

Guia de la renovació energètica d'edificis d'habitatges

Envolupant tèrmica i instal·lacions



Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient
i Habitatge
Secretaria d'Habitatge

Guia de la renovació energètica d'edificis d'habitatges

Envolupant tèrmica i instal·lacions



Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient
i Habitatge
Secretaria d'Habitatge

Guia de la renovació energètica d'edificis d'habitatges : envolupant tèrmica i instal·lacions

I. Institut Cerdà II. Catalunya. Secretaria d'Habitatge

1. Habitatges – Aïllament 2. Habitatges – Estalvi d'energia 3. Habitatges – Consum d'energia 4. Rehabilitació de l'habitatge – Aspectes ambientals

620.9:728

© Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient i Habitatge
Secretaria d'Habitatge

Estudi inicial: Institut Cerdà

Revisió d'estil: Víctor Seguí

Amb la participació dels tècnics de la Secretaria d'Habitatge i ADIGSA: Marta Arrufi, Mercè Codina, Anna Mestre, Anna Portolés i Joan Josep Vives

Disseny i maquetació: Ombra Torrada i Aida Fuster

Imatge coberta: Jordi Puig (Can Jofresa. Terrassa)

Tiratge: 1.000 exemplars

1a edició: novembre 2010

Impressió: JOMALSA

Dipòsit Legal: B-45.820-2010



Permesa la reproducció, sempre que se n'esmenti la procedència i no es faci amb finalitats comercials

Introducció	7
1. L'energia i l'habitatge	11
1.1 El consum d'energia dels habitatges	13
1.2 Elements dels habitatges sobre els quals s'ha d'actuar	17
1.3 Raons per a la renovació energètica dels edificis	25
2. Normativa en energia i rehabilitació	29
2.1 Els canvis recents en la normativa estatal	31
2.2 El marc normatiu a Catalunya	34
3. Grups de rehabilitació energètica	37
3.1 Grup 1. Gran renovació	41
3.2 Grup 2. Altres renovacions	60
4. Recomanacions d'aïllament per a l'envolupant tèrmica	69
4.1 Aïllament en façana	76
4.2 Aïllament en coberta	85
4.3 Solucions d'aïllament en obertures: finestres i lluernes	88
5. Recomanacions per a les instal·lacions	95
5.1 Millora energètica en la climatització	99
5.2 L'aprofitament de l'energia solar tèrmica en la producció d'aigua calenta sanitària (ACS)	112
5.3 Millora energètica en la il·luminació comunitària	120
5.4 Millora dels ascensors	123
6. Annexos	127
Annex 1. Gruixos d'aïllament recomanats per a la rehabilitació de la part massissa de l'envolupant tèrmica vertical (façanes).	129
Annex 2. Gruixos d'aïllament recomanats per a la rehabilitació de les cobertes (Part massissa)	141
Annex 3. Característiques i principals avantatges dels vidres	149

Introducció

Introducció

Aquesta guia és una eina de consulta i de treball per al personal tècnic i professional que participa i intervé en un procés de rehabilitació: professionals de l'arquitectura, de la construcció, de l'administració de finques, i equips tècnics dels ajuntaments i de l'Administració.

L'objectiu principal és orientar en el procés de rehabilitació energètica dels edificis d'habitatges en compliment de les normes i els objectius europeus i d'acord amb les propostes recollides en la revisió 2009 del Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015 per tal d'aconseguir una disminució de la demanda energètica, un augment de la utilització d'energies renovables i una disminució de les emissions de CO₂ d'aquests edificis.

Així, la guia pretén ajudar en la fase de presa de decisions aportant mesures concretes de millora i mostrant els beneficis energètics que comporten per a l'ampli ventall d'edificis existents i incentivar la pràctica habitual de la rehabilitació energètica.

La guia s'estructura en cinc capítols. El primer té per objectiu situar i justificar la importància de rehabilitar amb objectius energètics. Per això comença mostrant dades del consum de tot el parc d'habitatges i d'un habitatge en particular, i es presenten els estalvis d'energia que es poden aconseguir si es rehabiliten i es milloren diferents parts dels edificis: l'envolupant i les instal·lacions. Així, el capítol 1 presenta què s'entén per rehabilitació energètica d'habitatges.

En el segon capítol es fa una relació de la normativa energètica aprovada en els darrers anys a nivell europeu, estatal i catalana, marc de referència obligatori en la rehabilitació.

El tercer divideix les rehabilitacions energètiques en dos grups, segons si són edificis assimilables a edificis d'obra nova —i que, per tant, han de complir la normativa d'aquests—, o si no són assimilables a obra nova. En el segon cas, es plantegen els requeriments normatius recomanats per a la millora de l'envolupant mitjançant aïllaments de façanes i cobertes i la substitució de finestres, i que s'han exigit per els casos que han sol·licitat ajuts a la rehabilitació energètica de la Generalitat de Catalunya.

El quart se centra en les propostes i les mesures aplicables en la rehabilitació energètica de l'envolupant de l'edifici a partir del disseny constructiu dels diferents tipus d'edificis.

El cinquè i últim capítol s'ocupa de les propostes i mesures aplicables en la rehabilitació de les instal·lacions implementades en l'edifici consumidor d'energia.

Així doncs, les solucions es concreten en un ampli ventall de possibles seccions constructives existents en el parc d'habitatges de Catalunya.

1.

L'energia i l'habitatge

1. L'energia i l'habitatge

1.1 El consum d'energia dels habitatges 13

Gràfic 1. Consum d'energia final a Catalunya per sectors 13

Gràfic 2. Evolució del consum d'energia final al sector domèstic 14

1.2 Elements dels habitatges sobre els quals s'ha d'actuar 17

Taula 1.a. Edificis plurifamiliars d'habitatges per any de construcció.
Catalunya 17

Taula 1.b. Edificis plurifamiliars d'habitatges per any de construcció.
Demarcació de Barcelona 18

Taula 1.c. Edificis plurifamiliars d'habitatges per any de construcció.
Demarcació de Girona 18

Taula 1.d. Edificis plurifamiliars d'habitatges per any de construcció.
Demarcació de Lleida 19

Taula 1.e. Edificis plurifamiliars d'habitatges per any de construcció.
Demarcació de Tarragona 19

