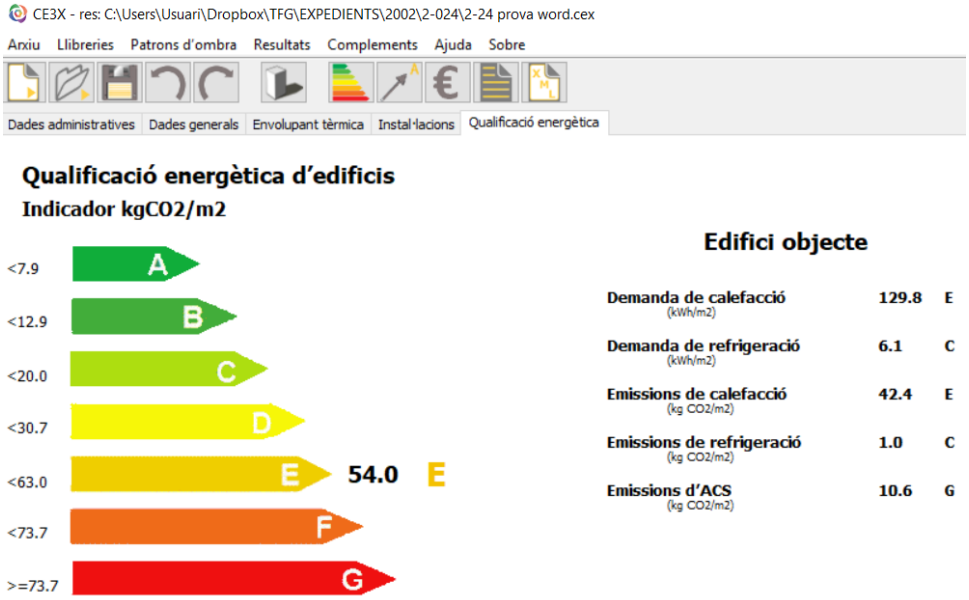


Figura 5.22 Font pròpia

Per últim, incorporarem a nivell informatiu, les mesures de millora que el programa t'ofereix. T'ofereix una visió del comportament de l'habitatge i la nova qualificació energètica si incorporem les millores proposades. Podem comprovar que el valor de les emissions ha disminuït en incorporar nous tancaments i afegir un sistema d'aïllament tèrmic per l'exterior de la façana.

A més, podem afegir mesures de millora en temes d'instal·lacions i ponts tèrmics. Hem considerat afegir millores que incideixin en l'envolvent tèrmic de l'edifici.

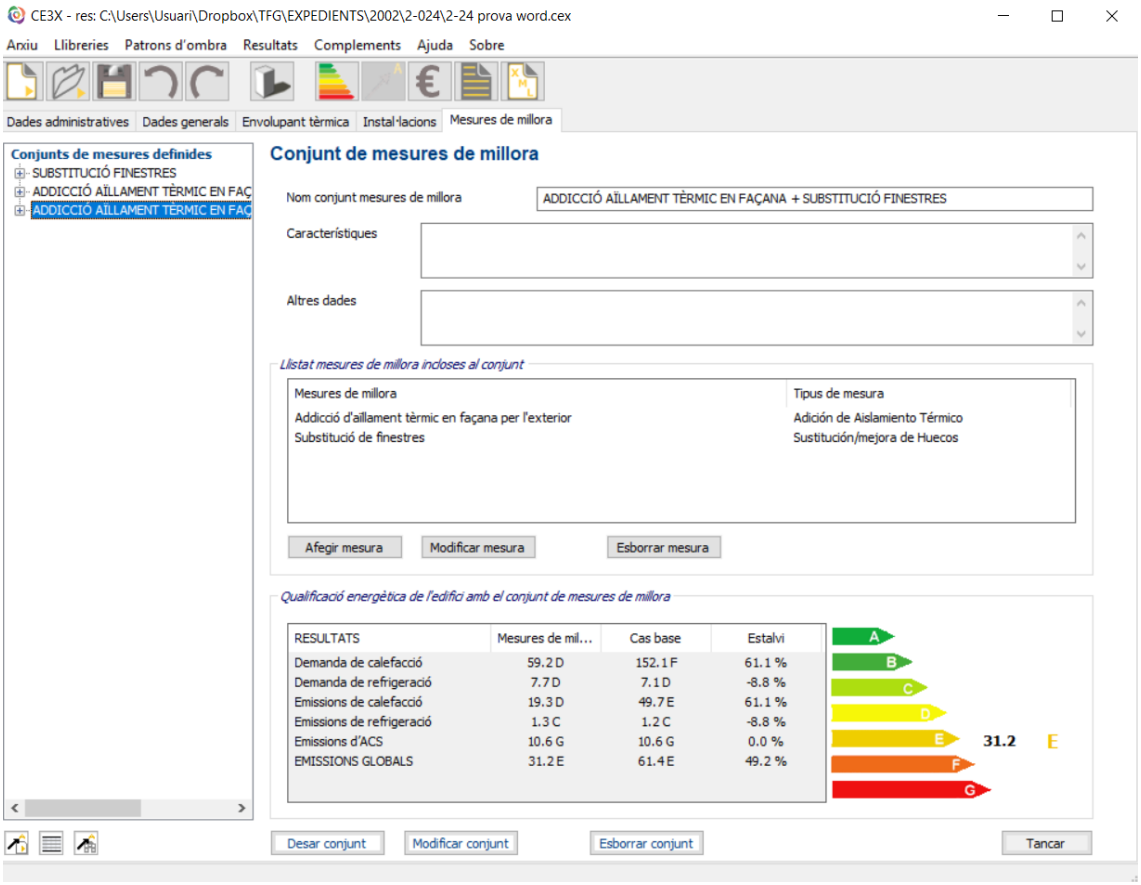


Figura 5.23 Font pròpia

5.3.2.3.PERQUÈ ES NECESSITA?

La qualificació energètica dels edificis es necessita en tots els edificis d'obra nova i en els edificis existents que es posin a la venda o lloguer. A partir del 31 de desembre del 2015, estan obligats a obtenir la qualificació d'eficiència energètica.

Un dels objectius de la certificació d'eficiència energètica és informar als propietaris sobre el comportament energètic del seu habitatge i proporcionar un document amb mesures de millora coherents a aplicar al immoble per tal de adequar-lo en aspectes d'eficiència energètica.

5.3.2.6.PROGRAMES OFICIALS PER TRAMITAR LA CERTIFICACIÓ ENERGÈTICA

Segons el Ministeri d'Energia, a partir del 14 de gener del 2016, només son admesos els registres dels certificats d'eficiència energètica amb la última versió actualitzada de l'eina unificada anomenada LDER-CALENER (HULC), CE3, CE3X o CERMA.

Aquest programes, s'utilitzen per la qualificació d'eficiència energètica per a :

- Vivendes unifamiliars
- Edificis de vivendes plurifamiliars
- Vivendes individuals dins blocs d'edificis
- Edificis terciaris

<u>LDER-CALENER</u>

És el programa recomanat pel Ministeri, tant per a edificis existents com per edificis en fase de projecte. Es el programa més complert a diferència d'altres que usen procediments simplificats.

Aquest, inclou dins una mateixa plataforma els dos programes oficials per la Certificació Energètica d'edificis. Permet la verificació de les exigències del document bàsic d'estalvi d'energia(DB-HE).

Figura 5.24 Font: HULC

CE3 i CE3X

Aquests programes, desenvolupats pels mateixos creadors de l'anterior, són eines vàlides per a la certificació energètica únicament d'edificis existents. Aquests programes potser són els més utilitzats per la fàcil incorporació i definició de l'envolvent tèrmica i dels ponts tèrmics, així com els patrons d'ombra. A més, també et generen les mesures de millora segons les característiques de l'immoble certificat.

Figura 5.25 Font: CE3X

CERMA

Aquest programa, només serveix per la certificació energètica d'edificis de vivendes, no serveix com els altres, per a usos comercials. També utilitza el procediment simplificat per a la certificació energètica, amb la facilitat per definir l'envolvent i entrar els diferents ponts tèrmics.

Amb aquest, és pot justificar la demanda energètica, certificar edificis acabats i en fase de projecte i edificis existents. Es una bona alternativa al CE3X. També com els altres, permet incorporar les mesures de millores i calcular els estalvis que suposen l'aplicació de les mateixes.

Figura 5.26 Font: CERMA

5.4.FITXES RESUM DE LES MOSTRES.

Un cop recopilada tota la informació i tenint totes les dades necessàries s'han elaborat unes fitxes per a resumir cada paràmetre tècnic de cada mostra que s'ha inclòs en l'estudi.

Aquestes fitxes tracten les dades de la següent manera:

- Identificació de la mostra
    - Codi d'identificació de la mostra
    - Any d'expedient
    - Adreça i ubicació
    - Tipologia d'edifici
    - Nº de plantes
    - Nº d'habitatges
    - Superfície total construïda
    - Estat de l'edifici

- Anàlisi de l'envolvent tèrmic:
    - Paràmetres de la façana
        - Acabat exterior
        - Full principal exterior
        - Tipus d'aïllament
        - Full principal interior
        - Acabat interior
        - Transmitància tèrmica de la façana

    - Paràmetres de la coberta
        - Tipus de coberta i suports.
        - Tipus aïllament
        - Transmitància tèrmica de la coberta

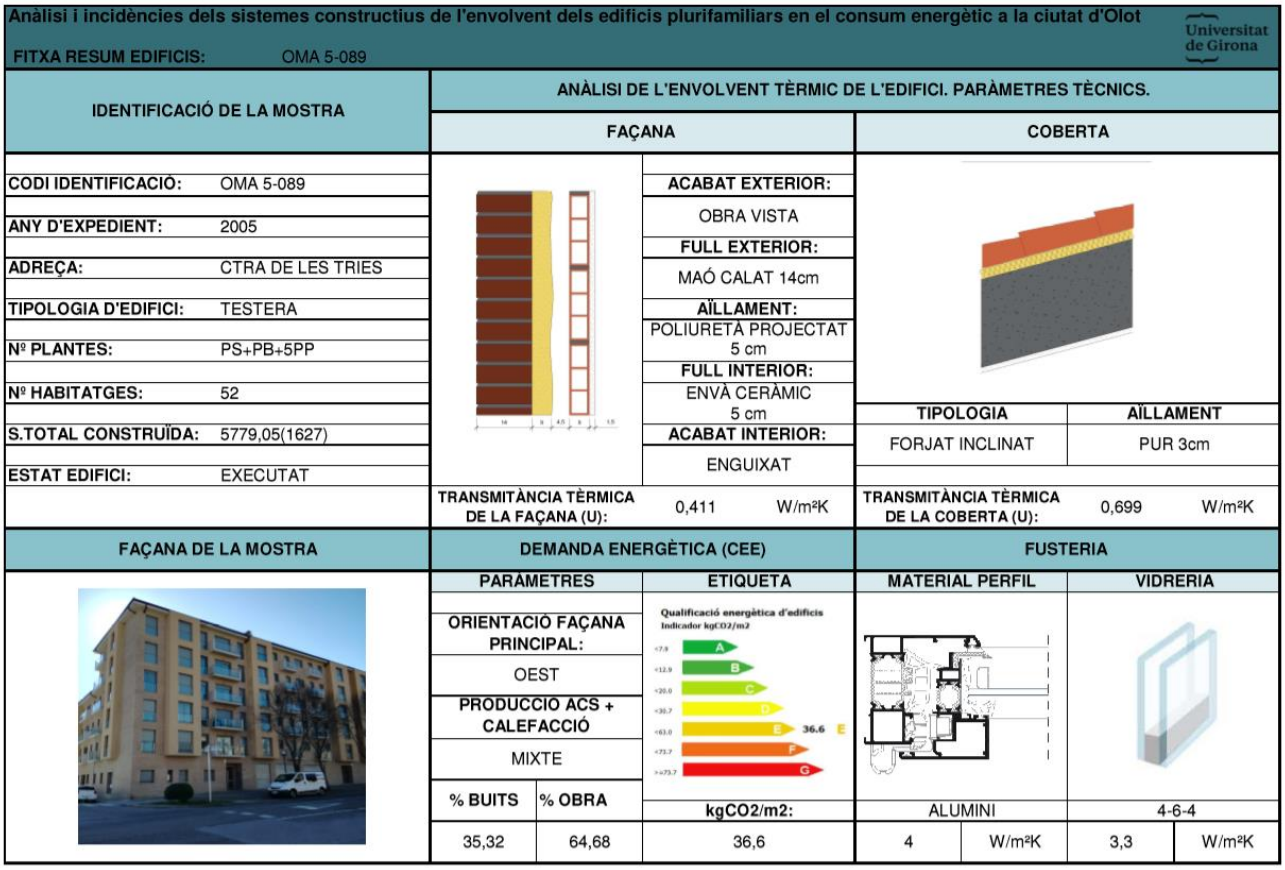
    - Paràmetres dels buits
        - Material del perfil
        - Tipus de vidre
- Demanda energètica de l'edifici

        - Orientació principal de la façana

- Producció ACS i calefacció
- Percentatge de buits
- Percentatge d'obra massissa
- Etiqueta de qualificació energètica

Amb aquestes fitxes s'ha resumit d'una manera molt visual els paràmetres més importants vinculats en l'estudi de l'envolvent tèrmic de cada edifici.

Exemple:



Anàlisi i incidències dels sistemes constructius de l'envolvent dels edificis plurifamiliars en el consum energètic a la ciutat d'Olot

Universitat de Girona

FITXA RESUM EDIFICIS: OMA 5-089

IDENTIFICACIÓ DE LA MOSTRA	
CODI IDENTIFICACIÓ:	OMA 5-089
ANY D'EXPEDIENT:	2005
ADREÇA:	CTRA DE LES TRIES
TIPOLOGIA D'EDIFICI:	TESTERA
Nº PLANTES:	PS+PB+5PP
Nº HABITATGES:	52
S.TOTAL CONSTRUÏDA:	5779,05(1627)
ESTAT EDIFICI:	EXECUTAT

ANÀLISI DE L'ENVOLVENT TÈRMIC DE L'EDIFICI. PARÀMETRES TÈCNICS.

FAÇANA

ACABAT EXTERIOR:	OBRA VISTA
FULL EXTERIOR:	MAÓ CALAT 14cm
AÏLLAMENT:	POLIURETÀ PROJECTAT 5 cm
FULL INTERIOR:	ENVÀ CERÀMIC 5 cm
ACABAT INTERIOR:	ENGUIXAT

TRANSMITÀNCIA TÈRMICA DE LA FAÇANA (U): 0,411 W/m²K

COBERTA

TIPOLOGIA	AÏLLAMENT
FORJAT INCLINAT	PUR 3cm

TRANSMITÀNCIA TÈRMICA DE LA COBERTA (U): 0,699 W/m²K

FAÇANA DE LA MOSTRA

DEMANDA ENERGÈTICA (CEE)

PARÀMETRES		ETIQUETA
ORIENTACIÓ FAÇANA PRINCIPAL:		Qualificació energètica d'edificis Indicador kgCO2/m2
OEST		
PRODUCCIÓ ACS + CALEFACCIÓ		
MIXTE		
% BUITS	% OBRA	kgCO2/m2:
35,32	64,68	36,6

FUSTERIA

MATERIAL PERFIL		VIDRERIA	
ALUMINI		4-6-4	
4	W/m²K	3,3	W/m²K

Figura 5.27 Font pròpia

6.RESULTATS I CONCLUSIONS DE LES MOSTRES

6.1.GRÀFIQUES VISUALS

6.1.1.DADES GENERALS DE LA CIUTAT D'OLOT

Per començar, volem fer una reflexió de com ha afectat la crisis en el sector de la construcció i que va afectar principalment durant l'època estudiada. Volem mostrar el comportament del "boom" en el sector de la construcció comparat amb el cens de la població de referència.

A Olot, segons l' Institut d'Estadística de Catalunya (IDESCAT) el cens de la població entre els anys 2000-2010 va ser el següent:

Taula 1: Font IDESCAT

Anys	Homes	Dones	Total
2000	13521	14446	27967
2001	13757	14582	28339
2002	14141	14749	28890
2003	14622	14924	29546
2004	15049	15257	30306
2005	15605	15666	31271
2006	16043	15889	31932
2007	16254	16083	32337
2008	16593	16310	32903
2009	16856	16668	33524
2010	16820	16769	33589

En canvi, si mostrem la taula d'edificis construïts durant aquesta mateix època comparant-la amb el cens, es pot comprovar que l'estadística difereix:

Taula 2: Cens Olot. Font: IDESCAT

CENS OLOT		
Anys	**Habitants**	**Edificis**
2000	27967	9
2001	28339	15
2002	28890	23
2003	29546	20
2004	30306	25
2005	31271	26
2006	31932	34
2007	32337	9
2008	32903	0
2009	33524	2
2010	33589	0

Podem comprovar com la construcció no era proporcional al augment de la població, sinó que s'havia construït molt per sobre de les perspectives de creixement de la ciutat.

En aquests gràfics, es mostra visualment la diferència que suposen aquestes dades:

- Gràfic dels expedients d'edificis construïts entre el 2000-2010:

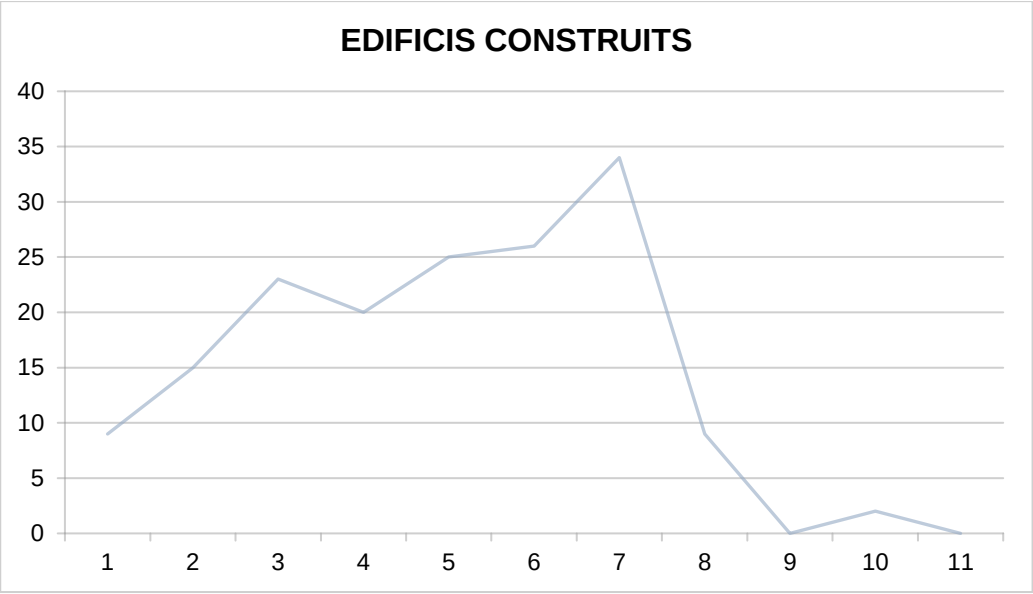


Figura 6.1 *Font pròpia

- Gràfic del cens d'habitants a la ciutat d'Olot entre el 2000-2010:

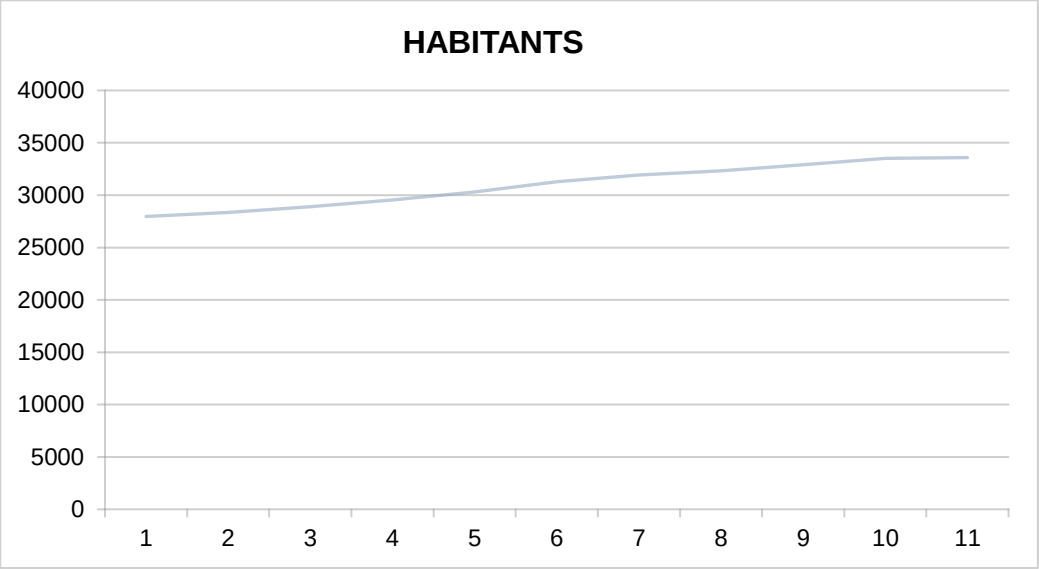


Figura 6.2 *Font IDESCAT

En 10 anys, la ciutat d'Olot augmenta en 5.622 persones el seu cens, mentre que d'edificis construïts augmenta en 2.737 habitatges, amb una davallada important entre els anys 2006-2010. Per tenir una dada de referència i agafant com a terme mig habitatges de 3 dormitoris amb capacitat per a 4 persones, tenim un camp d'edificació preparat per 10.948 persones. Això suposa un camp d'edificis superior en un 51,35% al nombre de la població censada entre aquests anys.

Taula 3: Comparatiu Cens - Vivendes

PERÍODE	AUGMENT CENS	AUGMENT HABITATGES	CAPACITAT
2000-2010	+5.622	+2.737	+10.948

Aquestes dades evidencien el gran camp d'edificis per rehabilitar del què disposa el nostre territori i la importància de la rehabilitació per no malbaratar aquells recursos ja invertits i no generar-ne més innecessaris.

Segons l'IDESCAT, Olot té una superfície de 29,03 km^2, es a dir 29.030.000 m^2. Segons les dades obtingudes dels solars on es situen els edificis estudiats, podem obtenir-ne la superfície aproximada de creixement durant els anys 2000 i 2010 respectivament. De cada projecte hem separat la superfície de la parcel·la on s'ubica l'edifici a construir i per tant, obtenim dades com les següents:

SUPERFÍCIES DE PARCEL·LA	M2
2000	5.026
2001	7.931
2002	5.781
2003	11.844
2004	12.663
2005	15.608
2006	22.270
2007	4.195
2008	2.371
2009	173
2010	0

Figura 6.3 *Font pròpia

Podem afirmar que durant aquest període de 10 anys, Olot va créixer i va edificar solars en un total de 87.860 m^2.

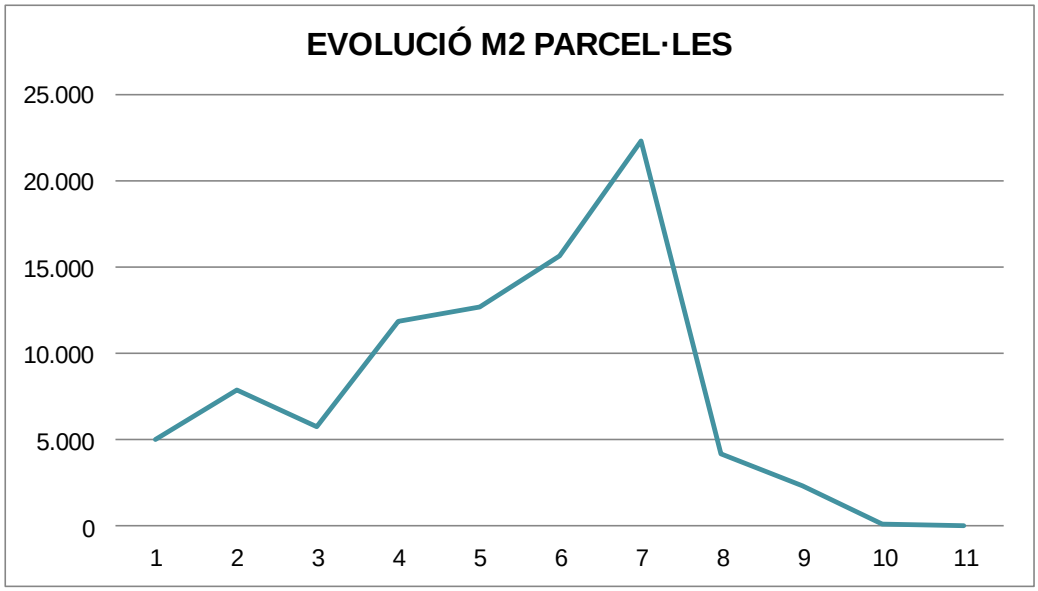


Figura 6.4 *Font pròpia

D'aquests solars edificats, s'ha volgut determinar el total de superfície construïda que ocupen els edificis plurifamiliars estudiats.

SUPERFÍCIES CONSTRUIDES	SOBRE RASANT	SOTA RASANT	M2 TOTALS
2000	19.770	6.038	25.808
2001	26.443	6.252	32.695
2002	28.732	2.974	31.706
2003	48.035	630	48.665
2004	29.935	3.960	33.895
2005	48.460	11.176	59.636
2006	89.915	13.952	103.867
2007	24.102	4.841	28.943
2008	6.477	564	7.041
2009	596	0	596
2010	0	0	0

Figura 6.5 *Font pròpia

Per tant, podem determinar que durant un període de 10 anys, la ciutat d'Olot va ampliar en 372.853 m^2 la superfície construïda dels seus habitatges.

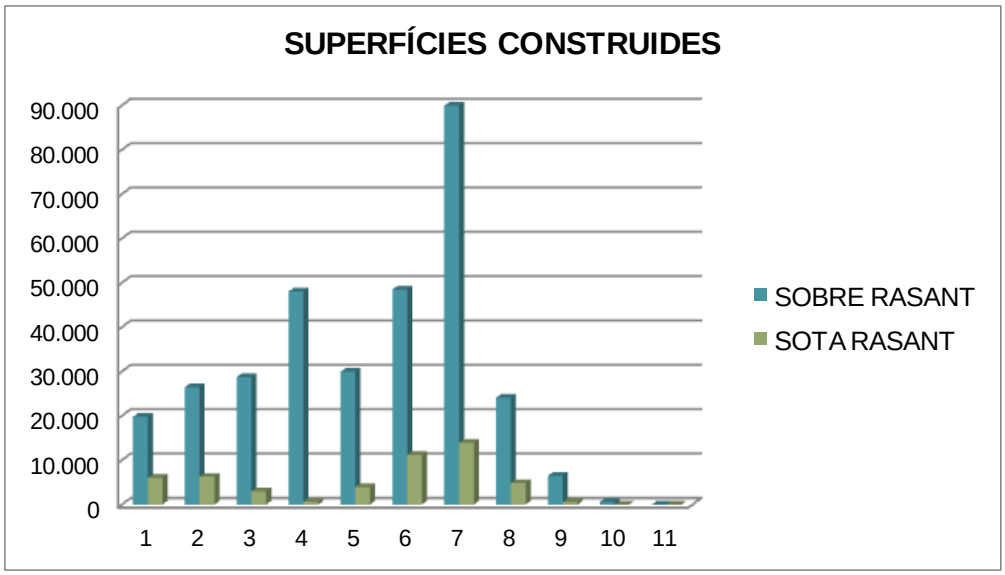


Figura 6.6 *Font pròpia

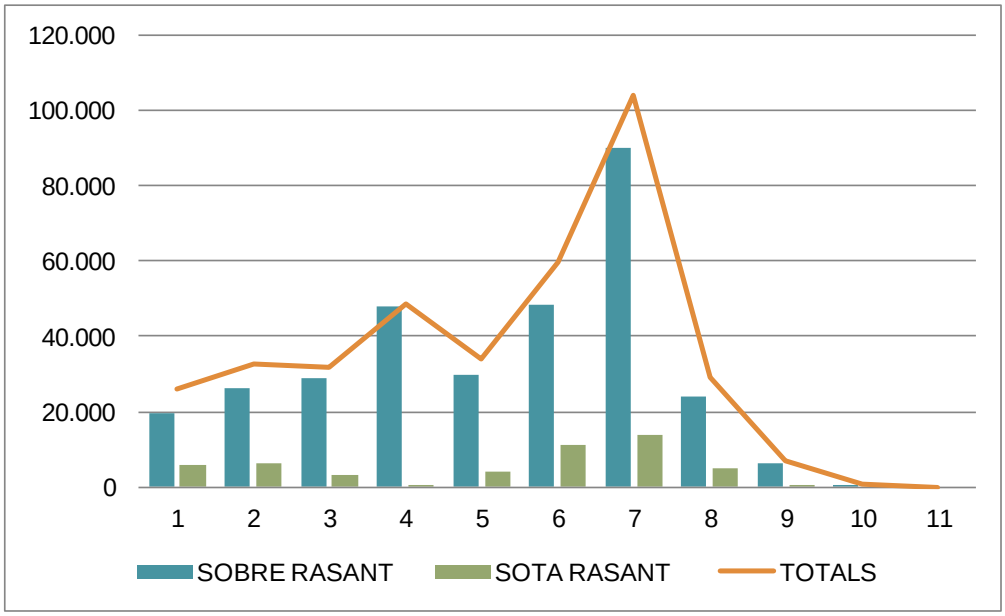


Figura 6.7 *Font pròpia

6.1.2.SITUACIÓ REAL DELS EXPEDIENTS CONSULTATS:

A l'Arxiu municipal d'Olot durant quatre mesos s'han consultat 193 expedients d'obra municipals situats entre els anys 2000-2010. D'aquests expedients s'ha comprovat la realització de l'obra i s'han seleccionat per a extreure totes les dades.

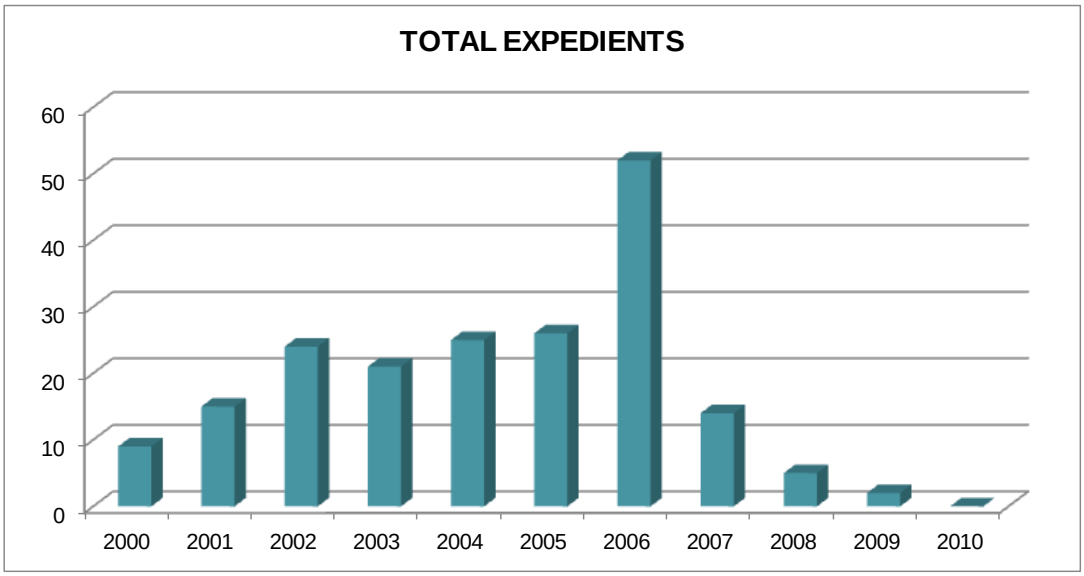


Figura 6.8*Font pròpia

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	TOTAL
TOTAL EXPEDIENTS	9	15	24	21	25	26	52	14	5	2	0	**193**

Figura 6.9 *Font pròpia

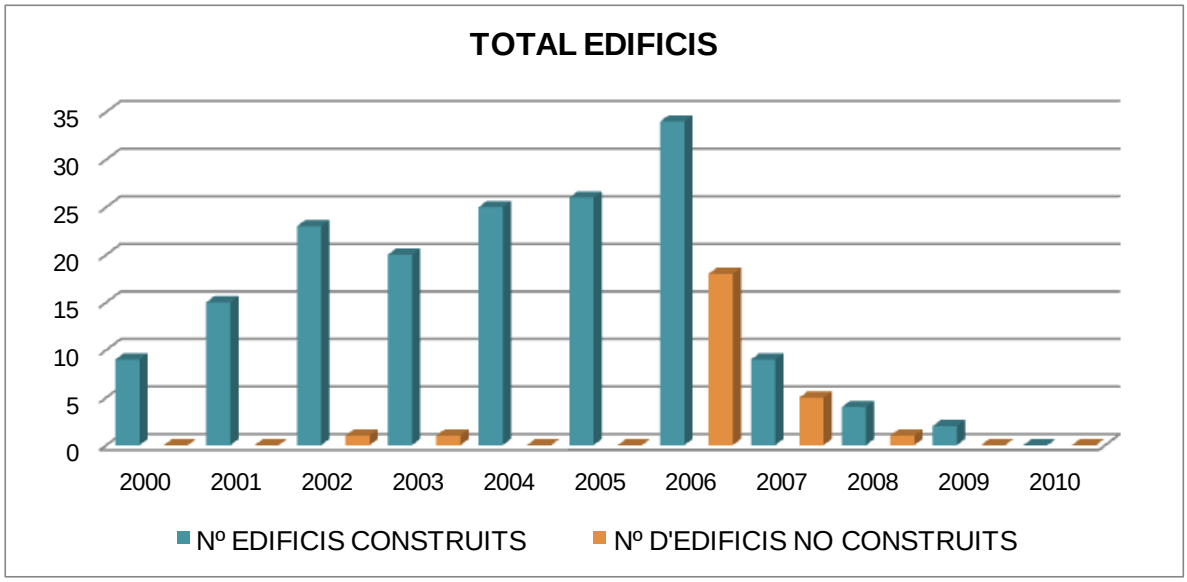


Figura 6.10 *Font pròpia

HABITATGES	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	TOTAL
CONSTRUITS	9	15	23	20	25	26	34	9	4	2	0	**167**
NO CONSTRUITS	0	0	1	1	0	0	18	5	1	0	0	**26**

Figura 6.11 *Font pròpia

Els expedients dels quals no en podíem obtenir totes les dades necessàries per realitzar l'estudi, quedaven exclosos dels resultats. S'han exclòs perquè no disposàvem de cap informació relativa a la coberta o a la façana, així com instal·lacions o superfícies construïdes. En conseqüència, ha estat impossible calcular-ne la transmitància tèrmica i realitzar-ne la certificació energètica.

En total s'han tingut en compte alhora d'extreure dades un total de 148 expedients d'obra entre l'època estudiada.

S'han detectat 39 expedients construïts, els quals nosaltres no hem trobat la informació necessària perquè fos objecte d'estudi. Per tant, considerem que durant aquesta època és van concedir llicències d'obra a projectes que potser no reunien tota la informació i documents necessaris per poder obtenir llicències i construir-lo posteriorment.

6.1.3.ENVOLVENT

6.2.3.1. AÏLLAMENTS

Podem obtenir dades significatives pel que fa els tipus d'aïllaments utilitzats i espessors emprats segons la seva situació i col·locació. Posteriorment, aquestes dades ens serviran per comprovar si en la data de la seva construcció es complia la normativa vigent o no.

En tots els projectes que s'han consultat, s'han trobat els següents tipus d'aïllaments:

- MW – Llana Mineral
- EPS – Poliestirè Expandit
- XPS – Poliestirè Extruït
- PU – Poliuretà Projectat

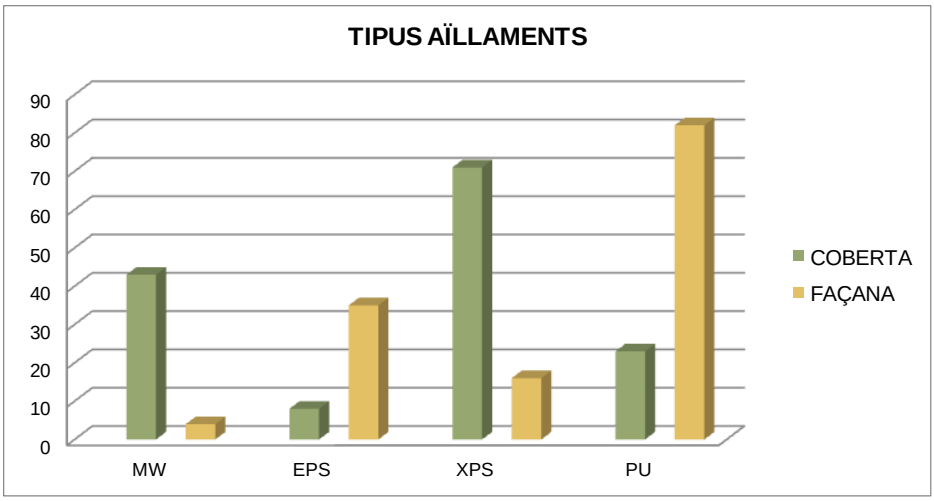


Figura 6.12 *Font pròpia

TIPUS AILLAMENTS	MW	EPS	XPS	PU
COBERTA	43	8	71	23
FAÇANA	4	35	16	82

Figura 6.13 *Font pròpia

L' aïllament més utilitzat a la ciutat d'Olot per a l'envolvent de la façana és el poliuretà projectat, mentre que a coberta el principal és el poliestirè extruït.

Combinant les dades, podem saber els tipus d'aïllaments més utilitzats segons la tipologia de coberta que hem trobat consultant els expedients. Així doncs, podem afirmar que:

- En la coberta amb un forjat inclinat l'aïllament més utilitzat és el poliestirè extruït. Aquest resultat pot ser degut a les propietats del material, ja que és un material que pot presentar bona resistència a compressió i té bones propietats higrotèrmiques.
- En la coberta amb envanets de sostremort l'aïllament més utilitzat és la llana mineral. Aquest resultat pot ser a causa de la fàcil col·locació de les mantes de llanes entre els envans de sostre mort, que al no estar exposats a la intempèrie ni a esforços de compressió fan aquest material molt fona solució per aquest tipus de coberta.
- En la coberta plana l'aïllament més utilitzat és el poliestirè extruït.

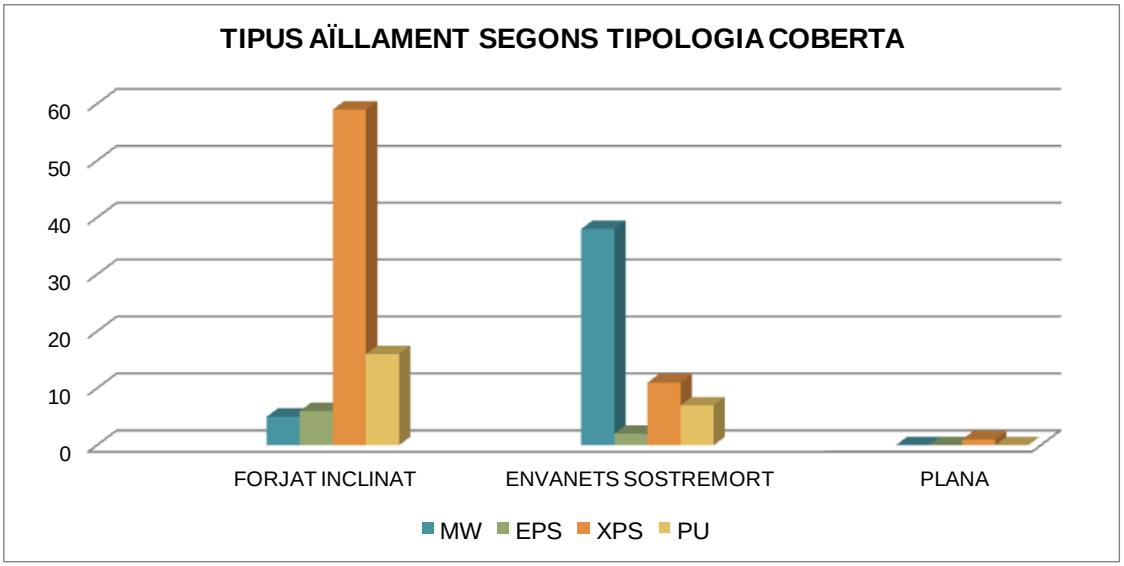


Figura 6.14 *Font pròpia

TIPOLOGIA COBERTA	MW	EPS	XPS	PU
FORJAT INCLINAT	5	6	59	16
ENVANETS DE SOSTREMORT	38	2	11	7
PLANA	0	0	1	0

Figura 6.15*Font pròpia

El mateix ens trobem amb la façana, podem comprovar que l'aïllament més utilitzat per una façana acabada tant amb obra vista com per revestir, ja sigui remolinat, estucat o aplacat, és el poliuretà projectat. El volum de producció i els espessors reduïts de aïllament (es podien realitzar amb 1 o 2 capes de projectat) feien aquest material el més demandat ja que era el més ràpid per col·locar i permetia cobrir molt bé les possibles imperfeccions de l'obra.