Taula2. Habitatges segons l'any de construcció de l'edifici. 2001 20

A. Envolupant de l'edifici 21

B. Instal·lacions 24

1.3 Raons per a la renovació energètica dels edificis 25

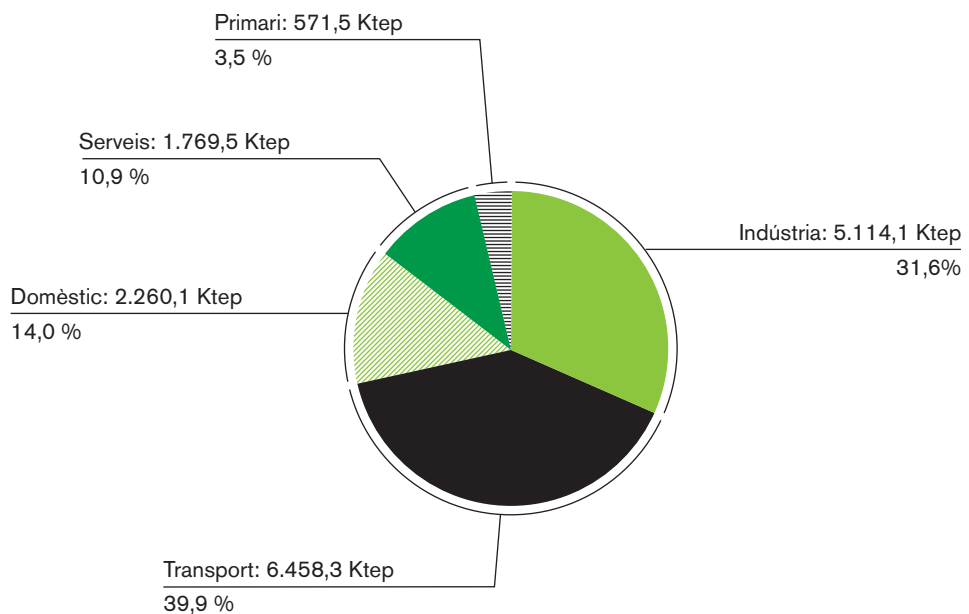
A. La renovació energètica. Què és? 27

1.1

El consum d'energia dels habitatges

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

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

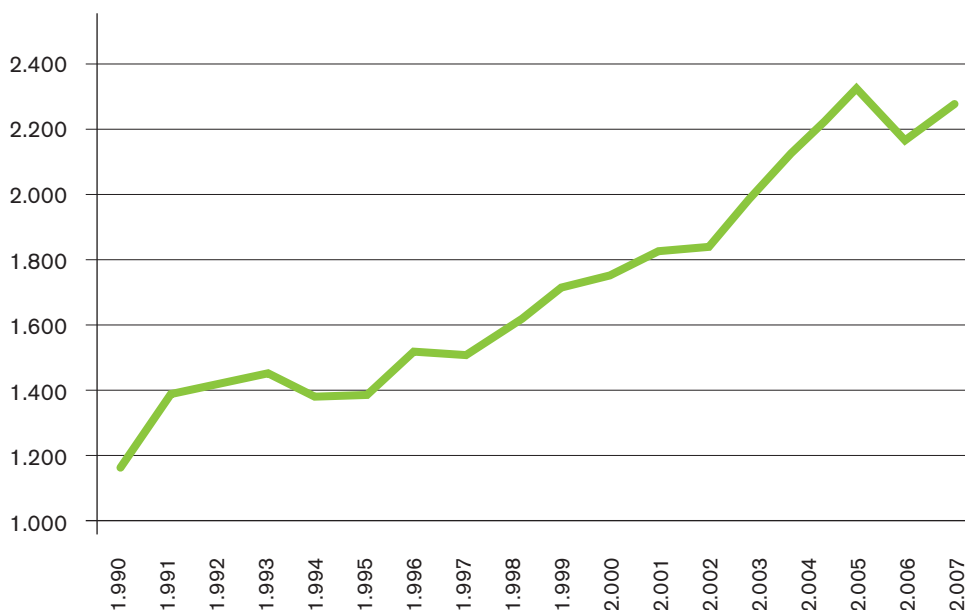


En aquest escenari, la revisió 2009 del Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015 té com a objectiu obtenir un estalvi final del 14,7% en el sector domèstic.

Assolir aquest objectiu requereix, a més d'actuacions sobre l'obra nova, millorar les condicions energètiques del parc actual d'edificis d'habitatges mitjançant la rehabilitació realitzada amb criteris energètics, de manera que disminueixi la demanda d'energia, s'incrementi l'ús d'energies renovables i també disminueixin les emissions de CO₂.

En aquest sentit, i com a conseqüència de l'augment constant del consum energètic, el sector de l'edificació s'ha situat com a objectiu de les polítiques de contenció del creixement del consum energètic **que han culminat en els últims anys en l'aprovació de normativa dirigida, bàsicament, a l'edificació d'obra nova, però que també afecta a la rehabilitació.**

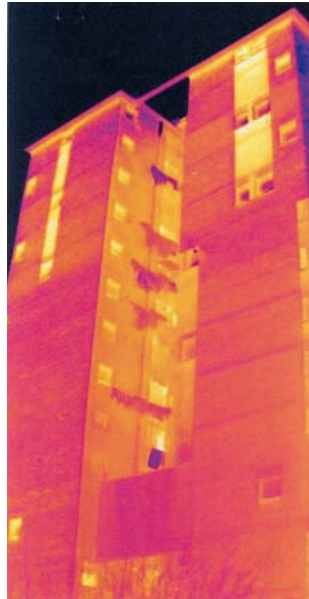
Gràfic 2. Evolució del consum d'energia final al sector domèstic



El consum dels habitatges a Catalunya varia segons la zona climàtica (freda, temperada o càlida). La mitjana de consum d'energia d'un habitatge a Catalunya és d'entre 10.000 i 13.000 kWh/any, que representen unes emissions d'entre 2.740 i 3.560 kg de CO₂ a l'any.

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

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



→

Figura 2
Fotografia tèrmica
(Font: ICAEN)

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

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

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

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

1.2 Elements dels habitatges sobre els quals s'ha d'actuar

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

Taula 1.a. Edificis plurifamiliars d'habitatges per any de construcció.
Catalunya

	Edificis amb habitatges familiars	Edificis principalment amb habitatges familiars compartits amb locals	Altres edificis	Total
Abans de 1900	17.574	9.463	108	27.145
1900-1920	8.436	5.755	73	14.264
1921-1940	9.938	6.300	55	16.293
1941-1950	9.768	5.184	40	14.992
1951-1960	21.505	9.472	77	31.054
1961-1970	34.933	18.515	111	53.559
1971-1980	42.858	21.028	94	63.980
1981-1990	22.289	5.926	46	28.261
1991-2001	33.592	11.226	67	44.885
Total	200.893	92.869	671	294.433

Font: Secretaria d'Habitatge, a partir del Cens d'Habitatges de 2001.

**Taula 1.b. Edificis plurifamiliars d'habitatges per any de construcció.
Demarcació de Barcelona**

	Edificis amb habitatges familiars	Edificis principalment amb habitatges familiars compartits amb locals	Altres edificis	Total
Abans de 1900	9.458	7.098	90	16.646
1900-1920	5.684	4.671	65	10.420
1921-1940	7.028	5.179	51	12.258
1941-1950	6.325	3.903	35	10.263
1951-1960	15.096	7.728	63	22.887
1961-1970	24.322	15.218	91	39.631
1971-1980	24.325	15.298	66	39.689
1981-1990	10.949	3.676	33	14.658
1991-2001	20.424	7.440	41	27.905
Total	123.611	70.211	535	194.357

Font: Secretaria d'Habitatge, a partir del Cens d'Habitatges de 2001.

**Taula 1.c. Edificis plurifamiliars d'habitatges per any de construcció.
Demarcació de Girona**

	Edificis amb habitatges familiars	Edificis principalment amb habitatges familiars compartits amb locals	Altres edificis	Total
Abans de 1900	3.543	955	14	4.512
1900-1920	1.157	383	3	1.543
1921-1940	1.134	420	0	1.554
1941-1950	1.435	360	1	1.796
1951-1960	3.127	609	7	3.743
1961-1970	5.275	1.034	6	6.315
1971-1980	8.920	1.692	15	10.627
1981-1990	5.393	774	5	6.172
1991-2001	5.440	1.138	14	6.592
Total	35.424	7.365	65	42.854

Font: Secretaria d'Habitatge, a partir del Cens d'Habitatges de 2001.

**Taula 1.d. Edificis plurifamiliars d'habitatges per any de construcció.
Demarcació de Lleida**

	Edificis amb habitatges familiars	Edificis principalment amb habitatges familiars compartits amb locals	Altres edificis	Total
Abans de 1900	1.732	473	3	2.208
1900-1920	578	192	1	771
1921-1940	649	275	2	926
1941-1950	852	432	3	1.287
1951-1960	1.430	537	5	1.972
1961-1970	1.855	896	8	2.759
1971-1980	2.509	1.484	4	3.997
1981-1990	1.503	533	3	2.039
1991-2001	1.953	1.016	6	2.975
Total	13.061	5.838	35	18.934

Font: Secretaria d'Habitatge, a partir del Cens d'Habitatges de 2001.

**Taula 1.e. Edificis plurifamiliars d'habitatges per any de construcció.
Demarcació de Tarragona**

	Edificis amb habitatges familiars	Edificis principalment amb habitatges familiars compartits amb locals	Altres edificis	Total
Abans de 1900	2.841	937	1	3.779
1900-1920	1.017	509	4	1.530
1921-1940	1.127	426	2	1.555
1941-1950	1.156	489	1	1.646
1951-1960	1.852	598	2	2.452
1961-1970	3.481	1.367	6	4.854
1971-1980	7.104	2.554	9	9.667
1981-1990	4.444	943	5	5.392
1991-2001	5.775	1.632	6	7.413
Total	28.797	9.455	36	38.288

Font: Secretaria d'Habitatge, a partir del Cens d'Habitatges de 2001.

Taula2. Habitatges segons l'any de construcció de l'edifici. 2001

	Demarcació de Barcelona	Demarcació de Girona	Demarcació de Lleida	Demarcació de Tarragona	Catalunya
Abans de 1900	149.554	39.902	27.132	37.079	253.667
1900-1920	100.338	12.957	8.663	14.599	136.557
1921-1940	125.801	12.159	9.140	14.157	161.257
1941-1950	107.662	14.991	11.558	15.127	149.338
1951-1960	246.601	29.856	17.066	22.349	315.872
1961-1970	509.245	59.816	26.151	54.310	649.522
1971-1980	560.156	112.930	42.379	122.968	838.433
1981-1990	180.261	65.124	20.499	69.905	335.789
1991-2001	281.680	63.411	30.027	84.000	459.118
No és aplicable	10.151	1.533	1.061	1.857	14.602
Total	2.271.449	412.679	193.676	436.351	3.314.155

Font: Secretaria d'Habitatge, a partir del Cens d'Habitatges de 2001.

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

A. Envolupant de l'edifici

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

Segons la seva situació es classifiquen en:

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

(Vegeu figura 3)

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

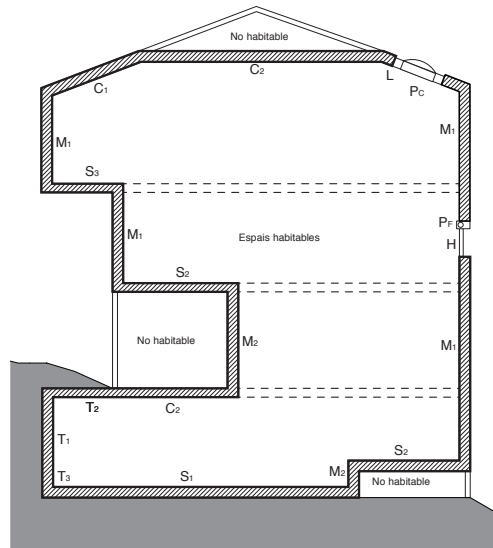
En aquest sentit, els forats arquitectònics a les façanes o a les cobertes són una discontinuïtat i, per tant, els punts de més intercanvi tèrmic. Les proteccions solars (fixes, com el voladís, o mòbils, com tendals, porticons o brise-soleil ¹) exerceixen un paper fonamental per al control de guanys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

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

1. Apèndix E, DB-HE1

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

Per fer la rehabilitació energètica d'un edifici, és imprescindible conèixer les característiques físiques i el gruix dels materials emprats en els diferents elements de l'envolupant tèrmica (seccions constructives).