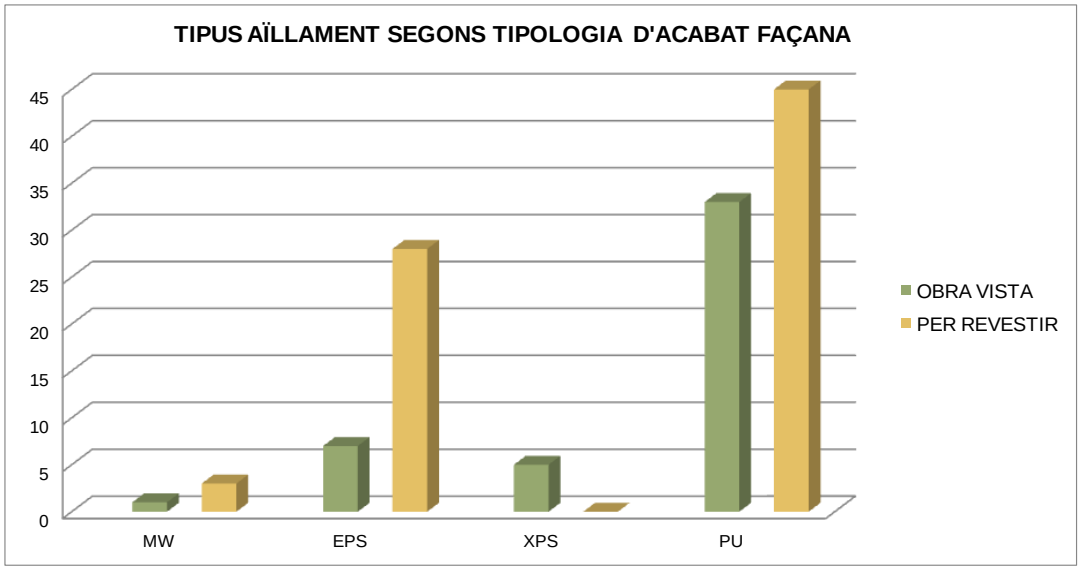


Figura 6.16 *Font pròpia

TIPUS ACABAT FAÇANA	MW	EPS	XPS	PU
OBRA VISTA	1	7	5	33
PER REVESTIR	3	28	0	45

Figura 6.17 *Font pròpia

Pel que fa als espessors, hi ha molta varietat segons la seva situació. Aquests varien des de 2cm fins a 18cm.Normalment en façanes els poliuretans projectats tenen un espessor entre 2 i 4 cm i els panells entre 4 i 8cm. En les cobertes els materials derivats del petroli son els que presenten espessors més reduïts, entre 3 i 6cm, en canvi quan s'han utilitzat llanes els espessors més utilitzats han estat compresos entre 6 i 8 cm.

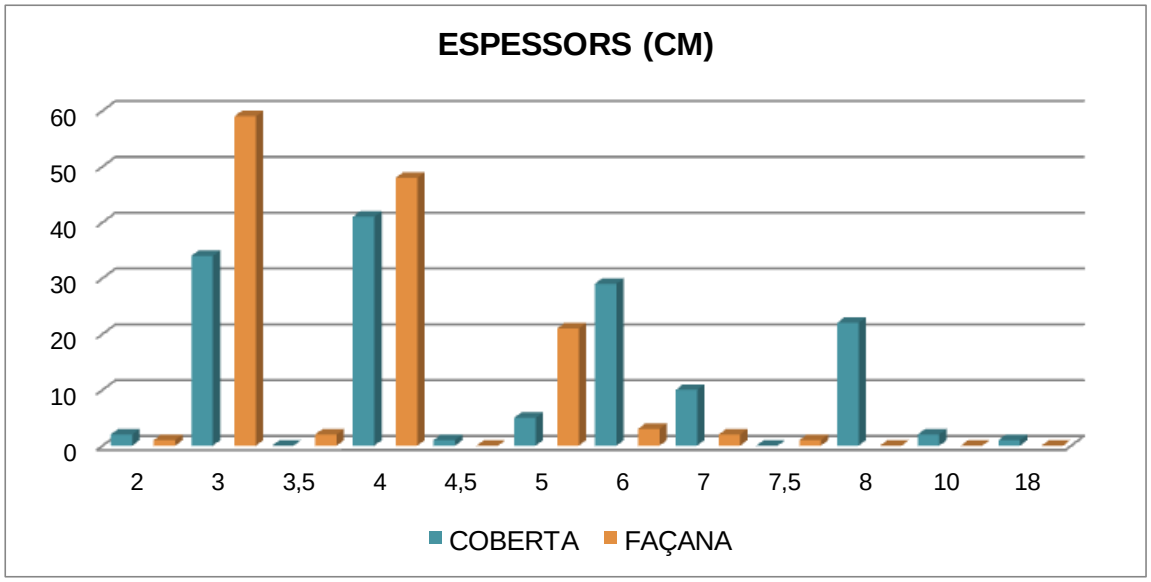


Figura 6.18 *Font pròpia

ESPESSORS UTILITZATS	2	3	3,5	4	4,5	5	6	7	7,5	8	10	18
COBERTA	2	34	0	41	1	5	29	10	0	22	2	1
FAÇANA	1	59	2	48	0	21	3	2	1	0	0	0

Figura 6.19 *Font pròpia

Podem afirmar doncs que els espessors més comuns tant a façana com a coberta oscil·len entre els 3 i 8 centímetres.

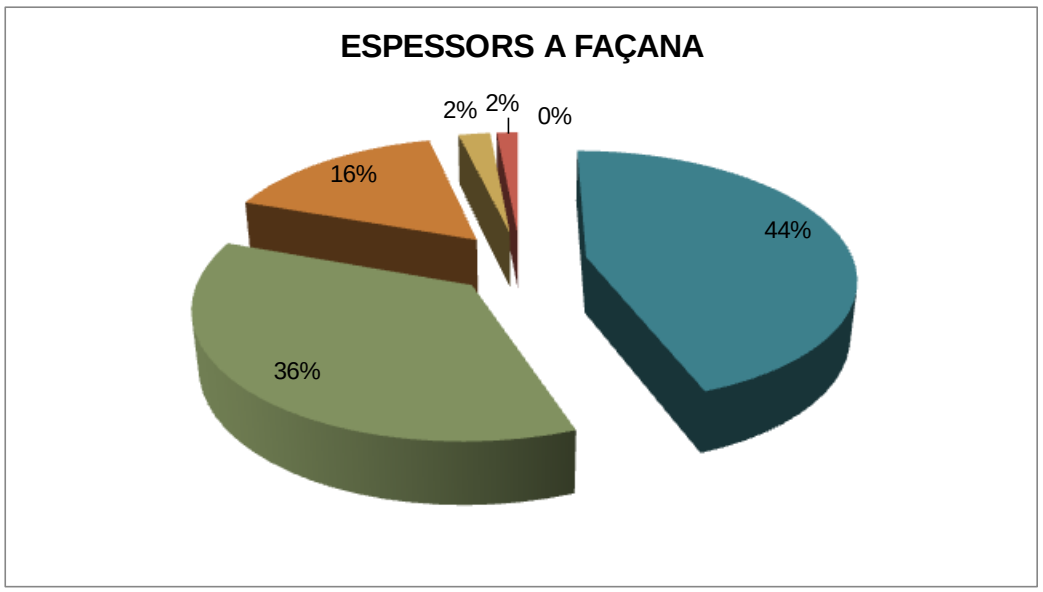


Figura 6.20 *Font pròpia

ESPESSOR FAÇANA (cm)	3	4	5	6	7	8
% EDIFICIS	44%	36%	16%	2%	2%	0%

Figura 6.21 *Font pròpia

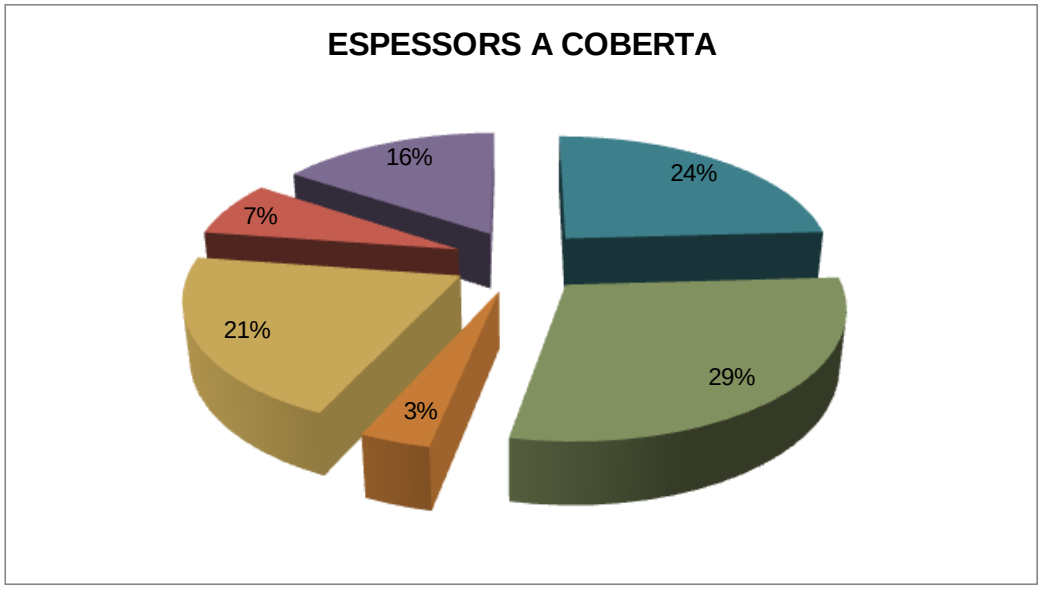


Figura 6.22 *Font pròpia

ESPESSOR COBERTA (cm)	3	4	5	6	7	8
% EDIFICIS	24%	29%	3%	21%	7%	16%

Figura 6.23 *Font pròpia

Aquestes gràfiques ens mostren com, principalment, els edificis estan aïllats sota mínims. Podem comprovar que a façana prop del 80% dels edificis estan aïllats per sota els 4cm. En canvi a coberta, tenim prop d'un 53% dels edificis aïllats per sota dels 4cm .

6.2.3.3.BUITS (PERFILARIA I TIPUS VIDRES)

S'ha pogut comprovar que gairebé la majoria de buits en els edificis plurifamiliars d'Olot s'han executat amb alumini. El PVC i la fusta durant el 2000-2010 eren minoritaris. I per excel·lència, el vidre més col·locat és el vidre doble (4-6-4) seguit del (4-8-4).

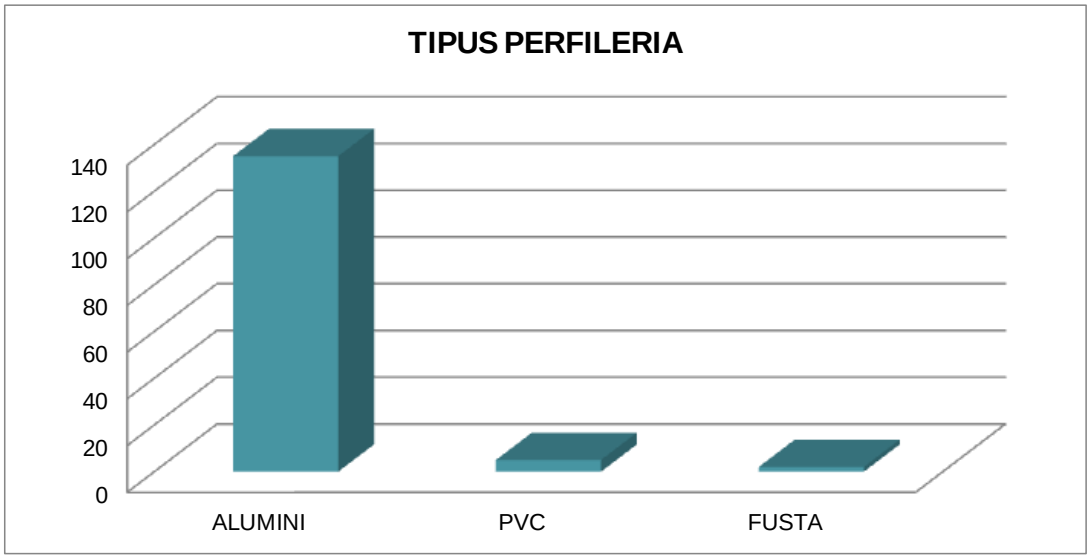


Figura 6.24 *Font pròpia

PERFILERIA	ALUMINI	PVC	FUSTA
Nº	135	5	2

Figura 6.25 *Font pròpia

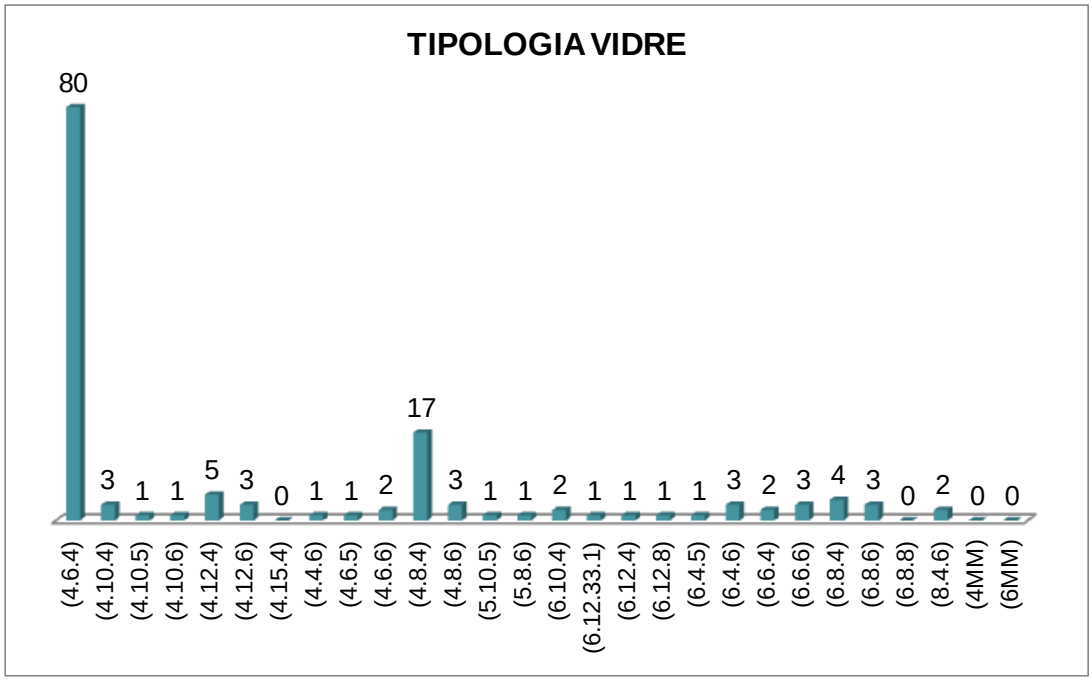


Figura 6.26 *Font pròpia

6.2.3.4.QUALIFICACIONS ENERGÈTIQUES

Una vegada s'han processat totes les dades hem pogut calcular la qualificació energètica de cada habitatge estudiat. S'ha pogut comprovar que la majoria dels habitatges de la ciutat d'Olot estan situats a la part baixa de la qualificació energètica.

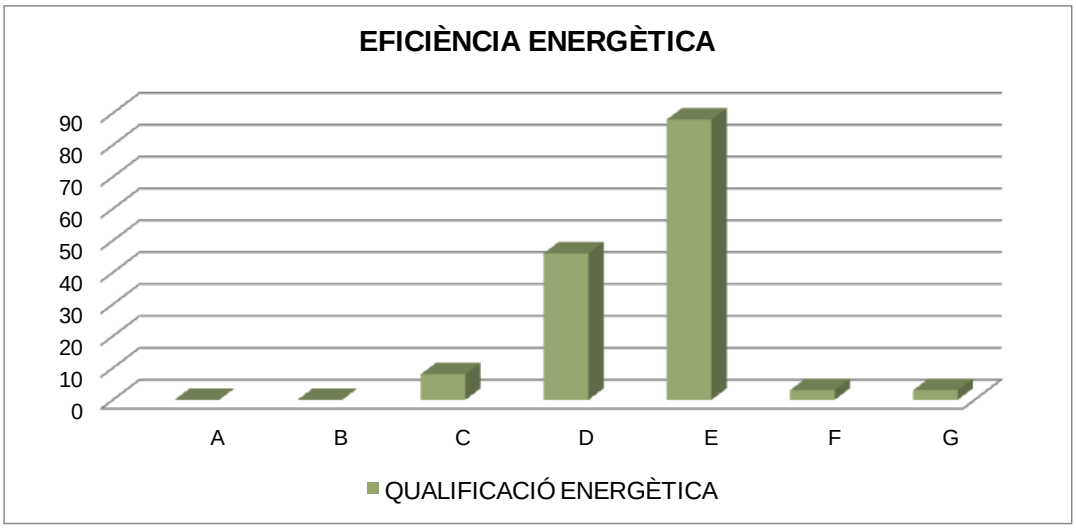


Figura 6.27 *Font pròpia

QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA	A	B	C	D	E	F	G
ETIQUETA	0	0	8	46	88	3	3

Figura 6.28 *Font pròpia

Aquestes mateixes dades, les traduïm en percentatges representatius dels edificis estudiats entre els anys 2000 i 2010, i podem afirmar que el camp d'edificis d'Olot en termes energètics, obtenen les següents qualificacions:

QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA	A	B	C	D	E	F	G
%EDIFICIS	0%	0%	5,40%	31,08%	59,45%	2,02%	2,02%

Figura 6.29 *Font pròpia

6.2.4.COMPLIMENTS NORMATIUS

En referència als valors de la transmitància tèrmica de la façana que estableixen les diferents normatives i que han estat d'aplicació durant aquest període estudiat, podem comparar els valors normatius amb els valors obtinguts del càlcul de la transmitància tèrmica de cada edifici plurifamiliar estudiat de la ciutat d'Olot.

Compararem els valors obtinguts de la transmitància tèrmica amb els valors de referència segons cada normativa, i ens proporcionarà el total d'edificis que en l'època d'aplicació de la normativa complien o no, i si compleixen amb la normativa actual.

Normatives d'aplicació:

- NRE AT-86: edificis fins al 2006.
- CTE 2006: a partir de l'any 2006 fins l'any 2013.
- CTE 2013: Normativa vigent.

Els valors de la transmitància tèrmica màxima (W/m^2 ºC) que s'han tingut en compte segons la normativa són :

NORMATIVES	NRE AT-87	CTE 2006	CTE 2013
TRANSMITÀNCIA FAÇANA	1,39	0,66	0,27
TRANSMITÀNCIA COBERTA	0,89	0,38	0,22

Figura 6.30 *Font pròpia

Aquests són els valors de transmitància tèrmica que estableix cada normativa per a la zona climàtica la qual està ubicada la ciutat d'Olot. Per determinar la transmitància màxima de la normativa actual (CTE 2013) hem considerat els paràmetres que es defineixen a l'Apèndix E del DB HE-1 del CTE, concretament de la taula E.1. Els màxims permesos referent a la transmitància tèrmica dels tancaments del CTE del 2013 no sofreixen gaires variacions respecte del CTE del 2006, però per complir la demanda energètica que estableix el nou codi tècnic en el DB HE0, s'ha creat aquesta taula amb paràmetres aproximats de transmitàncies tèrmiques dels tancaments per utilitzar quan el projecte està en fase de projecte bàsic. Aquests paràmetres haurien de complir quan es procedeix a calcular l'edifici en fase de projecte executiu, tot i que segons el sistema utilitzat, materials i renovacions per hora de l'aire que es considera, aquest podria ser major.

Pel que fa a la façana:

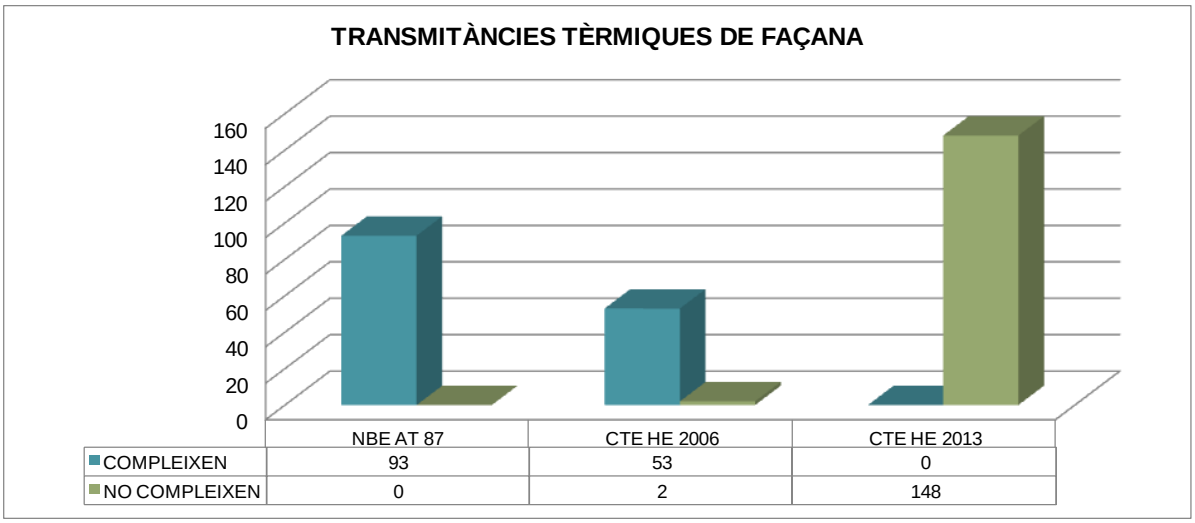


Figura 6.31 *Font pròpia

Es pot comprovar com els edificis construïts fins l'any 2006 compleixen tots en el valor màxim de la transmitància tèrmica de la façana, mentre que hi ha dos edificis entre els anys 2007-2010 que no compleixen els valors normatius.

A més, si aquests edificis es construïssin avui en dia, cap dels edificis compliria amb la normativa vigent actual en termes de transmitància tèrmica de façana.

Pel que fa a coberta:

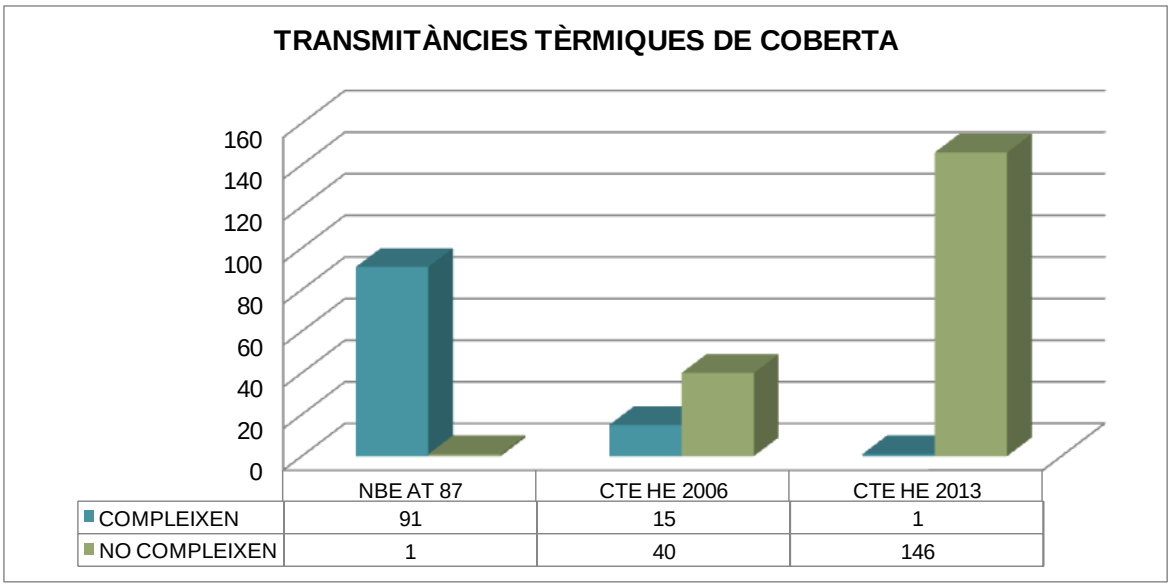


Figura 6.32 *Font pròpia

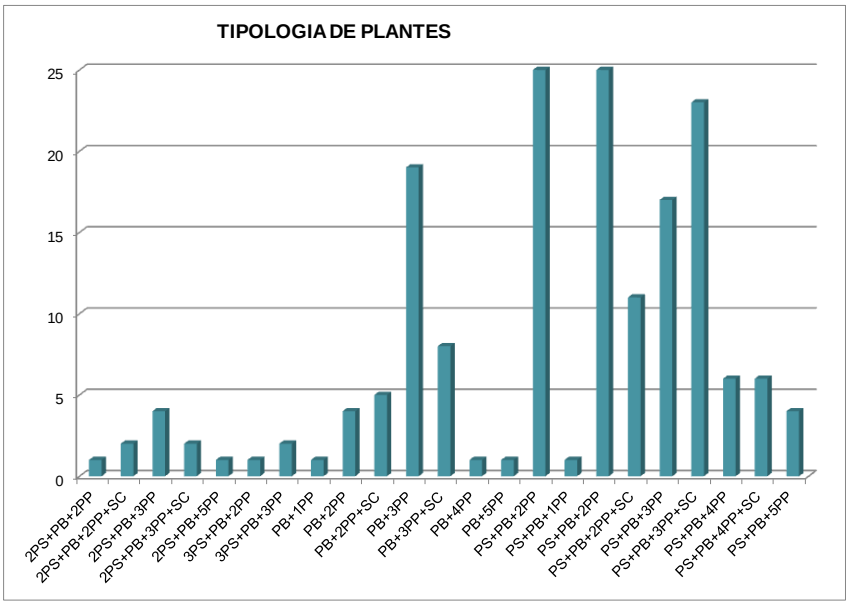
Es pot comprovar com els edificis construïts fins l'any 2006 compleixen tots en el valor màxim de la transmitància tèrmica de la coberta excepte un. En canvi, existeix una gran diferència pel que fa

als edificis construïts entre els anys 2007-2010. Dels 55 edificis construïts entre aquest període, una quarantena no compleix els paràmetres normatius que fan referència a la transmitància tèrmica de la coberta. Per tant, estan fora de normativa i podem afirmar que es van construir per sota dels mínims normatius vigents durant aquell període. D'aquests, una quinzena es van construir segons marcava la normativa.

Es pot considerar que pràcticament tots els edificis plurifamiliars d'Olot necessiten una intervenció en el seu envolupant, tant a façana com a coberta i a les obertures, per adaptar-los als nous temps que pretenen minimitzar el consum energètic dels edificis. A més, podem afegir que s'ha pogut comprovar com ha evolucionat estrictament la normativa. Si comparem els valors de la normativa que regia els anys 2000 amb l'actual, la normativa ha augmentat entre un 75% i un 80% la seva exigència pel que fa les transmitàncies tèrmiques a façana i a coberta.

6.2.5. TIPOLOGIES D'EDIFICIS

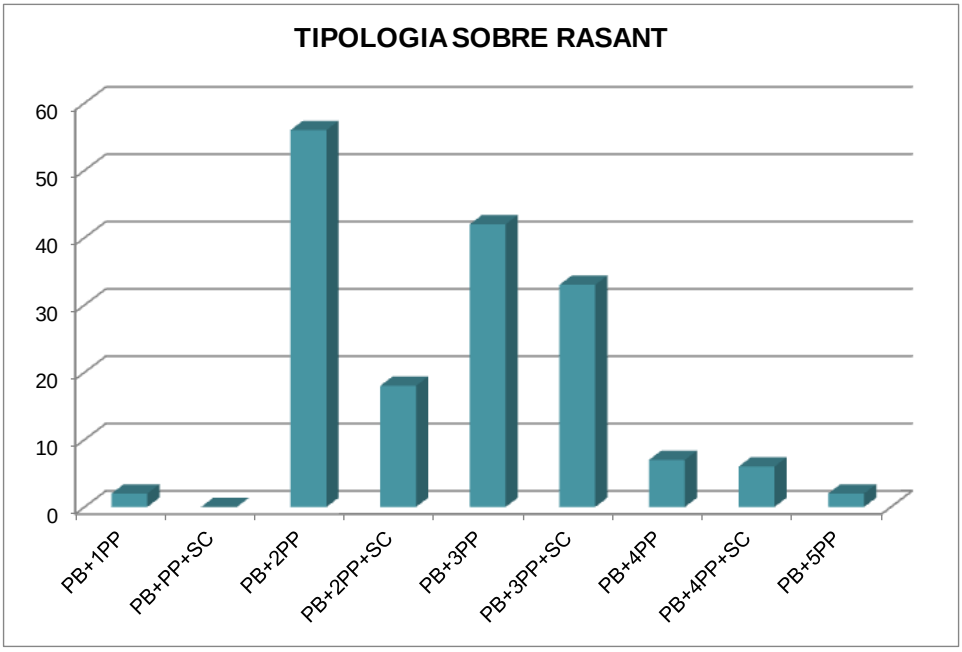
Pel que fa als edificis plurifamiliars d'Olot, hi ha una gran diversitat segons les seves plantes, ja siguin sota o per sobre rasant. Les diferents plantes que els conformen són diferents en tots ells. Existeixen 26 tipologies diferents d'edificis plurifamiliars.



TIPOLOGIES	Nº EDIFICIS
2PS+PB+2PP	1
2PS+PB+2PP+SC	2
2PS+PB+3PP	4
2PS+PB+3PP+SC	2
2PS+PB+5PP	1
3PS+PB+2PP	1
3PS+PB+3PP	2
PB+1PP	1
PB+2PP	4
PB+2PP+SC	5
PB+3PP	19
PB+3PP+SC	8
PB+4PP	1
PB+5PP	1
PS+PB+2PP	25
PS+PB+1PP	1
PS+PB+2PP	25
PS+PB+2PP+SC	11
PS+PB+3PP	17
PS+PB+3PP+SC	23
PS+PB+4PP	6
PS+PB+4PP+SC	6
PS+PB+5PP	4

Figura 6.33 *Font pròpia

Per acotar més la informació, si destriem únicament les plantes sobre rasant, tenim 9 combinacions possibles d'edificis diferents:



TIPOLOGIES	Nº
PB+1PP	2
PB+PP+SC	0
PB+2PP	56
PB+2PP+SC	18
PB+3PP	42
PB+3PP+SC	33
PB+4PP	7
PB+4PP+SC	6
PB+5PP	2

Figura 6.34
Font pròpia

Per tant, podem observar que el camp d'edificis de la ciutat d'Olot no supera les 5 plantes d'alçada i la tipologia edificatòria més comú es PB+2PP i PB+3PP.

6.3.CONCLUSIONS EXTRETES DE LES GRÀFIQUES

Podem afirmar que la ciutat d'Olot va sofrir un creixement molt elevat de l'edificació residencial, arribant al seu sostre durant l'any 2006. A partir d'aquest any la construcció va patir una greu davallada, on es va passar de concedir 54 expedients per a construir edificis plurifamiliars de nova planta equivalents a 103.867m^2 (superfície total construïda) durant l'any 2006 a tants sols 14 expedients equivalents a 28.943m^2 (superfície total construïda) durant l'any 2007. I la davallada va anar seguint fins a arribar al 2010, que no es va obrir cap expedient nou.

Per tant veiem que la ciutat va tenir un gran augment de la construcció en uns anys determinats. Aquest fenomen ha perjudicat a la construcció d'aquests edificis sobretot per la velocitat en què es duien a terme.

Per començar els projectes del qual hem extret la informació tenien continguts molt bàsics, alguns tenien incongruències entre els plànols, memòria escrita i el pressupost, fins a arribar al punt

d’excloure edificis construïts de l’estadística per falta d’informació dels seus tancaments. Aquest problema ens ha originat molts de dubtes de si els paràmetres que es posaven als projectes s’han dut a terme a la realitat o no, i podria ser que alguns edificis en el moment de la construcció canviessin materials o espessors i provoques que a la realitat no es complís la normativa. Aquest és un dels motius pel qual creiem que s’haurien de rehabilitar aquests edificis, així garantiríem un mínim espessors d’aïllament de qualitat i també per solucionar les possibles patologies.

Una segona qüestió és que el volum de construcció va propiciar a la creació de moltes noves empreses constructores, empreses subministradores d’aïllament, impermeabilitzacions... que realment no tenien les capacitats de bon industrial.

Referent als sistemes constructius, veiem que els arquitectes utilitzen sempre les mateixes solucions constructives, ja que el volum de feina no els deixa buscar la millor solució sinó que opten per les solucions i materials habituals. Per tant si es construeix un edifici amb unes prestacions i materials que compleixen la normativa, el següent el faran amb els mateixos sistemes i materials ja que només es buscava generar volum de construcció i no la qualitat.

També observem que el poliuretà projectat compares en espessors de entre 2 i 4 cm ha sigut el material aïllant per excel·lència durant aquesta època, ja que la seva ràpida aplicació i adherència al suport l’han fet el més demandat.

Aquest volum de producció ha set un dels principals motius de la “mala construcció” ja que molts detalls de l’obra no estaven definits en el projecte, per tant es resolien a l’obra sobre la marxa i moltes vegades mal solucionades o executades, problema que ha originat patologies en edificis relativament nous.

7.PROPOSTES DE MILLORA DE L'ENVOLVENT PER A COMUNITATS D'EDIFICIS

7.1.PROPOSTES DE MILLORA

En aquest apartat volem determinar una sèrie de mesures de millora en l'envolvent que poden ser d'aplicació per a comunitats d'edificis, a fi de millorar les condicions energètiques de l'immoble i adaptar-se a la normativa vigent.

7.1.1.FAÇANES

Aquests sistemes de millora de l'eficiència energètica referents a l'envolvent els compararem gràficament amb un dels sistemes constructius més utilitzats d'aquest període. Aquest sistema fa referència a un edifici amb estructura porticada de formigó armat amb un full exterior de maó calat acabat revestit amb morter i un full interior format per un envà ceràmic de 7cm d'espessor amb acabat enguixat. Pel que fa al aïllament aquest està compost per 3cm de escuma de poliuretà projectat. Aquest sistema constructiu mitjançant aquest materials és un dels més comuns a la ciutat d'Olot.

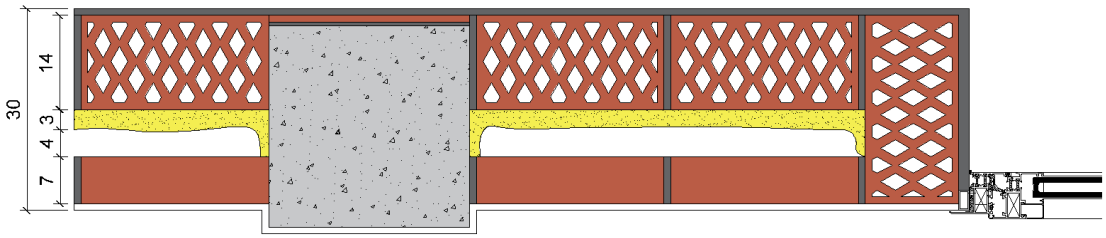


Figura 7.1. Font: Pròpia

Podem observar que aquests sistemes presenten deficiències energètiques en multitud de punts. Per començar veiem que en l'encontre entre el tancament de façana de maó calat i el pilar de l'estructura porticada (mateix problema que al forjat) hi ha una discontinuïtat de l'aïllament, per tant un pont tèrmic greu.

Habitualment en els fronts de pilars i forjat es posava una plaqueta ceràmica enfront del forjat únicament per garantir la homogeneïtat del material de suport a la hora d'aplicar el revestiment, en alguns projectes posteriors al 2006 s'ha observat que han canviat aquesta peça ceràmica per maons ceràmics buits, tot i millorar mínimament el problema és insuficient.

Figura 7.2. Font: Pròpia

Per altre banda un dels altres ponts tèrmics greus és el que hi ha en el brancal de les obertures. Tradicionalment s'ha utilitzat la mateixa peça del tancament com a retorn per crear el brancal (motiu dels 30cm aproximats d'espessor dels tancaments d'aquesta època) on es fixa el premarc de suport per a la fusteria exterior. També apareix un problema en les caixes de persiana, que generen un pont tèrmic poc resolt durant aquest període.

A conseqüència del nombre d'obertures que pot tenir un edifici i pilars en el seu envolvent és freqüent trobar habitatges on la presència d'aïllament en façanes és mínim, per tant creix la necessitat de evitar o millorar aquests ponts tèrmics.

Figura 7.3. Font: Pròpia

Aquests ponts tèrmics a part de ser una pèrdua d'energia considerable ja que per garantir el confort interior de l'habitatge s'ha de consumir més energia per assolir aquest mínim, també és un punt on poden sorgir patologies. En forces casos podem trobar problemes d'humitats per condensació en aquests punts, ja que la diferència de temperatura entre interior i exterior pot provocar que el vapor d'aigua acumulat en l'interior de l'habitatge es pugui condensar al entrar en contacte amb una superfície freda (per exemple la superfície del pilar).

Per tal de millorar la despesa energètica dels habitatges definim 4 sistemes de rehabilitació de la façana. Aquests sistemes no es poden aplicar a tots el edificis, ja que per exemple el sistema S.A.T.E. o sistema de façana ventilada son sistemes d'aïllament per l'exterior i per tant no es pot aplicar en edificis entre mitgeres o en testera que estan a línia de carrer, en l'únic cas que es podria realitzar aquests sistemes, en el cas de que l'ajuntament permetés realitzar aquesta rehabilitació energètica (augment de la superfície construïda), seria en edificis aïllats que no estan a línia de carrer.

Per els edificis entre mitgeres o en testera que la seva façana coincideix amb la línia de carrer s'ha optat per aplicar un sistema insuflat de la cambra d'aire o d'un extradossat per l'interior de la façana.

7.1.1.1.S.A.T.E.

Un dels sistemes d'aïllament tèrmic per l'exterior de la façana, o més conegut com a sistema S.A.T.E. consisteix en revestir la façana de l'edifici per una capa d'aïllament tèrmic.

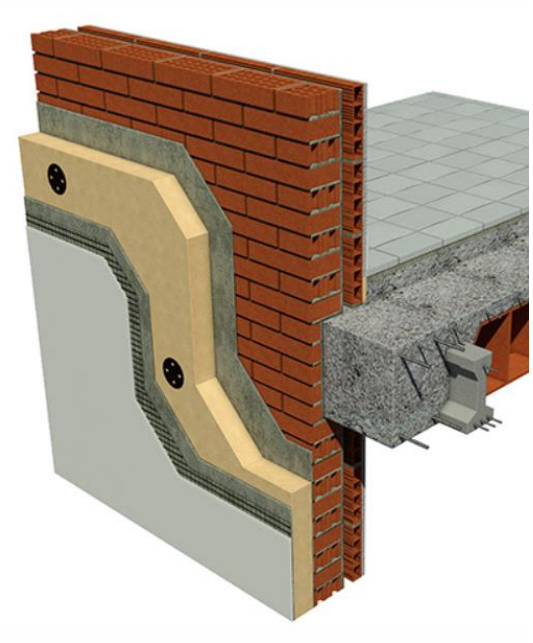


Figura 7.4.