→

Figura 3
Tancaments i components
de l'envolupant tèrmica
d'un edifici segons definició
del DB-HE1 del CTE

Tancaments i particions interiors	Components de l'envolupant	
Cobertes	C_1	En contacte amb l'aire
	C_2	En contacte amb un espai no habitable
	P_c	Pont contorn de claraboia > 0,5 m ²)
	L	Claraboies
Façanes	M_1	Mur en contacte amb l'aire
	M_2	Mur en contacte amb espais no habitables
	PF_1	Pont tèrmic (contorn d'obertures > 0,5 m ²)
	PF_2	Pont tèrmic (pilars en façana > 0,5 m ²)
	PF_3	Pont tèrmic (caixa de persianes > 0,5 m ²)
	H	Obertures
Terres	S_1	Recolzats sobre el terreny
	S_2	En contacte amb espais no habitables
	S_3	En contacte amb l'aire exterior
Tancaments en contacte amb el terreny	T_1	Murs en contacte amb el terreny
	T_2	Cobertes enterrades
	T_3	Terres amb una profunditat > 0,5 m ²

B. Instal·lacions

És el conjunt d'equips que permet satisfer les necessitats de confort i d'ús de cada habitatge, oferint calor, fred, llum, etc.

Les principals instal·lacions d'un edifici d'habitatges són:

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

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

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

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

Les millores tecnològiques del mercat permetran que gràcies a la renovació contínua dels equips es millori l'eficiència de les instal·lacions dels habitatges, una renovació que l'Administració sovint accelera mitjançant "plans de renove".²

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

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

En la rehabilitació energètica d'edificis, les instal·lacions i la millora de l'envolupant, tenen un paper important i complementari.

2. Pla Renova't, consulteu www.gencat.cat/icaen.

1.3

Raons per a la renovació energètica dels edificis

Una gran part dels habitatges construïts amb una antiguitat superior a trenta anys presenten problemes en l'envolupant tèrmica de l'edifici que provoquen un confort deficient en l'usuari: dificultat d'escalfament dels espais a l'hivern, sobreescalfament a l'estiu, possibilitat d'aparició d'humitats de condensació. Aquesta situació implica, a l'hivern i a l'estiu, un consum d'energia excessiu per compensar el que l'edifici no regula.

Els problemes es poden concretar en:

- _ grans pèrdues tèrmiques a l'hivern
- _ excés de guanys solars a l'estiu
- _ infiltracions d'aire i aigua per les fusteries
- _ humitats i condensacions d'aigua a les parets, als vidres i als muntants
- _ equips i instal·lacions de baix rendiment o obsolets

Les causes que provoquen aquests problemes són les següents:

- _ inexistència d'aïllament tèrmic en els elements de l'envolupant
- _ gruix insuficient de l'aïllament tèrmic
- _ protecció solar insuficient
- _ falta d'estanquitat dels tancaments de les obertures exteriors
- _ segellats deficientes
- _ ponts tèrmics
- _ manca de manteniment de les instal·lacions

Pel que fa a les instal·lacions, hi ha un envelliment del parc d'equips agreujat en els principals equips consumidors d'energia (calefacció i aigua calenta) davant la modernització més contínua d'electrodomèstics, ofimàtica, aires condicionats i il·luminació.

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

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

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

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

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

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

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

A. La renovació energètica. Què és?

La rehabilitació energètica consisteix a introduir l'objectiu de reduir la demanda d'energia en les actuacions de rehabilitació d'edificis incorporant, de forma normalitzada, el criteri energètic en els diferents elements que motiven el procés de rehabilitació.

La renovació energètica es defineix com l'aplicació de mesures que permeten la reducció de la demanda i del consum energètic.

Aquestes mesures poden ser:

Sobre l'envolupant

Són les que milloren l'envolupant de l'edifici ja que el seu comportament i capacitats aïllants afecten directament a l'interior habitat i, per tant, a les necessitats d'energia per arribar a tenir les condicions desitjades dins de l'habitatge.

L'estalvi que es pot aconseguir podrà arribar al 50-55% de la demanda energètica inicial de l'edifici

Sobre les instal·lacions

Són les que milloren les instal·lacions i afavoreixen la diversificació de fonts d'energia consumida per l'edifici, ja que el seu rendiment i eficiència afecta directament el consum d'energia final i primària.

Tenint en compte la distribució d'energia a la llar exposada anteriorment, l'estalvi en relació al consum total pot arribar a ser del 30% de la demanda inicial de l'edifici.

2. Normativa en energia i rehabilitació

2. Normativa en energia i rehabilitació

2.1 Els canvis recents en la normativa estatal	31
A. El marc establert per la Unió Europea	31
B. Normativa estatal	32
2.2 El marc normatiu a Catalunya	34

2.1

Els canvis recents en la normativa estatal

Segons estimacions de l'IDAE (Institut per a la Diversificació i l'Estalvi de l'Energia), l'any 2006 la rehabilitació d'edificis va representar un 17% de les obres realitzades a Espanya, equivalent a uns 40.000 edificis rehabilitats, un 0,42% del parc d'edificis de l'Estat.

En aquestes obres no sempre s'ha tingut en compte la component energètica. Perquè l'energia sigui un element més en el procés de rehabilitació, cal que la societat ho demani i prengui consciència de les possibilitats de millora, que els professionals que treballen en el sector incorporin el discurs energètic en la seva oferta i en la seva forma d'abordar un edifici, i un marc normatiu clar que estableixi els mínims que s'han d'assolir en el cas de la rehabilitació d'edificis.

En aquest context, en els darrers anys s'ha produït un canvi molt significatiu en el tractament que es fa del factor energètic en la normativa d'edificació: s'ha passat de tenir una normativa d'aïllament a un conjunt més ampli de requeriments que combinen obligacions respecte de l'envolupant tèrmica, amb les instal·lacions i energia solar tèrmica en determinades condicions tècniques.

A. El marc establert per la Unió Europea

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

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

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

B. Normativa estatal

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

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

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

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

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

Aquests canvis normatius s'entenen arran de la Llei 38/1999, de 5 de novembre, d'Ordenació de l'Edificació (LOE) que té per objectiu prioritari regular el procés de l'edificació actualitzant i completant la configuració legal dels agents que hi intervenen, fixant les seves obligacions per establir les responsabilitats i cobrir les garanties a les persones usuàries, sobre la base d'una definició dels requisits bàsics que han de satisfer els edificis, que desenvolupa el requisit bàsic d'estalvi energètic a escala estatal.

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

Aquest procés té en compte els factors que tenen més incidència en el consum d'energia dels edificis de nova construcció o que es modifiquen, reformen o rehabiliten en determinades condicions.

També s'hi estableixen les condicions tècniques i administratives per a les certificacions d'eficiència energètica dels projectes i dels edificis acabats.

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

2.2

El marc normatiu a Catalunya

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

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

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

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

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

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



3. Grups de reha- bilitació energètica

3. Grups de rehabilitació energètica

3.1 Grup 1. Gran renovació	41
A. Envolupant tèrmica: façanes i coberta	41
A.1. Part massissa	41
Taula 1. Zones climàtiques de Catalunya	42
Taula 2. Valors de transmitància límits de les parts massisses de les façanes	43
Taula 3. Valors de transmitància límits de les cobertes (*)	43
A.2. Obertures (part transparent)	44
Taula 4. Valors de transmitància límits dels forats U_h (W/m ² K)	44
Gràfic 3. Orientacions de les façanes (CTE + DEE)	45
Exemple: Càlcul de la transmitància de finestres per a un edifici a Barcelona	46
Taula 4. Valors de transmitància límits dels forats U_h (W/m ² K)	47
Taula 5. Transmitància tèrmica dels perfils $U_{H,m}$ norma UNE EN ISO 10077-1	48
Mètode de càlcul de la transmitància tèrmica de forats	48
Taula 6. Transmitància tèrmica dels envidraments $U_{H,v}$ Norma UNE/EN 673	49
Taula 7. Absortivitat dels marcs (HE 1 CTE)	51
Exemple mètode de càlcul de la transmitància tèrmica de les obertures.Supòsit 1	52
Exemple mètode de càlcul de la transmitància tèrmica de les obertures.Supòsit 2	53
Mètode de càlcul del factor solar modificat	54
Taula 8. Permeabilitat a l'aire de les finestres EN /12207/99	55
B. Instal·lacions: energia solar tèrmica per a ACS	56
Taula 9.1. Criteris de determinació de la demanda d'aigua calenta sanitària segons la tipologia dels edificis (DEE).	57
Taula de demanda de referència d'aigua calenta sanitària a 60° C	57
Taula 9.2. Càlcul del nombre de persones per habitatge per la demanda d'ACS	57
Taula 9.3. Zones climàtiques de les comarques de Catalunya (Annex DEE)	58
Mapa 1. Zones climàtiques de les comarques de Catalunya (Annex DEE)	59
Mitjana anual segons irradiació global diària	59
Taula 9.4 Contribució solar mínima en %	59
3.2 Grup 2. Altres renovacions	60
Nivell 2.1. Opció mitjançant els càlculs dels valors de les transmitàncies tèrmiques.	62
Taula 10. Valors recomanats pels elements a rehabilitar segons transmitàncies tèrmiques	62
Nivell 2.2. Opció simplificada mitjançant el procediment de les resistències tèrmiques dels materials aïllants.	64
Taula 11. Valors recomanats pels materials aïllants segons resistències tèrmiques	64
Exemple mètode de càlcul de la transmitància tèrmica de les obertures.Supòsit 3	67

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

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



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

Grup 1. Gran renovació

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

Actuacions consistents en reformes o rehabilitacions d'edificis existents amb una superfície útil superior a 1.000 m² on es renovin més del 25% del total dels seus tancaments.

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

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

Ha de complir exigències quant a:

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

Grup 2. Altres renovacions

Renovació energètica no assimilada a obra nova: Les reformes o rehabilitacions d'edificis existents amb una superfície útil inferior a 1000 m², o tot i que siguin més grans de 1.000 m², on es renovin menys del 25% del total dels seus tancaments i renovacions d'habitatges.

Per a aquesta rehabilitació, que no ha de complir els requeriments energètics assimilats a obra nova, en aquesta guia es fan recomanacions quant als nivells i les millores que cal assolir i, en concret, s'especifiquen els nivells que s'han exigit a la convocatòria d'ajuts de l'any 2010.

3.1

Grup 1. Gran renovació

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

Envolupant	Façana	Part massissa
		Obertures
	Coberta	Part massissa
		Lluernes (obertures)
Instal·lacions	Terres	
	Energia solar tèrmica	

A. Envolupant tèrmica: façanes i coberta

A.1. Part massissa

Les exigències de limitació de la demanda del CTE, requeriments de les característiques constructives de l'envolupant, es diferencien en funció de la zona climàtica on estigui ubicat l'edifici.

Quant al procediment, el primer pas és identificar la zona climàtica corresponent (vegeu taula 1) i el segon pas és identificar en les taules 2 i 3 els valors de transmitància tèrmica exigits per la normativa del DB-HE1 del CTE i del Decret 21/2006, d'ecoeficiència en els edificis, en funció de la zona climàtica.

A Catalunya s'han de complir les dues normatives i, per tant, s'ha d'agafar el valor que sigui més restrictiu de les dues (en el cas de ser els del DEE que estan marcats en blau a les taules aquests valors s'hauran de modificar fins a $\leq 3,3 \text{ W/m}^2\text{K}$).

En concret, a Catalunya hi ha set zones climàtiques, que es mostren a la taula 1 per província i altitud. La Generalitat de Catalunya disposa de la zona climàtica de cada municipi; document aprovat com a document reconegut del CTE i que es pot consultar a la pàgina web de la Secretaria d'Habitatge.

A mode d'exemple, es mostra un detall de la primera pàgina del document reconegut CTE-DR/CC.AA-004/09:

ZONES CLIMÀTIQUES HE 1									
CAPITAL DEMARCACIÓ TERRITORIAL		ALTITUD (m)	CLASSIFICACIÓ CLIMÀTICA RESPECTE A L'ALTITUD DE LA CAPITAL						
TARRAGONA		68 (B3)	< 200	≥ 200	≥ 400	≥ 600	≥ 800	≥ 1000	
			< 400	< 600	< 800	< 1000			
MUNICIPIIS	COMARCA		(B3)	(C2)	(C1)	(D1)	(D1)	(E1)	
Albinyana	Baix Penedès	198	130						
L'Albiol	Baix Camp	823				755			
Alcanar	Montsià	72	4						
Aiguamúrcia (Sts. Creus)	Alt Camp	314		246					
Alcover	Alt Camp	243	175						

↑

Figura 3
Detall de la primera pàgina
del document reconegut
CTE-DR/CC.AA-004/09
(Zones climàtiques)

També es pot consultar al web del registre de documents reconeguts del CTE.

Taula 1. Zones climàtiques de Catalunya

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

El DEE és més exigent, per tant, s'ha de complir: Km = Um límit = 0,70 W/m²K.

3. Grups de rehabilitació energètica

Taula 2. Valors de transmissió límits de les parts massisses de les façanes

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

El DEE és més exigent, per tant, s'ha de complir: $K_m = U_m \text{ límit} = 0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$

Taula 3. Valors de transmissió límits de les cobertes (*)

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

* A les cobertes, aquests valors de transmissió són la mitjana aritmètica ponderada de la transmissió de la part massissa, més la transmissió de la part d'obertures (luernaris), en el cas que n'hi hagi. El DEE no dona valors sobre cobertes. S'han de complir els valors del CTE

$K_m = U$ mitjana límit

A.2. Obertures (part transparent)

Les obertures segons el DB-HE1 del CTE i el Decret 21/2006 tenen limitacions quant a:

- _ Transmissió tèrmica de l'envidrament i del marc
- _ Factor solar modificat de l'obertura
- _ Permeabilitat a l'aire de les fusteries

A.2.1. Transmissió tèrmica

Per determinar el valor de transmissió mitjana límit dels forats arquitectònics, s'ha de tenir en compte:

- _ la zona climàtica on es trobi l'edifici;
- _ l'orientació de cadascuna de les façanes, i
- _ el percentatge d'obertures en relació a la totalitat de superfície de cada façana, per a cada orientació.

Pel que fa al procediment, el primer pas és identificar la zona climàtica corresponent, i el segon és identificar en la taula 4 els valors de transmissió tèrmica de les finestres (forats) exigits per la normativa.

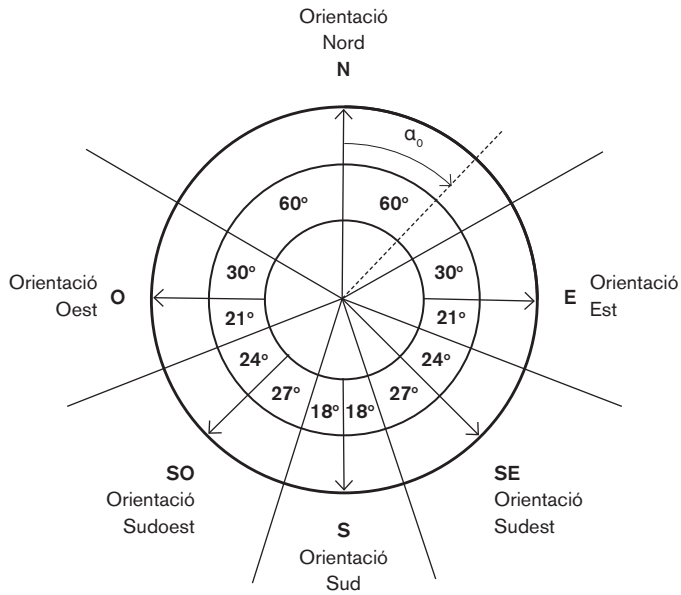
Taula 4. Valors de transmissió límits dels forats U_h ($W/m^2 K$)

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

El DEE és més exigent, per tant, s'ha de complir: $K_m = U_m$ límit = 0,70 W/m^2K

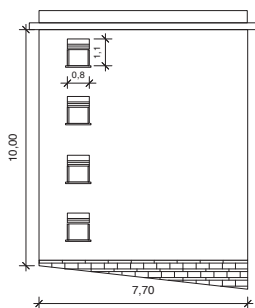
(1) vegeu gràfic 3

Gràfic 3. Orientacions de les façanes (CTE + DEE)



(N) Nord	$\alpha < 60; \geq 300;$
(E) Est	$60 \leq \alpha < 111$
(SE) Sudest	$111 \leq \alpha < 162$
(S) Sud	$162 \leq \alpha < 198$
(SO) Sudoest	$198 \leq \alpha < 249$
(O) Oest	$249 \leq \alpha < 300$

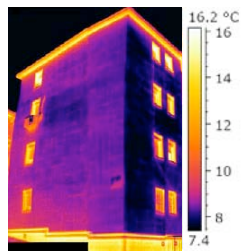
Exemple: Càlcul de la transmissància de finestres per a un edifici a Barcelona