Font: Generador de preus CYPE

En rehabilitació el primer pas que s'ha de fer per aplicar aquest sistema és eliminar l'antic revestiment o netejar i preparar la superfície per tal de garantir una bona adhesió dels materials que s'hi aplicaran. Primer de tot s'aplica una base de regularització a la superfície composta per morter de ciment amb un armat que sol ser una malla de fibra de vidre. Aquesta capa serveix com a suport per poder fixar les plaques d'aïllament, normalment EPS degut a les seves propietats. Aquest aïllament es pot fixar mitjançant adhesius o fixacions mecàniques. L'aïllament es protegeix amb un revestiment compost per vàries capes morter amb una malla de reforç per evitar fissuracions i despreniments.

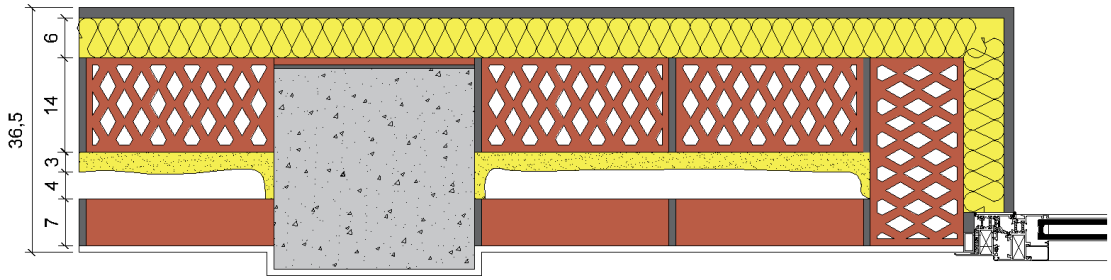


Figura 7.5. Font: Pròpia

Com s'observa al detall aquesta solució permet eliminar els ponts tèrmics referents a l'estructura porticada (ponts tèrmics de pilars i fronts de forjat), redueix les pèrdues energètiques causades pel pont tèrmic de les caixes de persianes i també el del brancal de l'obertura, tot i que en alguns casos l'aïllament del brancal haurà de tenir espessor més reduït ja que s'està condicionat per l'espessor del marc de l'obertura, i en cap cas interessa perdre superfície de llum.

Aquest sistema també ens evitarà els possibles problemes patològics d'aparició d'humitats de condensació.

Aquesta solució és molt eficaç per reduir el consum energètic de l'edifici augmentant el confort dels usuaris interiors. En èpoques hivernals, l'aïllament actua com a barrera impedint el pas del calor de l'interior cap a l'exterior augmentant l'eficiència del sistema de calefacció. A l'estiu, aquest procés s'inverteix, per tant ajuda a que la calor exterior no es transmeti a l'interior de l'habitatge.

Com a avantatges d'aquest sistema en rehabilitació és la de garantir la continuïtat de l'aïllament pràcticament per a qualsevol geometria que pugui presentar l'edifici i facilitat d'aplicació. Un altre aspecte important a tenir en compte a la hora de rehabilitar és que no redueix superfície útil ja que s'afegeix aïllament per l'exterior, a més impermeabilitzes la façana i redueixes la demanda energètica aconseguint un estalvi econòmic.

AVANTATGES	INCONVENIENTS
Elimines els ponts tèrmics	S'ha de muntar una bastida exterior a l'edifici.
Evites patologies referents a humitats de condensació	Cost aproximadament del doble en comparació amb l'extradossat per l'interior
No perds supefície útil de l'habitatge	S'ha de rehabilitar tot l'edifici.

7.1.1.2.INSUFLACIÓ EN LA CAMBRA D'AIRE

Com a sistema per evitar l'augment de la superfície construïda de l'edifici usant sistemes de rehabilitació energètiques que apliquen aïllament per l'exterior de la façana o per evitar la pèrdua de superfície útil de l'habitatge realitzant un extradossat per la part interior de la façana, apareix l'insuflat en la cambra d'aire. Aquesta tècnica consisteix en omplir amb material aïllant, habitualment EPS en forma granular o aïllaments fibrosos com llana de vidre o cel·lulosa, la cambra d'aire de la façana de doble full de tancament.

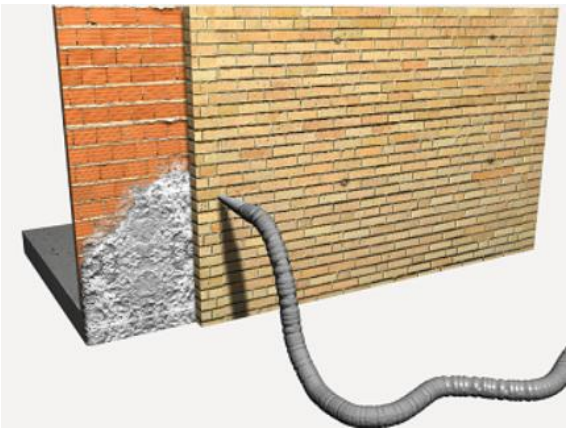


Figura 7.6.

Font: Generador de preus CYPE

El reomplert de les cambres d'aire és una tècnica per aïllar façanes que necessita maquinària més complexa. Aquest procediment es pot aplicar tant per l'exterior com per l'interior de la façana.

Per utilitzar aquest sistema s'ha de fer un estudi de l'edifici i en especial de la cambra d'aire per assegurar que aquests tingui bones condicions que permetin aplicar aquest sistema, per exemple s'ha de verificar la inexistència de fugues per on es pugui filtrar el material (el material s'aplica disgregat), detectar i solucionar humitats que puguin afectar les propietats tèrmiques de l'aïllament.

Per aplicar aquest sistema es necessita una maquinària complexa, però el procediment és ràpid i fàcil d'aplicar, ja que es creen petits forats en la part interior o exterior de la façana que s'utilitzaran per insuflar l'aïllament i anar emplenant la cambra d'aire. Un cop omplerta la cambra d'aire es tapen els forats utilitzats per aplicar el material. Aquest sistema no requereix obra, però l'execució ha de ser rigorosa per garantir un percentatge mínim d'emplenat de la cambra.

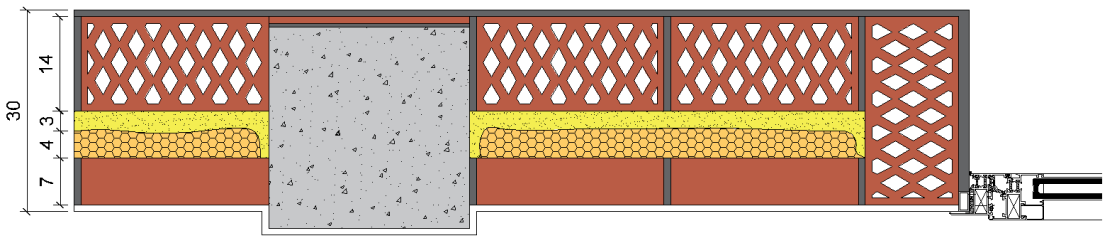


Figura 7.7.

Font: Pròpia

El sistema d'insuflat en les cambres d'aire millora en part el comportament tèrmic de l'edifici ja que millora la transmitància tèrmica del tancament, però no serveix per eliminar els ponts tèrmics ocasionats per el sistema estructural, ni pels brancals ni per la caixa de persiana.

AVANTATGES	INCONVENIENTS
No perds superfície útil.	No soluciones els ponts tèrmics
No es necessita obra.	No pots garantir un reomplert uniforme i del 100% de la cambra d'aire.
És el sistema més econòmic.	Espessor limitat per l'ample de la cambra d'aire.

7.1.1.3.TRASDOSSAT INTERIOR

En els casos que no es pugui rehabilitar per l'exterior de l'edifici o la comunitat de veïns no vulgui aplicar les mesures de millora tèrmica de l'edifici es pot optar per un sistema d'extradossat per l'interior. Aquest consisteix en afegir un panell aïllant col·locat en un entramat autoportant metàl·lic o extradossar directament sobre del suport. Aquest sistema és senzill i ràpid d'aplicar, les obres a realitzar són mínimes .

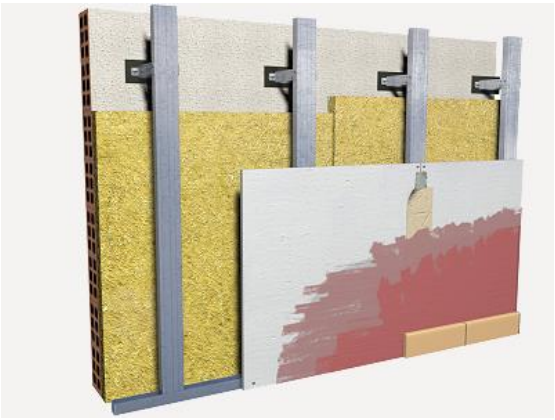


Figura 7.8.

Font: Generador de preus CYPE

Aquesta solució pot eliminar i reduir els ponts tèrmics, però a conseqüència redueixes la superfície útil de l'habitatge.

En la majoria de casos una de les demandes de les persones que volen rehabilitar energèticament els seus habitatges és no perdre superfície útil, aquest sistema no ho aconsegueix, però s'ha de dir que l'espessor que perds al perímetre del tancament és de 6cm aproximadament (depen de l'espessor de l'aïllament que es vol col·locar), per tant en edificis entre mitgeres aquesta pèrdua de superfície pot ser poc considerable.

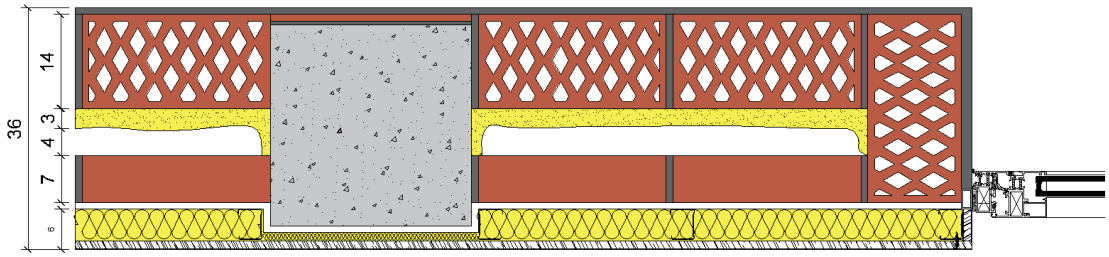


Figura 7.9.

Font: Pròpia

Com observem al detall aquest sistema pot eliminar els ponts tèrmics de la caixa de persiana i del brancal, en aquest cas veiem que el pont tèrmic del pilar es redueix, tot i que en alguns casos el la retirada del pilar respecte de la línia de façana no existirà, per tant podrem garantir el mateix espessor d'aïllament en tot el tancament. A conseqüència d'aquest sistema constructiu tindrem un petit ampit interior en les obertures.

AVANTATGES	INCONVENIENTS
Pots fer la rehabilitació únicament del teu habitatge.	Perds superfície útil de l'habitatge
Elimines la majoria de ponts tèrmics	No pots tractar el pont tèrmic del front de forjat.
És un preu bastant econòmic en comparació amb el sistemes d'aïllament per l'exterior	S'han de desplaçar les instal·lacions.

7.1.1.4.FAÇANA VENTILADA

De la mateixa manera que passa amb el sistema de aïllament per l'exterior S.A.T.E, el sistema de façana ventilada aplica una millora de l'envolupant tèrmic per l'exterior. Aquest sistema de rehabilitació pot tenir vàries variants, però principalment consisteix en crear una subestructura metàl·lica mitjançant perfils verticals en forma de T i perfils horitzontals cargolats als perfils verticals que serviran per subjectar les peces d'acabat. Com a aïllament s'utilitzen panells de llana mineral no hidròfil d'espessors variables. L'acabat es pot fer amb gran varietat de materials i formats de peces, per exemple es pot utilitzar panells de pedra, de ceràmica, metàl·lics o de compostos polimèrics. Referent a l'aïllament tèrmic aquest es col·loca entre els muntants verticals fixat mecànicament al suport.

Figura 7.10.

Font: Generador de preus CYPE

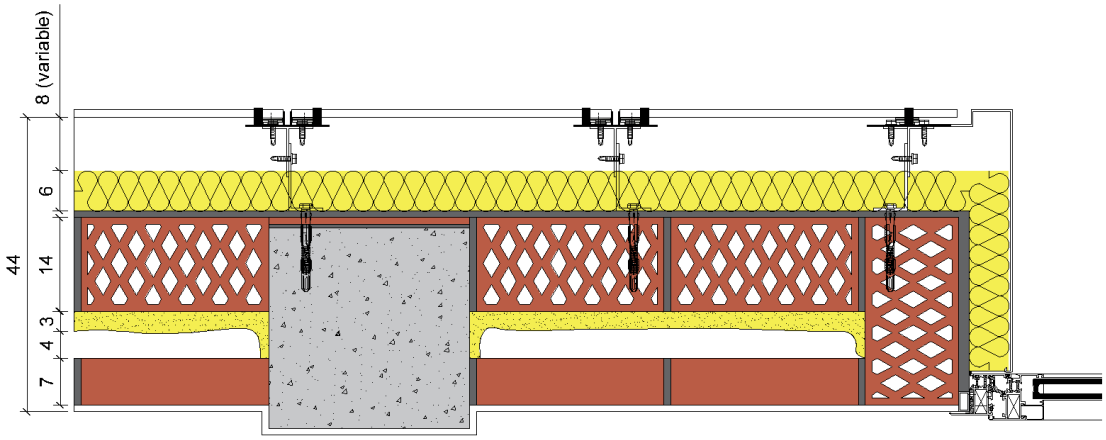


Figura 7.11. Font: Pròpia.

Com passa amb el sistema d'aïllament per l'exterior S.A.T.E. aquesta solució permet eliminar els ponts tèrmics referents a l'estructura porticada (ponts tèrmics de pilars i fronts de forjat), redueix les pèrdues energètiques causades pel pont tèrmic de les caixes de persianes i també el del brancal de l'obertura, tot i que en alguns casos l'aïllament del brancal haurà de tenir espessor més reduït ja que s'està condicionat per l'espessor del marc de l'obertura, i en cap cas interessa perdre superfície de llum.

Aquest sistema també ens evitarà els possibles problemes patològics d'aparició d'humitats de condensació.

Aquesta solució és molt eficaç per reduir el consum energètic de l'edifici durant l'estiu, ja que el sol incideix directament sobre del revestiment exterior i no sobre del tancament, per tant la radiació del revestiment disminueix gràcies a la cambra d'aire ventilada col·locada entre el revestiment i el tancament i fa una funció de xemeneia, provocant entrar un aire fresc per la part inferior i expulsar l'aire calent per la part superior i evita la concentració del calor en la cambra.

Com a avantatges d'aquest sistema en rehabilitació és la de garantir la continuïtat de l'aïllament pràcticament per a tot el parament vertical de l'edifici. Un altre aspecte important a tenir en compte a la hora de rehabilitar és que no redueix superfície útil ja que s'afegeix aïllament per l'exterior.

AVANTATGES	INCONVENIENTS
Elimines els ponts tèrmics	S'ha de muntar una bastida exterior a l'edifici.
Evites patologies referents a humitats de condensació	Cost més del doble en comparació amb l'extradossat per l'interior
No perds superfície útil de l'habitatge	S'ha de rehabilitar tot l'edifici.

7.1.2.COBERTA

7.1.2.1.EXTRADOSSAT PER L'INTERIOR.

Per rehabilitar energèticament les cobertes del edificis estudiats, hem optat per dos sistemes diferents, un que afecta a l'exterior de l'envolvent i l'altre que afecta al seu interior.

Figura 7.12.

Font: Generador de preus CYPE

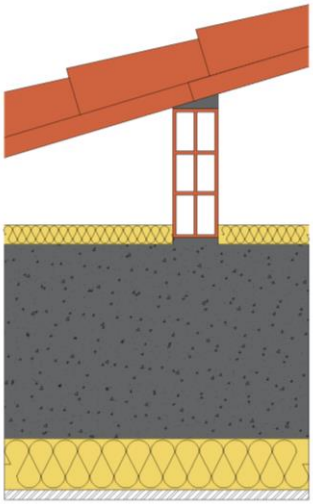


Figura 7.13.

Font: Pròpia

El primer cas de rehabilitació energètica que es proposa és l'extradossat per l'interior, aquest igual que el que passa amb l'extradossat de la façana, consisteix en aplicar aïllament per l'interior de l'habitatge a la coberta. Aquest sistema redueix l'alçada lliure de l'habitatge, per tant en moltes ocasions no es podrà dur a terme, ja que normalment els projectes s'ajusten molt a l'alçada lliure de la normativa i aquesta no es pot reduir.

En aquest sistema es sol utilitzar aïllament de llana de roca fixat mecànicament al sostre, tot i que també pot estar adherit. Per tapar aquest aïllament s'utilitza un fals sostre de plaques de cartró guix.

AVANTATGES	INCONVENIENTS
Pots fer la rehabilitació únicament del teu habitatge.	Perds alçada lliure, en alguns casos no es pot realitzar.
És el sistema més econòmic.	S'han de desplaçar les instal·lacions.
No perds superfície útil de l'habitatge	Obres a l'interior de l'habitatge.

7.1.2.2.INCORPORACIÓ AÏLLAMENT PER L'EXTERIOR

L'avantatge principal d'aquest sistema és que no es perd alçada lliure en l'interior de l'habitatge. El sistema consisteix en retirar les teules ceràmiques de la coberta a rehabilitar i col·locar rastells de fusta fixats mecànicament sobre del suport que s'utilitzaran com a nou suport per a les noves teules de la coberta.

Figura 7.14.

Font: Generador de preus CYPE

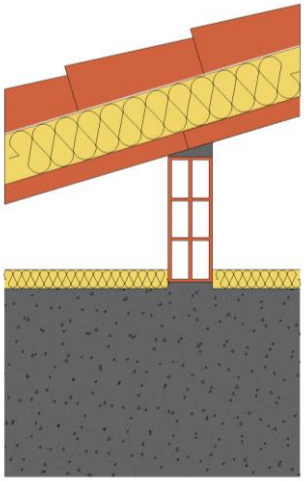


Figura 7.15.

Font: Pròpia

En aquest sistema s'ha de col·locar un sistema nou d'impermeabilització col·locat sobre l'aïllant, normalment de llana mineral, per tal de protegir les propietats tèrmiques de l'aïllament ja que al entrar en contacte amb l'aigua aquestes propietats es poden veure afectades.

AVANTATGES	INCONVENIENTS
Pots incrementar considerablement l'espessor de l'aïllament.	Aproximadament osta el doble que l'extradossat per interior
Pots solucionar problemes d'humitats de la coberta.	S'ha de rehabilitar tota la coberta.

7.2.COST I AMORTITZACIÓ

Per determinar el cost per metre quadrat de tancament de cada sistema de rehabilitació hem utilitzat la base de dades del generador de preus del cype per establir aquests valors.

Els preus s'han determinat per a un acabat i uns materials descrits en la descomposició de cada partida, ja en alguns casos el preu pot variar força depenent del tipus d'acabat o materials utilitzats.

Els preus estan a cost directe, per tant no es tenen en compte els costos indirectes, ni despeses generals d'empresa, ni benefici industrial ni IVA.

A continuació s'exposen les descripcions detallades de cada partida però les partides amb seva descomposició completa i descripció figura en els annexes.