↑
Alçat de l'edifici



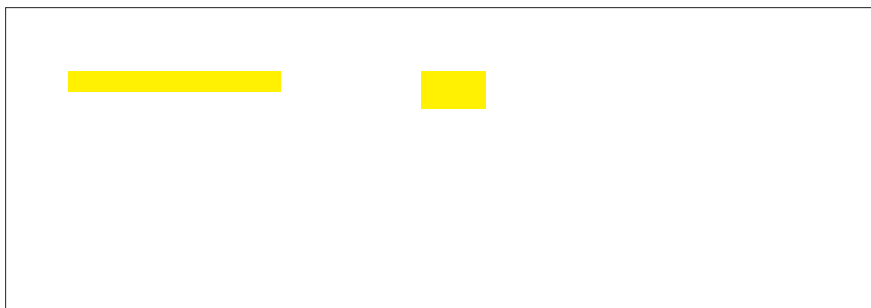
↑
Fotografia de l'edifici



↑
Termografia En blau, zones més fredes En groc, zones més calentes (pèrdues de calor de l'interior), és a dir, ponts tèrmics

Pas 1. Determinació de la zona climàtica

Vegeu http://mediambient.gencat.net/lmatges/43_116398.pdf



Pas 2. Càlcul de la superfície total del tester

	longitud	alçada	Superfície total
Superfície tester nord	7,70 m	10,00 m	77,00 m²

Pas 3. Càlcul de la superfície de finestres

	longitud	alçada	Superfície finestres	número de finestres	Superfície total
Finestra tipus 1	0,80 m	1,10 m	0,88 m ²	4	3,52 m ²
Finestra tipus 2	-	-	-	0	0,00 m ²
Superfície total forats					3,52 m²

Pas 4. Càlcul de % de finestres respecte al total de la superfície de la façana

$$\frac{\text{Superfície total finestres } 3,52 \text{ m}^2}{\text{Superfície total façana } 77 \text{ m}^2} \times 100 = 4,6$$

Pas 5. Buscar la transmitància límit tenint en compte:

Zona climàtica: **C₂**

% forats: **4,6 %**

Segons taula 4 la U límit dels forats és de 4,4, per tant, s'aplicarà el Decret d'Ecoeficiència per ser més restrictiu, i la U límit de finestres serà de 3,3 W/m²K.

Taula 4. Valors de transmitància límits dels forats U_h (W/m² K)

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

El DEE és més exigent, per tant, s'ha de complir: Km = Um límit = 0,70 W/m²K

Últim Decret Ecoeficiència: 4,4W/m² > 3,3 W/m²K. Per tant, U_{lim} de 3,3 W/m²K

Mètode de càlcul de la transmitància tèrmica de forats

La transmitància tèrmica no és un valor fix, sinó que s'ha de calcular per cada cas:

$$U_H = (1-FM) * U_{H,v} + FM * U_{H,m}$$

$U_{H,v}$ és la transmitància tèrmica de la part envidrada [W/m²K], (vegeu taula 8)

$U_{H,m}$ és la transmitància tèrmica del marc de la part envidrada [W/m²K]; (vegeu taula 6)

FM és la fracció del forat ocupada pel marc = $\frac{\text{superfície marc}}{\text{superfície obertura}}$

En el procediment de càlcul simplificat, la transmitància tèrmica $U_{H,v}$ es pot obtenir pel procediment de l'apèndix E.1 del document HE1 del CTE.

Les dades de la transmitància tèrmica de la part transparent $U_{H,v}$ i del marc $U_{H,m}$, es poden obtenir del certificat d'assaig del fabricant o de les normes UNE EN ISO 10077-1:2001 (marc) i UNE EN ISO 673 (part transparent).

Com a ajuda per poder tenir les dades necessàries per aplicar el mètode de càlcul, en les taules 5, 6 i 7 es donen els valors de transmitància tèrmica i absortivitat dels marcs i la transmitància tèrmica dels envidraments de les obertures, segons les normes corresponents.

Taula 5. Transmitància tèrmica dels perfils $U_{H,m}$ norma UNE EN ISO 10077-1

Material del perfil	Transmitància tèrmica W/m ² K
Poliuretà amb nucli metàl·lic. Gruix ≥ 5 mm	2,8
Perfils perforats de PVC (2 cambres)	2,2
Perfils perforats de PVC (3 cambres)	1,8
Fusta dura (densitat = 700 kg/m ³ , lambda = 0,18 W/mK), gruix del perfil 60 mm	2,2
Fusta toba (densitat = 500 kg/m ³ , lambda = 0,13 W/mK), gruix del perfil 60 mm	2,0
Metàl·lic sense RPT	5,7
Metàl·lic amb ruptura de pont tèrmic, ruptura entre 4mm \leq d < 12 mm	4,0
Metàl·lic amb ruptura de pont tèrmic, ruptura ≥ 12 mm	3,2

Taula 6. Transmissió tèrmica dels envidraments U_{H,v} Norma UNE/EN 673

Composició	Pes (kg/m ²)	Vidres normals			Vidre normal + Vidre baixa emissivitat					
		$\epsilon=0,89$			0,1 < ϵ <= 0,2		0,03 < ϵ <= 0,1		ϵ <= 0,03	
		g [⊥]	U _{H,v} Vert.	U _{H,v} Hor.	U _{H,v} Vert.	U _{H,v} Hor.	U _{H,v} Vert.	U _{H,v} Hor.	U _{H,v} Vert.	U _{H,v} Hor.
Envidrament senzill										
4	10,00	0,85	7,10	5,90						
6	15,00	0,82	6,80	5,70						
33,1	15,50	0,79	6,80	5,70						
33,1a	15,50	0,79	6,80	5,70						
44,1a	20,50	0,77	6,80	5,70						
Doble envidrament										
04/06/04	20,00	0,75	3,70	3,30	2,90	2,70	2,80	2,60	2,70	2,50
04/06/06	25,00	0,74	3,70	3,30	2,90	2,70	2,80	2,60	2,70	2,50
4/6/33,1	25,50	0,73	3,70	3,30	2,90	2,70	2,80	2,60	2,70	2,50
4/6/44,1a	30,50	0,72	3,50	3,20	2,90	2,70	2,80	2,60	2,70	2,50
4/6/55,1a	35,50	0,71	3,50	3,20	2,90	2,70	2,80	2,60	2,70	2,50
4/6/66,1a	40,50	0,70	3,50	3,20	2,90	2,70	2,80	2,60	2,70	2,50
04/09/04	20,00	0,75	3,30	3,00	2,50	2,30	2,20	2,10	2,00	1,90
04/09/06	25,00	0,74	3,30	3,00	2,50	2,30	2,20	2,10	2,00	1,90
4/9/33,1	25,50	0,73	3,30	3,00	2,50	2,30	2,20	2,10	2,00	1,90
4/9/44,1a	30,50	0,72	3,30	3,00	2,50	2,30	2,20	2,10	2,00	1,90
4/9/55,1a	35,50	0,71	3,30	3,00	2,50	2,30	2,20	2,10	2,00	1,90
4/9/66,1a	40,50	0,70	3,30	3,00	2,50	2,30	2,20	2,10	2,00	1,90
04/12/04	20,00	0,76	3,20	2,90	2,0	1,90	1,90	1,80	1,70	1,60
04/12/06	25,00	0,75	3,10	2,80	2,00	1,90	1,90	1,80	1,70	1,60
4/12/33,1	25,50	0,73	3,10	2,80	2,00	1,90	1,90	1,80	1,70	1,60
4/12/44,1a	30,50	0,73	3,10	2,80	2,00	1,90	1,90	1,80	1,70	1,60
4/12/55,1a	35,50	0,72	3,10	2,80	2,00	1,90	1,90	1,80	1,70	1,60
4/12/66,1a	40,50	0,71	3,10	2,80	2,00	1,90	1,90	1,80	1,70	1,60

Taula 6. Transmissió tèrmica dels envidraments $U_{H,v}$ Norma UNE/EN 673 (continuació)

Composició	Pes (kg/m ²)	Vidres normals			Vidre normal + Vidre baixa emissivitat					
		$\mathcal{E}=0,89$			$0,1 < \mathcal{E} \leq 0,2$		$0,03 < \mathcal{E} \leq 0,1$		$\mathcal{E} \leq 0,03$	
		g _⊥	U _{H,v} Vert.	U _{H,v} Hor.	U _{H,v} Vert.	U _{H,v} Hor.	U _{H,v} Vert.	U _{H,v} Hor.	U _{H,v} Vert.	U _{H,v} Hor.
Doble envidrament										
4/15/4	20,00	0,76	2,90	2,70	1,90	1,80	1,70	1,60	1,50	1,40
4/15/6	25,00	0,75	2,90	2,70	1,90	1,80	1,70	1,60	1,50	1,40
4/15/33,1	25,50	0,74	2,90	2,70	1,90	1,80	1,70	1,60	1,50	1,40
4/15/44,1a	30,50	0,73	2,90	2,70	1,90	1,80	1,70	1,60	1,50	1,40
4/15/55,1a	35,50	0,72	2,90	2,70	1,90	1,80	1,70	1,60	1,50	1,40
4/15/66,1a	40,50	0,71	2,90	2,70	1,90	1,80	1,70	1,60	1,50	1,40
4/20/4	20,00	0,76	2,90	2,70	1,90	1,80	1,70	1,60	1,50	1,40
4/20/6	25,00	0,75	2,90	2,70	1,90	1,80	1,70	1,60	1,50	1,40
4/20/33,1	25,50	0,74	2,90	2,70	1,90	1,80	1,70	1,60	1,50	1,40
4/20/44,1a	30,50	0,73	2,90	2,70	1,90	1,80	1,70	1,60	1,50	1,40
4/20/55,1a	35,50	0,72	2,90	2,70	1,90	1,80	1,70	1,60	1,50	1,40
4/20/66,1a	40,50	0,71	2,90	2,70	1,90	1,80	1,70	1,60	1,50	1,40

\mathcal{E} L'emissivitat (\mathcal{E}) és una característica de la superfície dels cossos; com més baixa és l'emissivitat, més baixa és la transferència de calor per radiació.

a Indica butiral acústic en vidres laminars.