7.2.1. PREUS DELS SISTEMES

7.2.1.1.SISTEMA S.A.T.E

ZFF080	m²	Sistema ETICS "MAPEI SPAIN" d'aïllament tèrmic per l'exterior de façana existent.
Rehabilitació energètica de façana, mitjançant aïllament tèrmic per l'exterior, amb el sistema Mapetherm EPS "MAPEI SPAIN", amb ETE 10/0025, compost per: panell rígid de poliestirè expandit, Mapetherm EPS "MAPEI SPAIN", de superfície llisa, mecanitzat lateral recte i amb propagació retardada de la flama, de color blanc, de 60 mm d'espessor, fixat al suport mitjançant morter cimentós monocomponent Mapetherm AR1 "MAPEI SPAIN", color gris i fixacions mecàniques amb tac d'expansió i clau d'acer zincat Mapetherm Fix 60 "MAPEI SPAIN"; capa de regularització de morter cimentós monocomponent Mapetherm AR1 "MAPEI SPAIN", color gris, armat amb malla de fibra de vidre antiàlcalis, Mapetherm Net "MAPEI SPAIN", de 4,15x3,8 mm de llum de malla i de 150 g/m² de massa superficial; capa d'acabat de revestiment reforçat amb fibres sintètiques Silexcolor Tonachino "MAPEI SPAIN", acabat remolinat, de color a escollir, sobre emprimació reguladora de l'absorció Silexcolor Base Coat "MAPEI SPAIN", de color a escollir.		
Costos directes	106,08	

7.2.1.2.INSUFLACIÓ EN LA CAMBRA D'AIRE

ZFI020	m²	Sistema "ISOVER" d'aïllament termoacústic per insuflació, des de l'interior, de nòduls de llana mineral en cambres.
Rehabilitació energètica de façana mitjançant insuflació, des de l'interior, d'aïllament termoacústic de nòduls de llana de vidre Insuver "ISOVER", amb densitat 50 kg/m³ i conductivitat tèrmica 0,037 W/(mK), a l'interior de la cambra d'aire del tancament, de 50 mm de gruix mitjà; tapat dels forats executats en el parament amb posterior segellat; i dues mans de pintura plàstica, color blanc, acabat mat, textura llisa, (rendiment: 0,1 l/m² cada mà); prèvia aplicació d'una mà d'emprimació a base de copolímers acrílics en suspensió aquosa.		
Costos directes	23,33	

7.2.1.3.EXTRADOSSAT INTERIOR

ZFT021	m²	Sistema "ISOVER" d'aïllament termoacústic i extradossat autoportant interior.
Rehabilitació energètica de façanes i particions mitjançant el sistema "ISOVER" d'aïllament termoacústic i extradossat autoportant, col·locat en particions interiors i per l'interior de tancaments verticals, format per placa de guix laminat A / UNE-EN 520 - 1200 / longitud / 15 / amb les vores longitudinals afinades, cargolada directament a una estructura autoportant travada, i aïllament de panell rígid de llana mineral Arena d'alta densitat, Arena Óptima "ISOVER", segons UNE-EN 13162, de 15 mm d'espessor, no revestit, col·locat en l'espai entre el parament i les mestres; barrera de vapor; i dues mans de pintura plàstica, color blanc, acabat mat, textura llisa, (rendiment: 0,1 l/m² cada mà); prèvia aplicació d'una mà d'emprimació a base de copolímers acrílics en suspensió aquosa.		
Costos directes	53,22	

7.2.1.4.FAÇANA VENTILADA

ZVE010	m²	Sistema de façana ventilada, de placa ceràmica extruida, per a revestiment exterior de façana existent
Rehabilitació energètica de façana, mitjançant sistema de façana ventilada, de 1,6 cm d'espessor, format per plaques ceràmiques extrudides alveolars, lleugeres, de 300 mm d'altura, de 700 a 1200 mm de longitud i 16 mm de gruix, gamma de colors naturals, col·locades mitjançant sistema d'ancoratge horitzontal continu ocult, sobre subestructura suport composta de perfils verticals en T, perfils horitzontals per a sustentació, molls i mènsules per retenció dels perfils verticals subjectes mitjançant ancoratges i cargols, i aïllament de panell de llana mineral, segons UNE-EN 13162, de 60 mm d'espessor, revestit per una de les seves cares amb un vel negre, fixat mecànicament sobre façana existent.		
Costos directes	131,97	

7.2.1.5.EXTRADOSSAT INTERIOR DE LA COBERTA

ZHD030	m²	Sistema "ROCKWOOL" d'aïllament per l'interior, sota forjat.
Rehabilitació energètica mitjançant el sistema "ROCKWOOL" d'aïllament termoacústic per l'interior, sota el forjat inclinat, mitjançant la col·locació de panell semirígid de llana de roca volcànica Rockcalm -E- 211 "ROCKWOOL", segons UNE-EN 13162, no revestit, de 80 mm d'espessor, fixat mecànicament; fals sostre continu adossat llis (12,5+27+27), amb una placa de guix laminat A / UNE-EN 520 - 1200 / longitud / 12,5 / amb les vores longitudinals afinades, fixada a mestres separades 1000 mm entre eixos i fixades al sostre o element suport mitjançant ancoratges directes; i dues mans de pintura plàstica, color blanc, acabat mat, textura llisa, (rendiment: 0,1 l/m² cada mà); prèvia aplicació d'una mà d'emprimació a base de copolímers acrílics en suspensió aquosa.		
Costos directes	49,31	

7.2.1.6.AÏLLAMENT PER L'EXTERIOR DE LA COBERTA

ZHI012	m²	Sistema "ROCKWOOL" d'aïllament termoacústic per l'exterior de coberta inclinada.
Rehabilitació energètica de coberta inclinada amb un pendent mitjà del 30% a menys de 20 m d'altura, mitjançant la incorporació d'aïllament termoacústic per l'exterior de la coberta, format per panell semirígid de llana de roca volcànica Alpharock -E- 225 "ROCKWOOL", segons UNE-EN 13162, no revestit, de 80 mm d'espessor, col·locat entre llates d'empostissar de fusta, fixat mecànicament al suport; previ desmuntatge de la capa de cobertura de teula ceràmica corba, col·locada amb morter, amb mitjans manuals i càrrega manual 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 mixta, color vermell, 43x26 cm, fixada amb cargols rosca-fusta sobre llistons de fusta, formant una cambra d'aire ventilada per sobre de l'aïllament.		
Costos directes	119,49	

7.2.1.7.FUSTERIA EXTERIOR

ZBC040	m²	Substitució de fusteria exterior envidrada, per fusteria d'alumini "CORTIZO", amb ruptura de pont tèrmic i envidriament amb càmera.
Rehabilitació energètica de tancaments de buits de façana, mitjançant l'aixecat de la fusteria envidrada existent, de qualsevol tipus, situada en façana, amb mitjans manuals i càrrega manual d'enderrocs sobre camió o contenidor, i substitució per porta d'alumini, sèrie Cor-70 Hoja Oculta CC16 "CORTIZO", amb trencament de pont tèrmic, dues fulles practicables, amb obertura cap a l'interior, dimensions 1600x2000 mm, acabat lacat RAL, amb pany de seguretat, sense bastiment de base, i doble envidriament trempat, de baixa emissió tèrmica i seguretat (laminar), de color blau 6/16/4+4, amb falques i segellat continu.		
Costos directes	534,00	

7.2.2.RESUSLTATS GLOBALS DE LES INVERSIONS.

Davant les diferents tipologies edificatòries que s'han detectat en aquest estudi i els punts de l'envolvent a rehabilitar per tal de millorar l'eficiència energètica dels edificis, s'ha considerat oportú separar les actuacions segons: façana, coberta i obertures.

S'han analitzat els diferents costos per separat i englobant les diferents opcions possibles segons els nivells d'intervenció, per a trobar el cost de rehabilitació de la totalitat dels edificis objecte d'aquest estudi.

Per determinar un cost aproximat de la rehabilitació d'aquests edificis hem considerat que a tots els edificis aïllats li aplicarem un sistema S.A.T.E., en canvi a tots els edificis entre mitgeres hem escollit el sistema del trasdossat interior com a millora tèrmica i els edificis en testera optem per un insuflat en la cambra d'aire. Referent a la coberta hem establert com a criteri la solució de aïllament per l'exterior ja que a molts casos trasdossar el forjat per l'interior no és possible.

En la fitxa on tenim documentat tots els aspectes que hem anat recollint de cada un dels edificis, hem calculat el cost aproximat per intervenció de cada edifici segons els criteris que hem considerat en l'anterior paràgraf.

7.2.2.1.REHABILITACIÓ DE LA FAÇANA

Considerant els sistemes definits anteriorment, el cost total de rehabilitació únicament de les façanes és de: 3.970.260,88€. Amb aquesta inversió, milloraries les característiques tèrmiques de la façana dels 147 edificis estudiats.

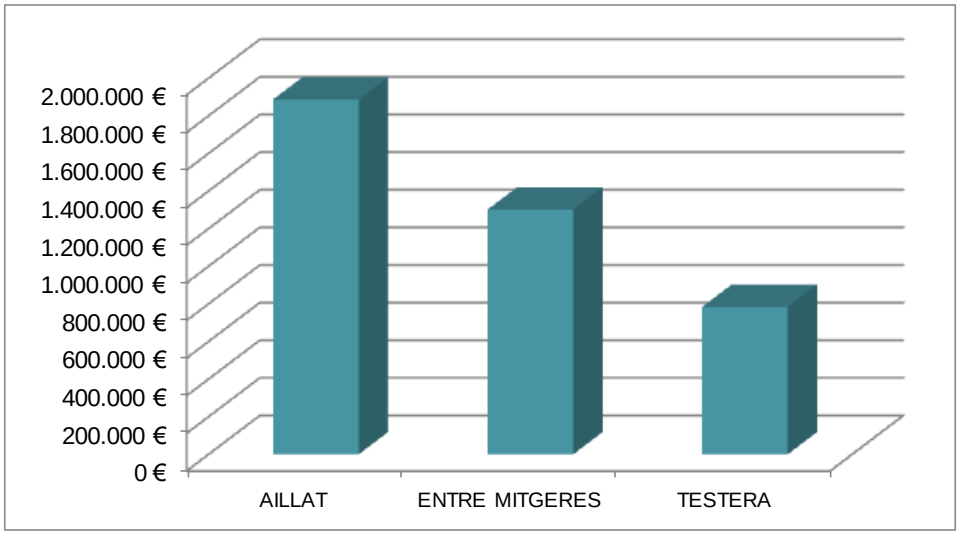


Figura 7.15 *Font pròpia

INTERVENCIÓ:	FAÇANA
AILLAT	1.886.376,34 €
ENTRE MITGERES	1.300.731,78 €
TESTERA	783.152,76 €
Total	3.970.260,88 €

Figura 7.16 *Font pròpia

7.2.2.2.REHABILITACIÓ DE COBERTA:

Considerant el sistema anteriorment citat, aïllant la coberta per l'exterior de l'edifici, el cost total de rehabilitació únicament de les cobertes és de: 5.714.064,14 €. Amb aquesta inversió, milloraries les característiques tèrmiques de la coberta de 147 edificis estudiats.

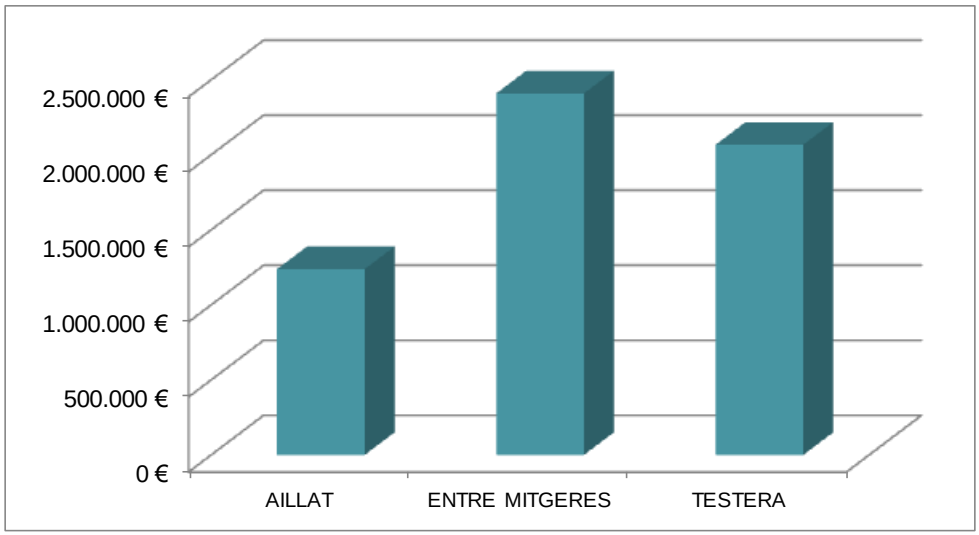


Figura 7.17 *Font pròpia

INTERVENCIÓ:	COBERTA
AILLAT	1.237.844,90 €
ENTRE MITGERES	2.409.164,48 €
TESTERA	2.067.054,76 €
Total	5.714.064,14 €

Figura 7.18 *Font pròpia

7.2.2.3. SUBSTITUCIÓ DE LES OBERTURES:

Considerant el canvi de les obertures amb les característiques anteriorment descrites, el cost total de la substitució de les obertures dels 147 edificis estudiats és de: 14.572.399,16 €.

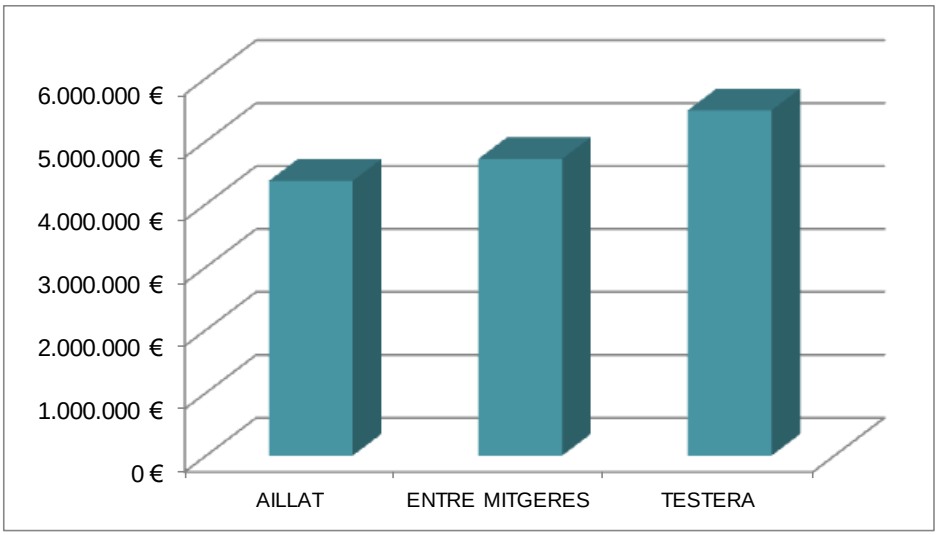


Figura 7.19 *Font pròpia

INTERVENCIÓ:	OBERTURES
AILLAT	4.367.547,55 €
ENTRE MITGERES	4.716.234,60 €
TESTERA	5.488.617,01 €
Total	14.572.399,16 €

Figura 7.20 *Font pròpia

7.2.2.4.INTERVENCIÓ EN LA FAÇANA I LES OBERTURES:

Considerant els dos sistemes descrits anteriorment, aïllant la façana amb un sistema SATE i substituint les obertures segons les característiques descrites, la inversió total de rehabilitació és de: 18.542.660,04 €.

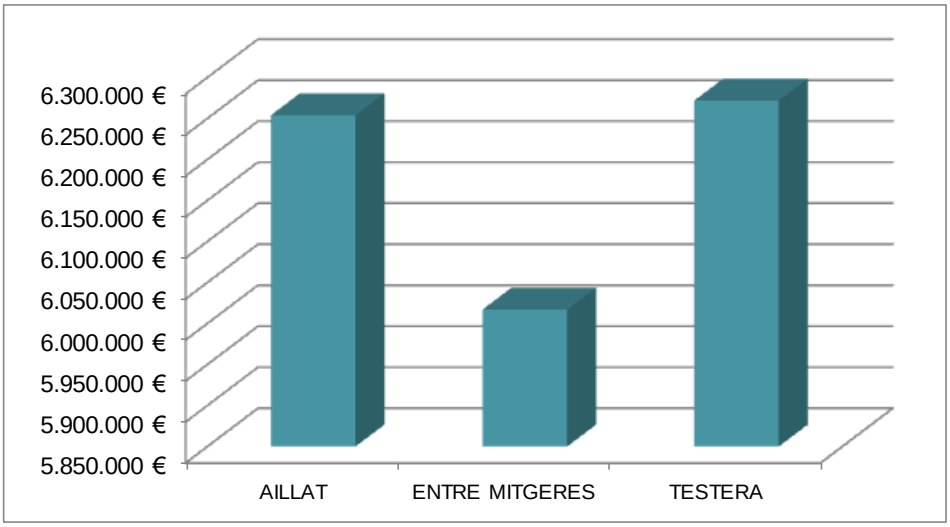


Figura 7.21 *Font pròpia

INTERVENCIÓ:	FAÇANA + OBERTURES
AILLAT	6.253.923,89 €
ENTRE MITGERES	6.016.966,38 €
TESTERA	6.271.769,77 €
Total	18.542.660,04 €

Figura 7.22 *Font pròpia

7.2.2.5.INTERVENCIÓ EN LA FAÇANA I LA COBERTA:

Considerant els dos sistemes descrits anteriorment, aïllant la façana amb un sistema SATE i refent l'aïllament de la coberta, la inversió total de rehabilitació és de: 9.684.325,03 €.

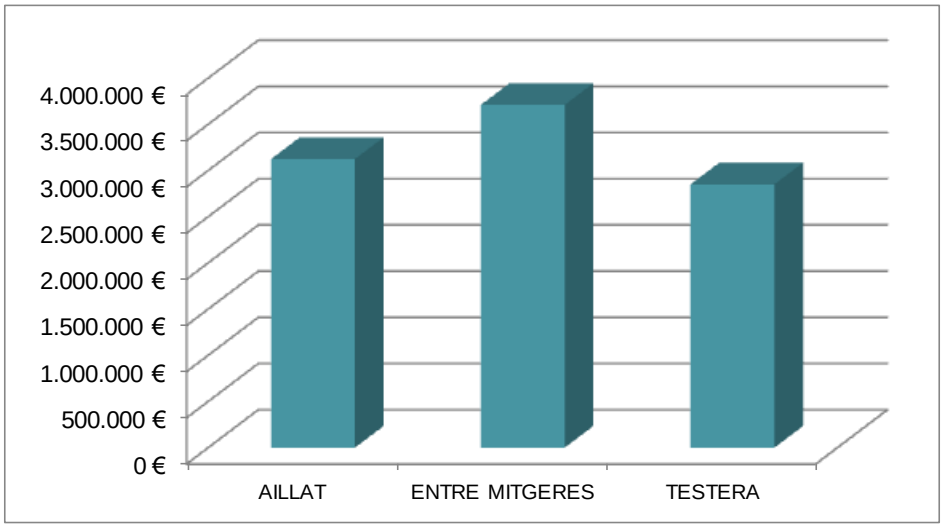


Figura 7.23 *Font pròpia

INTERVENCIÓ:	FAÇANA + COBERTA
AILLAT	3.124.221,24 €
ENTRE MITGERES	3.709.896,27 €
TESTERA	2.850.207,52 €
Total	9.684.325,03 €

Figura 7.24 *Font pròpia

7.2.2.6.INTERVENCIÓ EN LA COBERTA I LES OBERTURES:

Considerant els dos sistemes descrits anteriorment, substituint l'aïllament de la coberta i substituint les obertures segons les característiques descrites, la inversió total de rehabilitació és de: 20.286.463,30 €

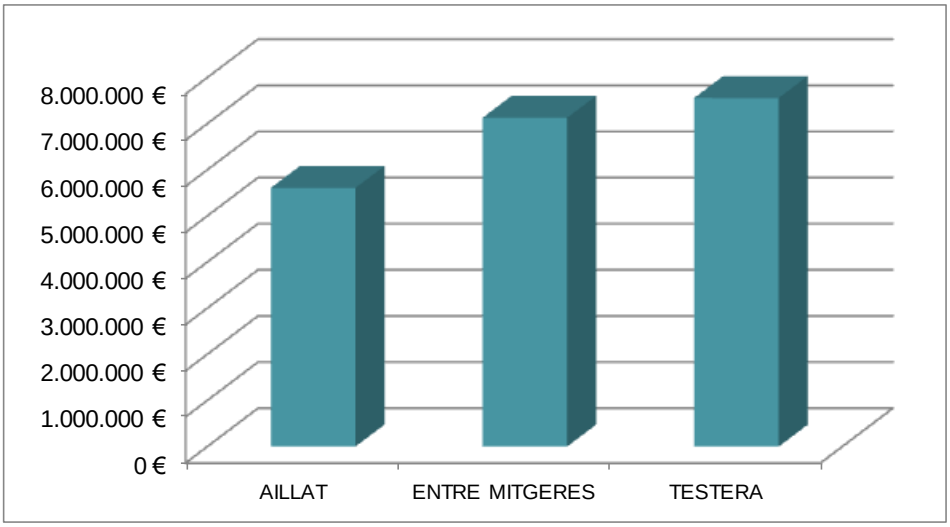


Figura 7.25 *Font pròpia

INTERVENCIÓ:	COBERTA + OBERTURES
AILLAT	5.605.392,45 €
ENTRE MITGERES	7.125.399,08 €
TESTERA	7.555.671,77 €
Total	20.286.463,30 €

Figura 7.26 *Font pròpia

7.2.2.7.REHABILITACIÓ INTEGRAL:

Englobant tots els sistemes descrits, i per tant, realitzant una rehabilitació integral en tots els edificis objecte d'estudi, la inversió total és de: 24.256.724,19 €.