S o g_⊥ és el factor solar. Només és vàlid per a vidres incoloros normals, sense cap tipus de tractament de capa amb (\mathcal{E}) = 0,89. No és vàlid per a vidres de baixa emissivitat.


Vidres en posició horitzontal: són els que tenen una inclinació < a 60° respecte a l'horitzontal.

Vidres en posició vertical: són els que tenen una inclinació > a 60° respecte a l'horitzontal.

Els valors de $U_{H,v}$ corresponen a la norma europea UNE-EN 673.

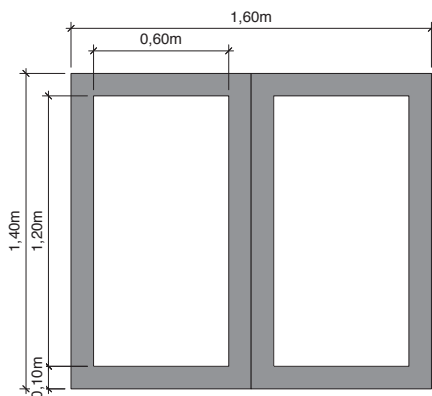
Taula 7. Absortivitat dels marcs (HE 1 CTE)

Color	Clar	Mitjà	Fosc
Blanc	0,20	0,30	—
Groc	0,30	0,50	0,70
Beix	0,35	0,55	0,75
Marró	0,50	0,75	0,92
Vermell	0,65	0,80	0,90
Verd	0,40	0,70	0,88
Blau	0,50	0,80	0,95
Gris	0,40	0,65	—
Negre	—	0,96	—



Exemple mètode de càlcul de la transmissió tèrmica de les obertures.

Supòsit 1



Fusteria d'alumini beig (SRPT) sense ruptura de pont tèrmic amb doble envidrament (4/6/4)

- Finestra doble fulla batent: 1,40m x 1,60m
- Alçada del bastiment de la fusteria: 0,10 m
- Doble envidrament (4/6/4)
- Marc color beig mig = $\alpha = 0,55$ (taula 7) (α = absorptivitat del marc)
- Factor solar de l'envidrament = (g_{\pm}) = 0,75 (taula8)

$U_{H,v} = 3,3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (taula 8) - UNE-EN 673

$U_{H,m} = 5,7 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (taula 6) - UNE-EN ISO 10077-1

Càlcul transmissió total finestra:

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

- U_H = Transmissió tèrmica
- $U_{H,m}$ = Transmissió tèrmica fusteria/marc
- $U_{H,v}$ = Transmissió tèrmica envidrament
- FM = Fracció del forat ocupada pel marc

Càlculs a determinar

Superfície forat = 1,40m x 1,60m = 2,24m²

FM = superfície marc = (1,60x2) x 0,10 + (1,20x4) x 0,10 = 0,32 + 0,48 = 0,8m²

Superfície de marc sobre el forat en % = 0,8 / 2,24 = 0,36 → 36%

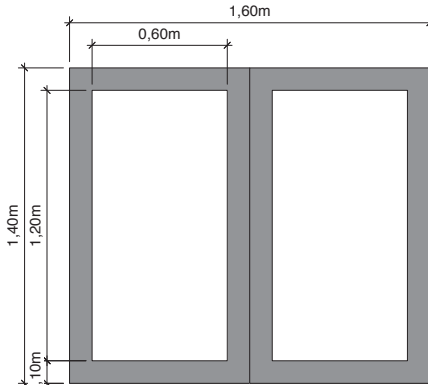
$$U_H = (1-0,36) \times 3,3 + 0,36 \times 5,7 = \mathbf{4,16 \text{ W/m}^2 \text{ K}}$$

↓ ↓ ↓
FM en % $U_{H,v}$ $U_{H,m}$

No compleix, cal canviar marc i vidre

NOTA: La transmissió tèrmica total de la finestra U_H , resulta ser de 4,16 W/m²K, ja que és superior al 3,30 W/m²K, valor màxim estipulat: no compleix.

Exemple mètode de càlcul de la transmissió tèrmica de les obertures. Supòsit 2



Fusteria d'alumini beig (RPT) amb ruptura de pont tèrmic (entre 4mm i 12mm) (4/12/4)

- Finestra doble fulla batent: 1,40m x 1,60m
- Alçada del bastiment de la fusteria: 0,10 m
- Doble envidrament (4/12/4)
- Marc color beig mig = $\alpha = 0,55$ (taula 7)
(α = absorptivitat del marc)
- Factor solar de l'envidrament = (g_{\pm}) = 0,76 (taula 8)

$U_{H,v} = 3,3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (taula 8) - UNE-EN 673
 $U_{H,m} = 5,7 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (taula 6) - UNE-EN ISO 10077-1

Càlcul transmissió total finestra:

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

$U_{H,v}$ = Transmissió tèrmica
 $U_{H,m}$ = Transmissió tèrmica fusteria/marc
 $U_{H,v}$ = Transmissió tèrmica envidrament
 FM = Fracció del forat ocupada pel marc

Càlculs a determinar

Superfície forat = 1,40m x 1,60m = 2,24m²

FM = 0,8m² ≈ 36%

Superfície de marc sobre el forat en % = 0,8 / 2,24 = 0,36 → 36%

$$U_H = (1-0,36) \times 2,9 + 0,36 \times 4,0 = \mathbf{3,29 \text{ W/m}^2 \text{ K}}$$

\downarrow \downarrow \downarrow
 FM en % $U_{H,v}$ $U_{H,m}$

Aquest valor Si compleix ($3,29 \leq 3,30 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, valor màxim estipulat)

NOTA: La resta de materials (de transmissió del marc inferior a l'utilitzat) de la taula 6 compleixen ja que tenen una transmissió més baixa. **Tot això s'ha de comprovar per cada tipus de finestra.**

A.2.2. Factor solar

Els valors del factor solar venen donats per a cada solució d'envidrament (segons norma UNE-EN 673) a la taula 6.

El valor a emprar, per normativa DEE i CTE, és el valor del factor solar modificat.

El valor de factor solar modificat és més exigent en el DEE que en el CTE i, per tant, **el valor de 0,35 s'ha d'aplicar a totes les zones de Catalunya a les orientacions sud/oest $\pm 90^\circ$.**

Mètode de càlcul del factor solar modificat

El factor solar modificat (F) no és un valor fix, sinó que s'ha de calcular per a cada cas.

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

F_s és el factor d'ombra del forat

FM és la fracció de forat ocupada pel marc

g_{\perp} és el factor solar de l'envidrament

U_m és la transmitància tèrmica del marc (veure taula 5)

α absortivitat del marc

En el procediment de càlcul simplificat, la transmitància tèrmica $U_{H,V}$ es pot obtenir pel procediment de l'apèndix E.2 del document HE1 del CTE.

Les dades del factor solar de l'envidrament es poden obtenir de la norma UNE EN ISO 410:1998.

Com a ajuda per poder tenir les dades necessàries per aplicar el mètode de càlcul, en les taules 5,6 i 7 es donen els valors de transmitància tèrmica i absortivitat dels marcs i la transmitància tèrmica dels envidraments de les obertures, segons les normes corresponents.

A.2.3. Permeabilitat

Quant a la permeabilitat, les exigències que marca el CTE són les següents:

- _ 50 m³/h per a les zones climàtiques A i B (classe 1).
- _ 27 m³/h per a les zones climàtiques C, D i E (classe 2).

A la taula 8 es mostren els valors de la permeabilitat segons la classificació de les fusteries (a 100 Pa i pressions màximes d'assaig relacionades amb la superfície total¹)

Taula 8. Permeabilitat a l'aire de les finestres EN /12207/99

Classe de fusteria	Permeabilitat a l'aire (m ³ / h.m ²)	pressió màx d'assaig (Pa)
0	no assajada	no assajada
1	50	150
2	27	300
3	9	600
4	3	600

¹ Compliment de l'apartat 2.3 del DB HE-1, del CTE.

B. Instal·lacions: energia solar tèrmica per a ACS

Pel que fa a la contribució solar mínima en la producció d'ACS, les exigències que planteja el DEE són més restrictives que les plantejades en el document HE4 del CTE i, per tant, s'han de complir els valors fixats pel DEE.