Aplicant un sistema SATE en totes les façanes, aïllant novament totes les cobertes i substituint la totalitat de les obertures per finestres d'altes prestacions, es pot afirmar que la ciutat d'Olot milloraria l'envolvent de tots els seus edificis estudiats en aquest treball i a més, milloraria l'eficiència energètica reduint notablement el consum d'energia de cada llar.

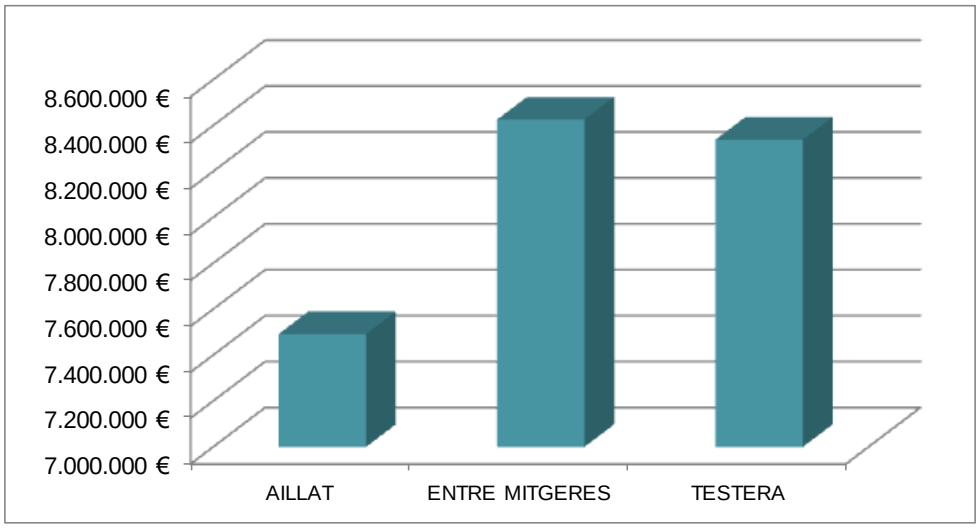


Figura 7.27 *Font pròpia

INTERVENCIÓ:	REHABILITACIÓ INTEGRAL
AILLAT	7.491.768,79 €
ENTRE MITGERES	8.426.130,87 €
TESTERA	8.338.824,53 €
Total	24.256.724,19 €

Figura 7.28 *Font pròpia

8.ESTUDI D'UN MODEL D'EDIFICI REPRESENTATIU DE LA CIUTAT D'OLOT

A continuació, s'ha estudiat el comportament energètic d'un edifici representatiu de la ciutat d'Olot per obtenir les dades més aproximades traduïdes en consum i demanda.

Figura 8.1.
Font: Pròpia

S'ha calculat el mateix edifici en estat actual i aplicant-li unes mesures de millora amb la finalitat de trobar dades que ens ajudin a traduir en cost, amortització i estalvi, realitzant-ne un comparatiu a nivell energètic, dels sistemes de rehabilitació proposats.

Hem considerat oportú escollir un edifici aïllat degut a que les dades són més restrictives energèticament. És a dir, tenim més superfície de façana en contacte amb l'exterior i sense tancaments que limitin amb espais dotats de climatització.

Expedient Municipal	OMA 3-174
Situació	C/ Compositor Prat Forga 9-11
Any de construcció	2003
Tipologia	Aïllat
Nº de Plantes	PS+PB+3PP+SC
Nº d'habitatges	18
Superfície construïda total	3.233,82 m^2
Alçada lliure entre plantes	2,5m
Superfície façana nord	225 m^2
Total buits façana nord	43,02 m^2
Superfície façana est	465,625 m^2
Total buits façana est	88,94 m^2
Superfície façana oest	465,63 m^2
Total buits façana oest	88,99 m^2
Superfície façana sud	225 m^2
Total buits façana sud	43,01 m^2
Superfície de coberta	521,50 m^2
Transmitància tèrmica de la façana	0,544 W/m2K
Massa de la façana	240,6 kg/m2
Transmitància tèrmica de la coberta	0,805 W/m2K
Massa de la coberta	270,24 kg/m2
Instal·lacions	Caldera mixta de gas

8.1.CÀLCUL DE LA DEMANDA ENERGÈTICA

Amb les dades esmentades anteriorment i utilitzant el programa reconegut per la certificació energètica d'edificis existents, el CE3X, s'ha calculat la qualificació energètica actual de l'edifici en qüestió.

Per fer-ho, s'han tingut en compte tots els valors de superfícies tant de façana, coberta com de buits, extretes de l'expedient d'obra consultat. A més, s'han utilitzat les transmitàncies tèrmiques i les masses de façana i coberta calculades per aquest edifici i els altres objecte d'estudi.

	EDIFICI REFERÈNCIA
QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA	E
EMISSIONS GLOBALS KgCO2/m2	33,5
DEMANDA CALEFACCIÓ KWh/m2	69,7
DEMANDA REFRIGERACIÓ KWh/m2	2,5
EMISSIONS CALEFACCIÓ KgCO2/m2	28,4
EMISSIONS DE REFRIGERACIÓKgCO2/m2	0,4
EMISSIONS ACS KgCO2/m2	4,6

Figura 8.2.
Font: Pròpia

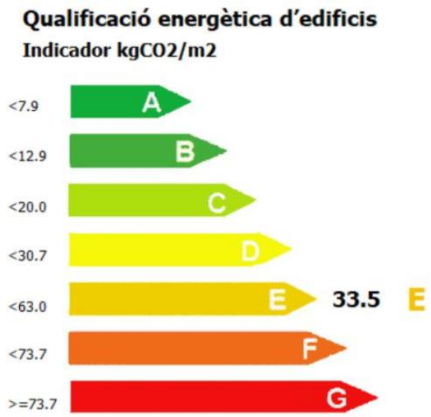


Figura 8.3.
Font: Pròpia CE3X

La qualificació energètica obtinguda està a la part baixa de l'escala, concretament una E, amb les emissions globals situades als 33,5 kgCO2/m2.

Podem comprovar com la demanda de calefacció es relativament elevada, concretament es situa als 69,7 Kwh/m2, mentre que la demanda de refrigeració es situa molt per sota, justament als 2,5 Kwh/m2. Per tant podem afirmar que la major part del consum d'energia d'aquest edifici es destina a calefactar-lo en èpoques hivernals.

Igualment passa amb les emissions de calefacció, situades als 28,4 kgCO2/m2, molt per sota es situen les emissions destinades a refrigeració, que són pràcticament nul·les.

En aquest estudi, ens basarem amb la demanda de calefacció, ja que com s'ha pogut comprovar que la demanda de refrigeració és baixa i la majoria d'aquests edificis no disposen de sistemes de refrigeració, per tant, en la demanda de calefacció és on podem adquirir la major reducció de la

energia necessària i de les emissions de gasos a l'atmosfera quan s'apliquen millores en l'envolvent.

8.2. RESULTATS DE LES MILLORES ENERGÈTIQUES

Per tal de poder trobar resultats hem aplicat millores tenint en compte alguns dels sistemes de rehabilitació explicats al punt 7, per tant calcularem els resultats d'aquest edifici aplicant millores en la façana, comparant el resultat de posar un aïllament per l'exterior, aplicant aïllament per l'interior i també insuflant aïllament en la cambra. També veurem els resultats d'aplicar aïllament per l'exterior de la coberta i la incidència que representa el canvi de obertures.

	EDIFICI REFERÈNCIA	INSUFLAT	TRASDOSSAT INTERIOR	SATE	COBERTA	VIDRES	SATE + COBERTA	SATE+COBERTA +VIDRES	INSUFLAT + COBERTA + VIDRES	TRASDOSSAT + COBERTA + VIDRES
QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA	**E**	E	D	C	E	E	C	C	D	D
EMISSIONS GLOBALS KgCO2/m2	**33,5**	32,6	27,1	16,7	32,3	31,6	15,4	13,9	30,3	24,3
DEMANDA CALEFACCIÓ KWh/m2	**69,7**	67,7	53,8	27,5	67,1	66,1	24,2	21,4	62,6	47,6
DEMANDA REFRIGERACIÓ KWh/m2	**2,5**	2,2	3,2	5,6	2,2	0,4	5,5	3,2	1,1	1,4
EMISSIONS CALEFACCIÓ KgCO2/m2	**28,4**	27,6	21,9	11,2	27,4	27	9,9	8,7	25,5	19,4
EMISSIONS DE REFRIGERACIÓKgCO2/m2	**0,4**	0,4	0,5	0,9	0,4	0,1	0,9	0,5	0,2	0,2
EMISSIONS ACS KgCO2/m2	**4,6**	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
%Estalvi demanda	**0%**	**2,87%**	**22,81%**	**60,55%**	**3,73%**	**5,16%**	**65,28%**	**69,30%**	**10,19%**	**31,71%**
% Estalvi emisions	**0%**	**2,69%**	**19,10%**	**50,15%**	**3,58%**	**5,67%**	**54,03%**	**58,51%**	**9,55%**	**27,46%**

Figura 8.4. Font: Pròpia

En aquesta taula s'agrupen els resultats obtinguts aplicant els diferents sistemes i diferents combinacions de millores proposades.

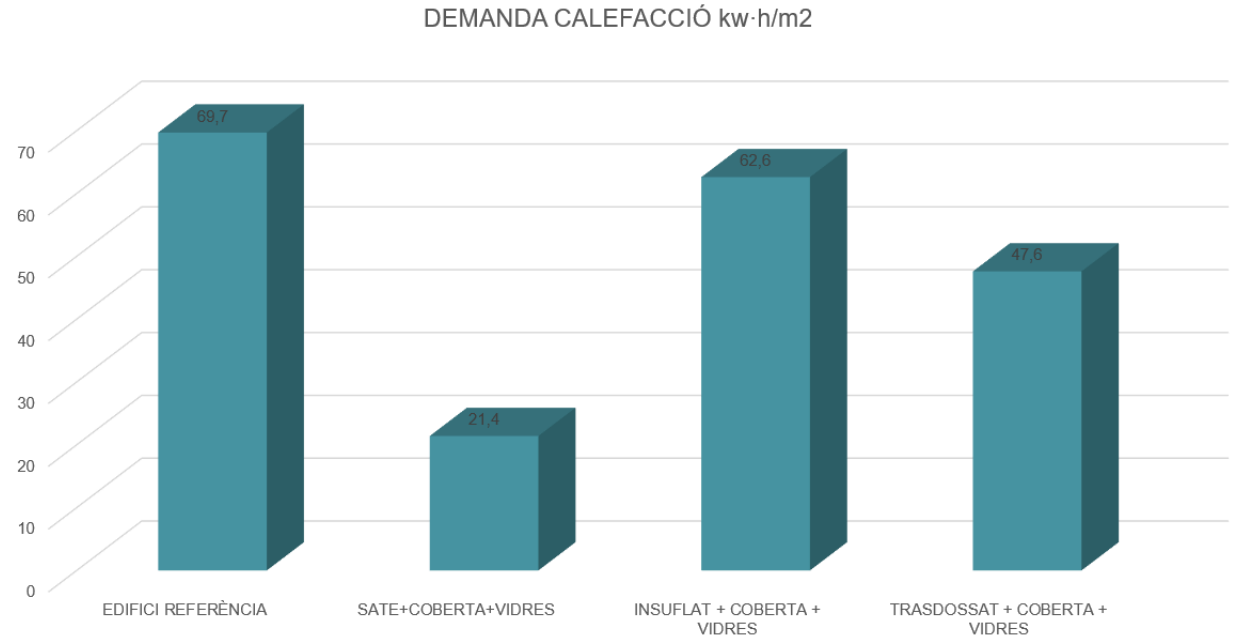


Figura 8.5. Font: Pròpia

Veient els resultats s'observa que el fet d'aplicar aïllament per l'exterior, com és el cas del sistema SATE (Façana ventilada obtindria resultats semblants), redueix en gran quantitat la demanda energètica i les emissions de CO2, aquest fet és a causa de la resolució dels ponts tèrmics del tancament. Com a segon sistema de millora en la façana podem observar que realitzar un insuflat no aporta gran millora energètica perquè encara que augmentis el gruix de l'aïllament no pots solucionar cap pont tèrmic. El tercer sistema utilitzat és l'extradossat interior que ens proporciona una millora major del 22%, aquest resultat és degut a que amb aquest sistema pots reduir alguns dels ponts tèrmics com els que es troben als brancals.

Referent a les obertures, obtenim una millora de la demanda energètica per sobre del 5%. Aquest resultat pot sobtar ja que les obertures poden tenir una gran incidència en la demanda final de l'edifici. Aquesta millora hagués estat molt major si aquest edifici tingues finestres amb vidre senzill o un marc d'alumini sense tall de pont tèrmic, ja que són un dels factors que provoquen una reducció considerable en les demandes i emissions de l'edifici.

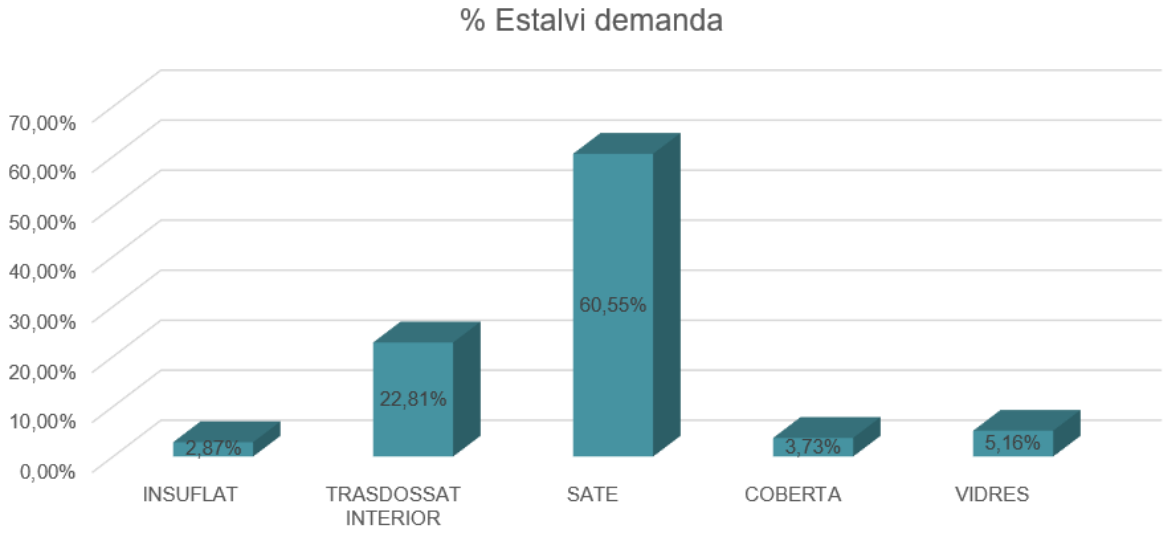


Figura 8.6.

Font: Pròpia

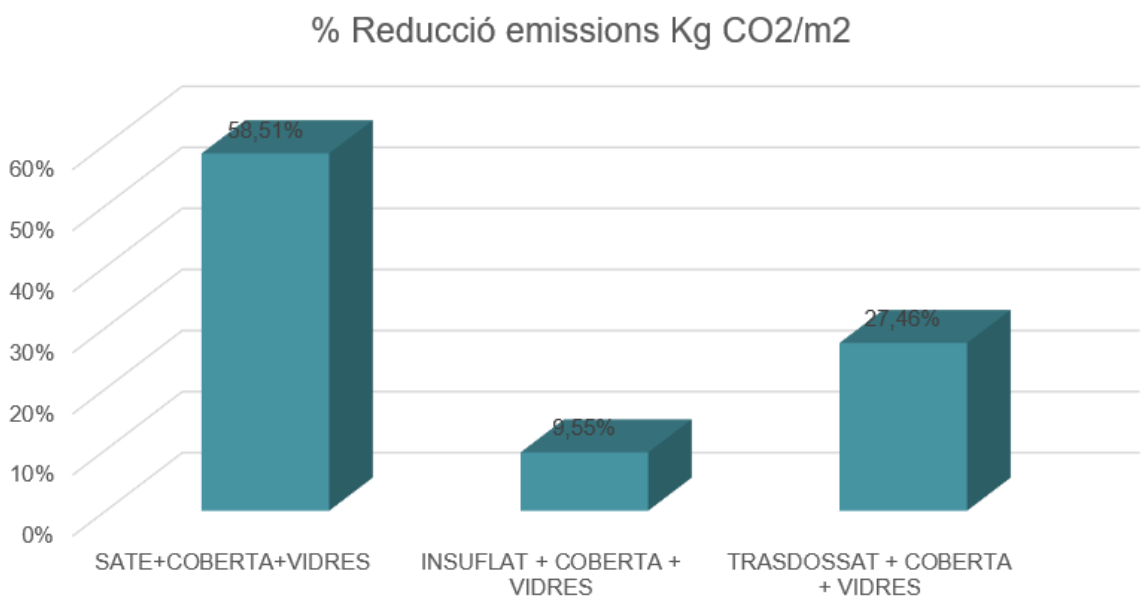


Figura 8.7.

Font: Pròpia

En el cas de rehabilitar per complet l'envolvent tèrmic amb un sistema SATE per l'exterior, obertures noves i posant aïllament per sobre de la coberta, obtenim una reducció de gairebé el 70% de la demanda energètica i aproximadament del 60% de les emissions de CO2.

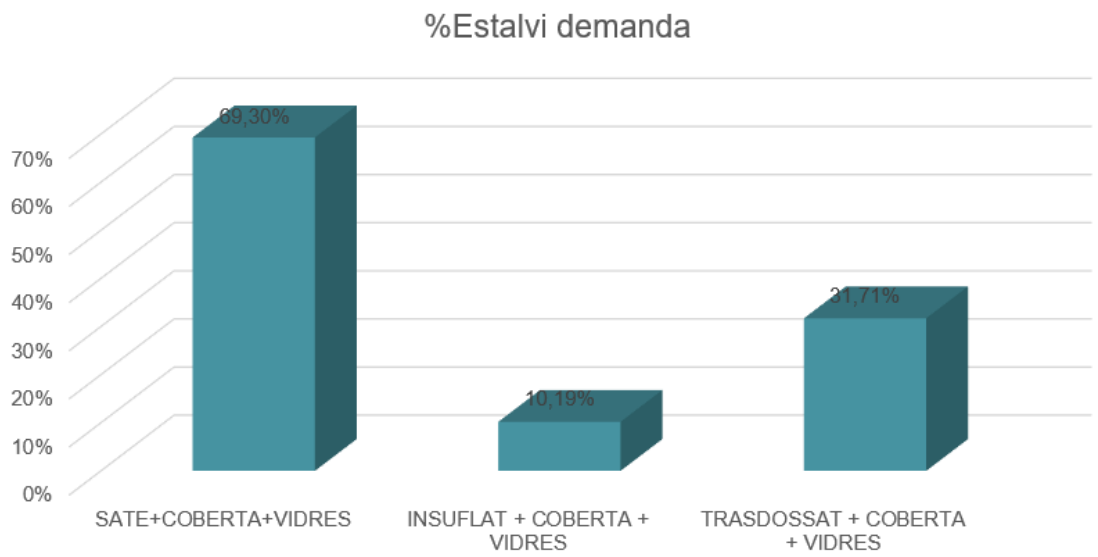


Figura 8.9.

Font: Pròpia

8.3 AMORTITZACIÓ ECONÒMICA

El primer pas a realitzar que necessitem per trobar l'amortització és trobar l'estalvi energètic anual que ens proporciona la possible millora a aplicar. Per trobar aquest valor multipliquem el preu de l'energia (preu aproximat del gas: 0,05 €/KWh) per la diferència del consum energètic anual entre l'edifici en estat actual i l'edifici aplicant les millores.