Aquesta aportació mínima es planteja en funció de:

- _ La demanda total d'aigua calenta sanitària.
- _ La zona d'irradiació solar global mitjana diària anual sobre superfície horitzontal (H).

El DEE estableix el mètode per calcular la demanda i, segons la zona d'irradiació, assigna un percentatge de contribució solar.

La demanda d'aigua calenta per a edificis d'habitatges es calcula aplicant el criteri de 28 litres/persona pel nombre de persones, i el nombre de persones es calcula utilitzant els valors mínims que estableix el DEE (vegeu les taules 9.1 i 9.2).

La contribució solar mínima (taula 9.4) depèn, doncs, de la demanda i també de la zona climàtica on s'ubiqui l'edifici (taula 9.3). A Catalunya es disposa d'un mapa de zones climàtiques per comarques segons la irradiació solar global mitjana diària anual sobre superfície horitzontal (H) (figura 19).

Les condicions que s'exigeixen per l'energia solar tèrmica tenen, però, algunes excepcions, i en el cas de la rehabilitació aquestes hi són, quan hi ha limitacions no esmenables derivades de la configuració prèvia de l'edifici existent que impossibilitin de manera evident la disposició de la superfície de captació necessària, o quan es dictamini per raons de conservació de patrimoni cultural català.

Cal esmentar també l'**obligatorietat** que estableixen el CTE i el RITE de realitzar un **manteniment** de les instal·lacions solars, amb l'objectiu de garantir la qualitat del funcionament.

Taula 9.1. Criteris de determinació de la demanda d'aigua calenta sanitària segons la tipologia dels edificis (DEE).

Taula de demanda de referència d'aigua calenta sanitària a 60° C

Criteris de demanda	litres ACS/dia a 60° C
Habitatges	28 litres/persona
Hospitals, clíniques	55 litres/persona
Ambulatoris i centres de salut	40 litres/persona
Hotels de 5 estrelles	70 litres/persona
Hotels de 4 estrelles	55 litres/persona
Hotels de 3 estrelles	40 litres/persona
Hotels d'1 i 2 estrelles	35 litres/persona
Pensions/hostals	28 litres/persona
Residències (gent gran, estudiants)	40 litres/persona
Albergs	25 litres/persona
Centres escolars amb dutxes	20 litres/persona
Centres escolars sense dutxes	4 litres/persona
Centres de l'Administració pública, bancs i oficines	2 litres/persona
Vestuaris / dutxes col·lectives (piscines, poliesportius, gimnasos)	20 litres/persona

En l'ús de l'habitatge, el càlcul del nombre de persones es fa utilitzant com a valors mínims els que s'indiquen a continuació:

Taula 9.2. Càlcul del nombre de persones per habitatge per la demanda d'ACS

Nombre d'habitacions	Un únic espai	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H	≥ 8H
Nombre de persones	1,5	2	3	4	6	7	8	9	1,3 x n

n = nombre d'habitacions

Taula 9.3. Zones climàtiques de les comarques de Catalunya (Annex DEE)

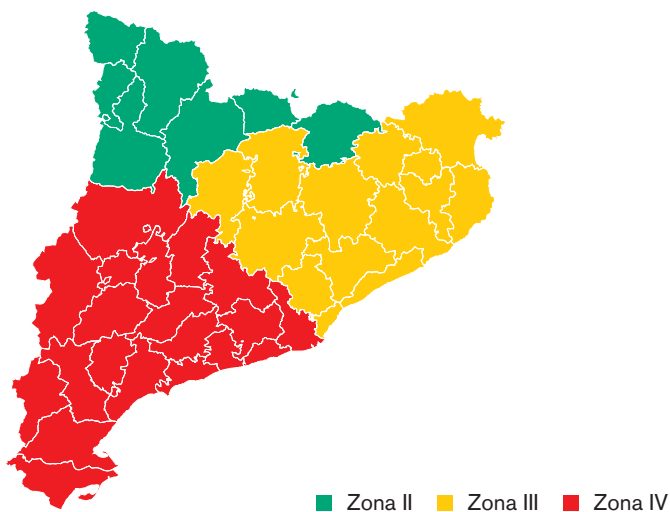
Zona climàtica		Zona climàtica	
Alt Camp	IV	Montsià	IV
Alt Empordà	III	Noguera	IV
Alt Penedès	IV	Osona	III
Alt Urgell	II	Pallars Jussà	II
Alta Ribagorça	II	Pallars Sobirà	II
Anoia	IV	Pla de l'Estany	III
Bages	III	Pla d'Urgell	IV
Baix Camp	IV	Priorat	IV
Baix Ebre	IV	Ribera d'Ebre	IV
Baix Empordà	III	Ripollès	II
Baix Llobregat	IV	Segarra	IV
Baix Penedès	IV	Segrià	IV
Barcelonès	III	Selva	III
Berguedà	III	Solsonès	III
Cerdanya	II	Tarragonès	IV
Conca de Barberà	IV	Terra Alta	IV
Garraf	IV	Urgell	IV
Garrigues	IV	Vall d'Aran	II
Garrotxa	III	Vallès Occidental	III
Gironès	III	Vallès Oriental	III
Maresme	III		

COMARQUES Annex III.I, del Decret 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis.

Per calcular les transmitàncies tèrmiques de l'envolupant tèrmica en actuacions de renovació d'aquest grup, cal considerar en cada cas el valor més exigent si es volen obtenir ajuts de l'administració.

3. Grups de rehabilitació energètica

Mapa 1. Zones climàtiques de les comarques de Catalunya (Annex DEE)
Mitjana anual segons irradiació global diària



Taula 9.4 Contribució solar mínima en %

Demanda total d'ACS de l'edifici (l/d)	Cas general			Contribució solar mínima en % Cas efecte Joule
	Zona Irradiació solar II	Zona Irradiació solar III	Zona Irradiació solar IV	
50-5.000	40%	50%	60%	
5.001-6.000	40%	55%	65%	
6.001-7.000	40%	65%	70%	
7.001-8.000	40%	65%	70%	La producció solar mínima ha de ser del 70%
8.001-9.000	55%	65%	70%	
9.001-10.000	55%	70%	70%	
10.001-12.500	65%	70%	70%	
>12.500	70%	70%	70%	

3.2

Grup 2. Altres renovacions

Els nivells recomanats o requisits mínims que cal assolir per a aquests tipus de rehabilitació energètica, tant per a edificis com per a habitatges, són els següents:

Nivell 2.1

Opció mitjançant els càlculs dels valors de les transmissibilitats tèrmiques (vegeu la taula 10).

Nivell 2.2

Opció mitjançant el procediment simplificat de les resistències tèrmiques dels materials aïllants (vegeu la taula 11).



En aquest capítol es presenten les recomanacions que des del punt de vista energètic aporten una millora de l'edifici o habitatge que es rehabilita, en el cas de rehabilitacions energètiques no assimilades a obra nova, sigui perquè no s'arriba a rehabilitar el 25% malgrat que l'edifici és de més de 1.000 m², o perquè tot i que es rehabiliti més del 25%, és un edifici de menys de 1.000 m², així com rehabilitacions d'habitatges unitaris.

Tot i així, encara que en aquests casos la recomanació és assolir els valors de transmitància tèrmica establerts en la normativa d'aplicació (HE1-CTE i DEE), en cas de sol·licitar les subvencions que atorga la Generalitat de Catalunya en les convocatòries anuals de foment a la rehabilitació d'edificis i habitatges s'han d'assolir els requisits i els requeriments normatius mínims de transmitància tèrmica estipulats en cada convocatòria per a l'obtenció d'aquests ajuts (vegeu la taula 10, nivell 2.1).

En aquest punt i amb l'objectiu de facilitar la presa de decisions en cas de no disposar d'ajuda tècnica per elaborar els càlculs de transmitància tèrmica, es poden arribar a determinar les solucions que s'han d'implantar mitjançant el procediment de les resistències tèrmiques del material aïllant (vegeu la taula 11, nivell 2.1).

En cas de la millora de la secció constructiva de façana, coberta, terres i finestres, cal prendre aquests valors com a necessàriament obligatoris en els casos en què es vulgui optar a subvenció.

Si se sol·licita subvenció, els càlculs de les transmitàncies tèrmiques exigides han d'estar justificats per personal tècnic competent o bé mitjançant el procediment de les resistències tèrmiques.

Per tant, les dues vies possibles que es poden prendre en la rehabilitació energètica del grup 2 són les de les taules 10 i 11.



Nivell 2.1. Opció mitjançant els càlculs dels valors de les transmitàncies tèrmiques. Requeriments tèrmics recomanats pel que fa als elements que s'han de rehabilitar.