	EDIFICI REFERÈNCIA	INSUFLAT	TRASDOSSAT INTERIOR	SATE	COBERTA
KWh	225397,254	218929,614	173979,516	88930,05	216989,322
Estalvi anual bloc €	11.269,86 €	323,38 €	2.570,89 €	6.823,36 €	420,40 €
Estalvi anual mig habitatge €	626,10 €	17,97 €	142,83 €	379,08 €	23,36 €
%Estalvi econòmic		2,87%	22,81%	60,55%	3,73%
	VIDRES	SATE + COBERTA	SATE+COBERTA+ VIDRES	INSUFLAT + COBERTA + VIDRES	TRASDOSSAT + COBERTA + VIDRES
KWh	213755,502	78258,444	69203,748	202437,132	153929,832
Estalvi anual bloc €	582,09 €	7.356,94 €	7.809,68 €	1.148,01 €	3.573,37 €
Estalvi anual mig habitatge €	32,34 €	408,72 €	433,87 €	63,78 €	198,52 €
%Estalvi econòmic	5,16%	65,28%	69,30%	10,19%	31,71%

Figura 8.10.

Font: Pròpia

Per calcular l'amortització lineal de les millores d'aquest cas s'ha de dividir la inversió a realitzar per a cada sistema de millora i dividir per l'estalvi anual d'aquest.

	estalvi d'energia	estalvi econòmic	inversió	periòde retorn
INSUFLAT	2,00	323,38 €	26.066,38 €	80,61
TRASDOSSAT INTERIOR	15,90	2.570,89 €	59.462,17 €	23,13
SATE	42,20	6.823,36 €	140.954,64 €	20,66
COBERTA	2,60	420,40 €	62.314,05 €	148,23
VIDRES	3,60	582,09 €	140.954,64 €	242,15
SATE + COBERTA	45,50	7.356,94 €	203.268,69 €	27,63
SATE+COBERTA+VIDRES	48,30	7.809,68 €	344.223,33 €	44,08
INSUFLAT + COBERTA + VIDRES	7,10	1.148,01 €	229.335,07 €	199,77
TRASDOSSAT + COBERTA + VIDRES	22,10	3.573,37 €	262.730,86 €	73,52

Figura 8.11.

Font: Pròpia

Però al tractar-se de rehabilitacions energètiques hem de tenir en compte varis aspectes. Els aspectes econòmics que hem de tenir en compte en aquest tipus de amortitzacions són les variacions anuals del preu de l'energia, la taxa d'inflació i la taxa d'interès. Hem de calcular aquesta amortització d'aquesta manera ja que no hem de calcular el que ens costa la inversió amb els valors econòmics actuals sinó que hem de tenir en compte que els preus de les energies es van encarint cada any i valors com la inflació de l'IPC.

Per calcular l'amortització ho farem amb el sistema VAN(Valor Actualitzat Net), que calcular la recuperació de la inversió tenint en compte aquests estalvis futurs.

$$VAN = ESTALVIS\ FUTURS\ ACTUALITZATS - COST\ NET\ DE\ LA\ INVERSIÓ$$

El següent pas serà calcular l'estalvi energètic actualitzat, ja que aquest estalvi no és lineal. Per fer aquest càlcul haurem de tenir en compte l'increment anual de l'energia que l'hem estipulat en un 5,99% (dades extretes de preciogas, empresa selectra), la taxa d'interès nominal establerta en 0,60% i la taxa d'inflació prevista, de 1,20%.

$$Estalvi\ energètic\ acutalitzat = (1 + KP)/(1 + T)\ x\ Estalvi\ energètic\ anual$$

On: Kp=Increment anual previst del preu de l'energia

T= Taxa de descompte (Taxa d'interès nominal +Taxa d'inflació prevista)

Realitzant aquest tipus d'amortització hem adquirit un període de retorn de la inversió inicial en el cas de realitzar una rehabilitació completa de l'edifici utilitzant el sistema SATE a la façana. Aquest temps d'amortització de la inversió per aquests sistemes és de poc més de 25 anys.

SISTEMA SATE+COBERTA+VIDRES				
	Estalvis futurs		VAN	
Anys	parcials (€)	Acumulats	€	%
1	8.131,11 €	8.131,11 €	- 336.092,22 €	-97,64%
2	8.465,78 €	16.596,90 €	- 327.626,43 €	-95,18%
3	8.814,23 €	25.411,13 €	- 318.812,20 €	-92,62%
4	9.177,01 €	34.588,14 €	- 309.635,19 €	-89,95%
5	9.554,73 €	44.142,88 €	- 300.080,45 €	-87,18%
6	9.948,00 €	54.090,87 €	- 290.132,46 €	-84,29%
7	10.357,45 €	64.448,32 €	- 279.775,01 €	-81,28%
8	10.783,75 €	75.232,07 €	- 268.991,26 €	-78,14%
9	11.227,60 €	86.459,68 €	- 257.763,65 €	-74,88%
10	11.689,72 €	98.149,40 €	- 246.073,93 €	-71,49%
11	12.170,86 €	110.320,25 €	- 233.903,08 €	-67,95%
12	12.671,80 €	122.992,06 €	- 221.231,27 €	-64,27%
13	13.193,36 €	136.185,42 €	- 208.037,91 €	-60,44%
14	13.736,39 €	149.921,81 €	- 194.301,52 €	-56,45%
15	14.301,77 €	164.223,57 €	- 179.999,76 €	-52,29%
16	14.890,42 €	179.113,99 €	- 165.109,34 €	-47,97%
17	15.503,29 €	194.617,28 €	- 149.606,05 €	-43,46%
18	16.141,39 €	210.758,67 €	- 133.464,66 €	-38,77%
19	16.805,76 €	227.564,43 €	- 116.658,90 €	-33,89%
20	17.497,47 €	245.061,90 €	- 99.161,43 €	-28,81%
21	18.217,65 €	263.279,55 €	- 80.943,78 €	-23,51%
22	18.967,47 €	282.247,03 €	- 61.976,30 €	-18,00%
23	19.748,16 €	301.995,19 €	- 42.228,14 €	-12,27%
24	20.560,98 €	322.556,16 €	- 21.667,17 €	-6,29%
25	21.407,25 €	343.963,41 €	- 259,92 €	-0,08%
26	22.288,35 €	366.251,76 €	22.028,43 €	6,40%

Figura 8.12.

Font: Pròpia

Aquesta inversió es pot reduir en el cas de rebre subvencions, ja que existeixen varies ajudes per a la rehabilitació energètica en l'àmbit autonòmic, estatal i europeu. Per exemple en l'àmbit estatal hi ha el programa PAREER-CRECE que subvenciona les millores energètiques en l'envolvent fins a un 30% del seu cost, i també ajuda finançant aquestes millores amb un prestem de fins el 60% de la intervenció.

En el cas d'aplicar una subvenció del 30% d'aquesta rehabilitació completa de l'envolvent tèrmic de l'edifici, la intervenció es pot amortitzar en un termini inferior a 20 anys.

En tot cas cada edifici s'ha de estudiar individualment, ja que si l'edifici a rehabilitar ja gaudeix de bones obertures o una coberta amb un cert aïllament i en bon estat, es podria rehabilitar únicament la façana per tal de reduir el consum. Si apliquéssim únicament el sistema SATE en aquest edifici podríem amortitzar la inversió en tant sols 15 anys sense tenir en compte cap subvenció.

SISTEMA SATE				
	Estalvis futurs		VAN	
Anys	parcials (€)	Acumulats	€	%
1	7.104,20 €	7.104,20 €	- 133.850,44 €	-38,88%
2	7.396,61 €	14.500,81 €	- 126.453,83 €	-36,74%
3	7.701,04 €	22.201,86 €	- 118.752,78 €	-34,50%
4	8.018,01 €	30.219,87 €	- 110.734,77 €	-32,17%
5	8.348,03 €	38.567,90 €	- 102.386,74 €	-29,74%
6	8.691,63 €	47.259,52 €	- 93.695,12 €	-27,22%
7	9.049,36 €	56.308,89 €	- 84.645,75 €	-24,59%
8	9.421,83 €	65.730,71 €	- 75.223,93 €	-21,85%
9	9.809,62 €	75.540,34 €	- 65.414,30 €	-19,00%
10	10.213,38 €	85.753,72 €	- 55.200,92 €	-16,04%
11	10.633,75 €	96.387,47 €	- 44.567,17 €	-12,95%
12	11.071,43 €	107.458,90 €	- 33.495,74 €	-9,73%
13	11.527,12 €	118.986,02 €	- 21.968,62 €	-6,38%
14	12.001,57 €	130.987,58 €	- 9.967,06 €	-2,90%
15	12.495,54 €	143.483,12 €	2.528,48 €	0,73%

Figura 8.13.

Font: Pròpia

9.CONCLUSIONS FINALS

Després d'accedir a gairebé 200 expedients referents a projectes de construcció d'edificis plurifamiliars de la ciutat d'Olot durant els anys del "boom immobiliari", hem pogut analitzar aspectes de l'envolvent tèrmic d'aquests edificis que ens han servit per determinar els sistemes constructius i materials més utilitzats durant aquest període. Això ens ha permès esbrinar problemes o possibles millores que es puguin aplicar en aquests edificis per disminuir el consum energètic i les emissions de CO2 i alhora reduir la despesa en energia dels habitants.

Una de les primeres coses que hem observat és que molts dels paràmetres extrets dels projectes eren incongruents, ens referim a que moltes parts de les memòries i detalls eren gairebé còpies d'altres edificis realitzats per la mateixa empresa o arquitecte. També hem vist que en alguns casos els materials o aspectes definits en la memòria no concordaven amb els descrits en el pressupost o en els plànols, per tant semblaven extractes d'altres projectes que alhora d'unir-los no lligaven. En alguns casos hem exclòs projectes ja que aquests no disposaven de la informació mínima (composició façana o coberta) per tal de poder incloure l'edifici a l'estudi. Tot i no trobar aquesta informació mínima hem vist que 39 edificis estan construïts, per tant se'ls hi va donar llicència d'obres amb un projecte incomplert.

Com a segona observació important és que no es veuen variacions considerables en els sistemes constructius utilitzats, és a dir, durant aquests anys es segueix construint de la forma tradicional sense haver grans millores en els sistemes ni augmentant la varietat. Aquests sistemes tradicionals com hem vist en l'apartat 7, generen multitud de pèrdues a causa dels nombrosos ponts tèrmics.

Aquesta manca de varietat en els sistemes constructius i solucions adoptades en els edificis i les incongruències o falta d'informació en els projectes creiem que és degut per el sobtat augment de volum de feina i per tant manca de temps dels tècnics redactors. Aquest volum de construcció que va sorgir durant aquest període va provocar l'exigència, per part dels promotors, de reduir el temps de redacció del projecte, per tant molts tècnics no buscaven noves solucions constructives o millorar antics problemes sinó que adoptaven criteris d'edificis ja construïts que complissin la normativa i els copiaven en els seus nous edificis.

Malauradament creiem que en el moment de construir aquests edificis va passar com els projectes, de fora poden semblar complerts però si els observes amb detall et pots trobar sorpreses. En aquestes construccions s'han utilitzat els acabats per amagar en primer moment problemes que poden originar un augment de les pèrdues energètiques o l'aparició de patologies

futures. Per exemple, molts d'aquests edificis pateixen problemes d'humitats a causa de les males solucions o de la mala execució de les entregues entre materials (Figura 9.1: mala entrega entre el pilar i el forjat; Figura 9.2: Problemes importants d'humitat en la façana)

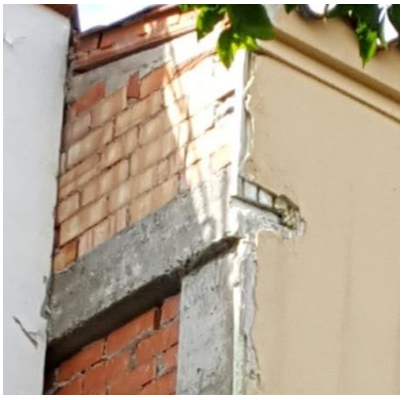


Figura 9.1.

Font: Pròpia

Figura 9.2.

Font: Pròpia

Amb les dades extretes referents a les millores en l'envolvent dels edificis, podem recomanar, sempre que sigui possible, rehabilitar la façana utilitzant un sistema d'aïllament per l'exterior com el sistema SATE o un sistema de façana ventilada. Aquests sistemes et garanteixen una gran millora energètica aconseguint una reducció de la demanda energètica, i per tant de la despesa en calefacció del 60% i evitar així reduir aproximadament el 50% de les emissions de CO2 amb una amortització de tant sols 15 anys. A part, aquests sistemes permeten millorar l'estètica de l'edifici i revaloritzar-los, ja que pots solucionar els problemes derivats de les humitats interiors (condensacions) i exteriors.

Aquests sistemes de millora aplicant aïllament per l'exterior estan destinats a comunitats de veïns que vulguin rehabilitar l'envolvent de tot l'edifici, però en el cas que la comunitat no vulgui fer aquesta millora i només la vulgui fer un propietari, es pot decantar per realitzar un insuflat en la cambra d'aire o per fer un extradossat interior. Nosaltres recomanem l'extradossat de cartró guix per l'interior. Aquest sistema suposa una reducció de la superfície útil de l'habitatge, però presenta una reducció de la demanda energètica de més del 22% i una reducció de les emissions de CO2 majors al 19% i es pot amortitzar amb un període de temps lleugerament major que el sistema SATE. Aquest sistema d'extradossat per l'interior és molt millor si el compares amb l'insuflat, que no arriba ni a un 3% de millora de la demanda energètica ni de la reducció d'emissions de CO2 i s'amortitza amb un període de temps molt superior.

Per tant hem vist que tot i que el sistema de millora de la façana d'insuflar aïllament en la cambra d'aire sigui el més barat amb diferència, aquest es el que costa més d'amortitzar i experimenta

una millora mínima. Així doncs en aquests casos les reformes més cares són les que aporten millors resultats i que a la llarga són més rentables.

Respecte a la reforma de coberta creiem oportú rehabilitar-la sempre que aquesta origini problemes de humitats, o es consideri que l'aïllament tèrmic utilitzat està malmès a causa de l'aigua. En el cas dels edificis que ja gaudeixen de aïllaments d'entre 6 i 8 cm i no tenen problemes de filtracions, podem obviar aquesta solució en primer moment ja que la millora energètica, únicament aplicant aquesta millora, no aporta gran reducció de la demanda ni de emissions de CO2 i provoca un termini d'amortització massa elevat per pensar en aplicar únicament aquesta millora.

Una conclusió semblant apliquem a les obertures. Les finestres utilitzades en aquesta època estan composades de vidres amb cambra (normalment 4+6+4) i amb marc metàl·lic majoritàriament (normalment ja amb un petit tall de pont tèrmic). Quan parlem d'obertures podem trobar les grans millores energètiques quan substituïm obertures amb vidre senzill i marc sense ruptura de pont tèrmic o marcs de fusta sense manteniment, però aquest no és el cas majoritari d'aquests edificis, ja que gairebé tots tenen obertures amb doble vidre i cambra intermèdia. Tot i aconseguir una millora de més del 5% de la demanda energètica de l'edifici estudiat, aquestes noves obertures tenen un cost molt elevat i provoca que sigui massa elevada l'amortització aplicant únicament aquesta millora.

En aquest treball ens hem centrat en l'envolvent tèrmic dels edificis, però cal dir que quan fem la rehabilitació energètica d'un edifici no només hem de tenir en compte el seu envolvent, sinó que també s'hauria d'estudiar els sistemes utilitzats en les seves instal·lacions per aconseguir un millor rendiment i al mateix temps millorar la reducció del consum energètic i emissions de CO2.

10. BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA

Boned, Nuria Barriuso i sandra. 2010. *Estudio térmico del edificio de la EPSEB (UPC) mediante certificación con Calener y estudio de Eficiencia Energética mediante Lider.* 2010.

CYPE Ingenieros S, A. 2018. Software per Arquitectura, Enginyeria i Construcció. [En línia] 2018. http://www.generadordepreus.info/.

d'Olot, Ajuntament. 2017. Olot es convertirà en projecte pilot del programa Europace. *El Garrotxí.* 17 / 05 / 2017.

ecológica, Ministerio para la transición. 2018. Energía y desarrollo sostenible. *Eficiéncia energética.* [En línia] 2018. http://www.minetad.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/.

Edificación, CTE Código Técnico de la. Març 2010. *Catálogo de elementos constructivos del CTE.* s.l. : Ministerio de Vivienda, Març 2010.

Edificación, Instituto Valenciano de la. *Propiedades de aislantes térmicos para rehabilitación energética.* s.l. : IVE .

Energética, Fundación para la Eficiéncia. 2018. Normativa Estatal de Eficiencia Energética . [En línia] 2018. http://www.f2e.es/es.

Energètica, Locomotora. 2018. La Locomotora Energètica de la Garrotxa . [En línia] 2018. http://locomotoraenergetica.com/.

Energia, Factor. Eficiencia Energetica. [En línia] https://www.factorenergia.com/.

Espí, Mariano Vázquez. 1999. *Guía de la Edificación Sostenible.* s.l. : Institut Cerdá. Fundación Privada. Ministerio de Fomento. Instituto para la difersificación y ahorro de la energía. , 1999.

EuroPace. 2018. Recipient of EU Horizon 2020 Grant . *Project Led by Case and GNE Finance .* [En línia] 2018. http://www.europace2020.eu/.

Fomento, Ministerio de. Junio 2017. *Documento Básico HE, Ahorro de Energía.* s.l. : Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, Junio 2017.

—. Febrero 2015. *Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de Energía.* Febrero 2015. Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo.

GENCAT. ICAEN. *La Certificació d'Eficiència Energètica d'edificis .* [En línia] http://icaen.gencat.cat/web/.

Girona, Universitat de. 2018. Universitat de Girona. *Càtedra de Processos Industrials Sostenibles.* [En línia] 2018. http://www2.udg.edu/catedres/ProcessosIndustrials/.

Ingenieros, CYPE. Estudio Económico de la Rehabilitación Energética. [En línia] http://www.cype.net/pdfs/estudio_econom_rehabilitacion_energetica_vivienda_edificio.pdf.

ITeC. 2004. *Norma Reglamentària d'edificació sobre aïllament tèrmic NRE-AT-87.* 2004.

l'Energia, Institut Català de. *Estudi sobre la rendibilitat econòmica i idoneïtat de diferents tecnologies energèticament eficients a diferents tipologies d'edificis del sector residencial.* s.l. : Generalitat de Catalunya .

Palomo, M. 2017. *Aislantes Térmicos. Criterios de selección por requisitos energéticos. TFG - UPM.* 2017.

PEP. 2018. Plataforma Edificación Passivhaus. [En línia] 2018. http://www.plataforma-pep.org/.

Pública, Consorci de Medi Ambient i Salut. 2018. SIGMA. [En línia] 2018. http://www.consorcisigma.org/.

Román, F. Javier Neila González / Consuelo Acha. 2014. *Arquitectura Bioclimática y Construcción Sostenible .* s.l. : DAPP Publicaciones Jurídicas , 2014.

Saint-Gobain, Isover. 2018. Isover. *Qué es una Passive House.* [En línia] 2018. https://www.isover.es/.

Solé, Josep. Febrer 2005. *Estudi tecnològic dels aïllaments tèrmics a Catalunya en l'àmbit de l'edificació .* Generalitat de Catalunya, Institut Català de l'Energia : Grup Uralita, Febrer 2005.

Soriano, Núria Garrido. 2010. *Eficiència i Certificació Energètica d'Edificis Residencials.* s.l. : Universitat Politècnica de Catalunya , 2010.

Torné, Kilian Gozalbo. 2012. *Estudi Energètic d'un edifici plurifamiliar d'habitatges situat al municipi de Montcada i Reixac.* 2012.

Velázquez, Isabel. 2000. *A Green Vitrubius.* Madrid : James & James Science Publisher, 2000.

<u>Aplicacions Informàtiques utilitzades:</u>

- Autocad 2017
- CE3X 2.3
- InstaMaps
- Microsoft Office Excel 2007