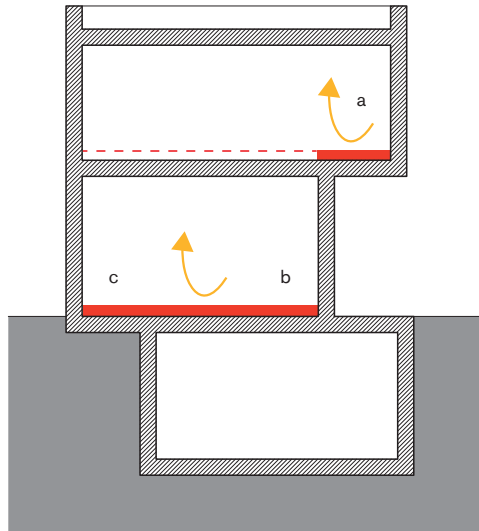
Taula 10. Valors recomanats pels elements a rehabilitar segons transmitàncies tèrmiques

Zona climàtica del municipi a Catalunya (1)	Part massissa de l'envolupant tèrmica						Obertures (fusteria + vidres) (2, 3 i 4) Finestres (6) Balconeres Lluernes (5) U_{Lim} (W/m ² K)	
	E H i H - Pareds verticals		E H - Cobertes (5)		E H - TERRES (7)		% Sup. ≤ 40%	% Sup. 41- 60%
	U_{Lim} (W/m ² K)	Teoria de les Rt-m.a (m ² k/W)	U_{Lim} (W/m ² K)	Teoria de les Rt-m.a (m ² k/W)	U_{Lim} (W/m ² K)	Teoria de les Rt-m.a (m ² k/W)		
B / C	0,70	1,70	0,41	2,30	0,50	2,00	2,40	2,00
D / E	0,57	1,90	0,35	2,50	0,48	2,10	2,00	1,80

- (1) Web DMAH: Zones Climàtiques (doc. reconeguts).
- (2) Cas d'utilitzar fusteries metàl·liques (alumini, ferro), aquestes hauran de ser amb trencament de pont tèrmic major de 12 mm.
- (3) La cambra d'aire deshidratat o de gas (Ar) haurà de ser com a mínim de 12 mm.
- (4) En orientacions de façana S - 45° + 90° (SE - O), si no s'han utilitzat vidres de control solar en la composició de l'envidrament, es recomana la col·locació de proteccions solars (tendals i lames orientables) per baixar el factor solar a l'estiu (factor solar modificat), **es recomana que aquest factor $F \leq 0,35$.**
- (5) La transmitància tèrmica dels lluernaris, a part de complir amb el requeriment U_{Lim} de les obertures, fan mitjana aritmètica amb la U_{Lim} de cobertes i han de complir la U_{Lim} estipulada per aquestes.
- (6) A partir del 01/02/2010, data d'entrada en vigència obligatòria del marcatge CE de finestres, l'aportació d'aquesta justificació serà obligatòria, juntament amb la justificació de les transmitàncies tèrmiques de la finestra i els seus components.
- (7) Tenen consideració de terres (vegeu figura 4):
 - a) Terres en contacte amb l'exterior (terres de voladriu, porxos).
 - b) Terres en contacte amb locals no calefats (garatges, nuclis d'escala).
 - c) Terres en contacte amb el terreny.

EH Edificis d'habitatges

H Habitatges

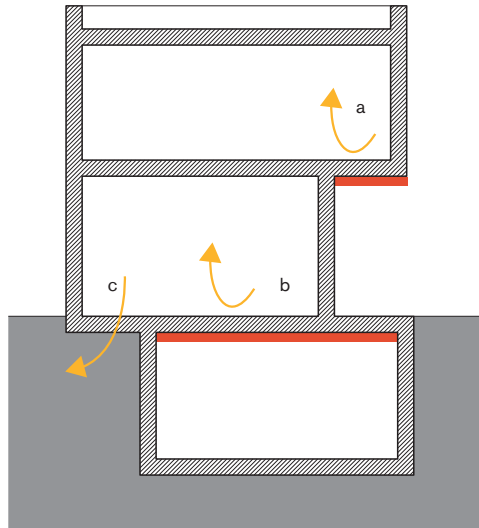


→

Figura 4.

Aïllament sobre el forjat

- a) Terres en contacte amb l'exterior (terres de voladiu, porxos).
- b) Terres en contacte amb locals no calefats (garatges, nuclis d'escala).
- c) Terres en contacte amb el terreny.



Aïllament sota el forjat

Nivell 2.2. Opció simplificada mitjançant el procediment de les resistències tèrmiques dels materials aïllants.

Consisteix en utilitzar el procediment de les resistències tèrmiques. Aquest procediment és una via senzilla per calcular, en funció de la resistència tèrmica dels materials aïllants, el gruix per arribar a complir amb seguretat els nivells de transmitància tèrmica exigits (vegeu la taula 11).

Taula 11. Valors recomanats pels materials aïllants segons resistències tèrmiques

Zona climàtica del municipi a Catalunya (1)	Part massissa de l'envolupant tèrmica						Obertures (fusteria + vidres) (2, 3 i 4)	
	E H i H - Parets verticals		E H - Cobertes (5)		E H - TERRES (7)		Finestres (6)	Balconeres
	U_{Lim} (W/m ² K)	Teoria de les Rt-m.a (m ² k/W)	U_{Lim} (W/m ² K)	Teoria de les Rt-m.a (m ² k/W)	U_{Lim} (W/m ² K)	Teoria de les Rt-m.a (m ² k/W)	Lluernes (5)	U_{Lim} (W/m ² K)
B / C	0,70	1,70	0,41	2,30	0,50	2,00	% Sup. ≤ 40%	% Sup. 41- 60%
D / E	0,57	1,90	0,35	2,50	0,48	2,10	2,00	1,80

- (1) Web DMAH: Zones Climàtiques (doc. reconeguts) .
- (2) Cas d'utilitzar fusteries metàl·liques (alumini, ferro), aquestes hauran de ser amb trencament de pont tèrmic major de 12 mm.
- (3) La cambra d'aire deshidratat o de gas (Ar) haurà de ser com a mínim de 12 mm.
- (4) En orientacions de façana S – 45° + 90° (SE – O), si no s'han utilitzat vidres de control solar en la composició de l'enviament, es recomana la col·locació de proteccions solars (tendals i lames orientables) per baixar el factor solar a l'estiu (factor solar modificat), **es recomana que aquest factor $F \leq 0,35$.**
- (5) La transmitància tèrmica dels lluernaris, a part de complir amb el requeriment U_{Lim} de les obertures, fan mitjana aritmètica amb la U_{Lim} de cobertes i han de complir la U_{Lim} estipulada per aquestes.
- (6) A partir del 01/02/2010, data d'entrada en vigència obligatòria del marcatge CE de finestres, l'aportació d'aquesta justificació serà obligatòria, juntament amb la justificació de les transmitàncies tèrmiques de la finestra i els seus components.
- (7) Tenen consideració de terres (vegeu figura 4):
 - a) Terres en contacte amb l'exterior (terres de voladís, porxos).
 - b) Terres en contacte amb locals no calefetsats (garatges, nuclis d'escala).
 - c) Terres en contacte amb el terreny.

EH Edificis d'habitatges

H Habitatges

La resistència tèrmica és $Rt=e/\lambda$ en m²K/W, on e és el gruix de la capa (m) i la conductivitat tèrmica dels materials (W/mK). Aquests valors s'identifiquen en l'etiqueta del marcatge CE de cada material aïllant o distintiu de qualitat reconegut.

3. Grups de rehabilitació energètica



→

Figura 5.
Etiqueta de marcatge CE

A les taules 10 i 11 s'indiquen els valors de les transmissàncies tèrmiques que cal assolir per a cada zona climàtica, per a cada un dels paraments a rehabilitar, així com els valors de les resistències tèrmiques dels aïllaments tèrmics que permeten assolir i assegurar el valor de la transmissància dels elements opacs de façanes, cobertes i terres.

A continuació es mostren tres exemples del càlcul del gruix de l'aïllament tèrmic segons l'element a rehabilitar: **parets de façana, cobertes i terres, així com la transmissància tèrmica de les obertures (finestres i lluernes).**

Per a les parts massisses de la façana es calcula:

$$\text{Gruix de l'aïllament (cm)} = 1,7 \text{ (W/m}^2\text{)} * \lambda \text{ del material escollit per a la rehabilitació}$$

Exemple per a la façana: si el material aïllant és poliestirè expandit EPS de 0,04, el gruix ha de ser:

$$1,7 * 0,04 = 6,8 \text{ cm}$$

Per a les parts massisses de la coberta es calcula:

$$\text{Gruix de l'aïllament (cm)} = 2,3 \text{ (W/m}^2\text{)} * \lambda \text{ del material escollit per a la rehabilitació}$$

Un material aïllant amb un valor de λ elevat aïlla menys i, per tant, per assolir els valors recomanats, cal un gruix més gran que en el cas d'un valor de λ menor.

El gruix d'aïllament tèrmic final que s'ha de col·locar ha de ser el gruix arrodonit al valor superior que estigui disponible en el mercat.

Càlculs per a les obertures:

Segons les taules 10 i 11 el coeficient mitjà de transmitància tèrmica de l'obertura (vidre + marc) ha de tenir, per exemple, un valor de $U \leq 2,40 \text{ W/m}^2\text{K}$.

El procediment de càlcul de les transmitàncies tèrmiques de cada element, tant del vidre com del marc, s'expliquen al capítol del grup 1.

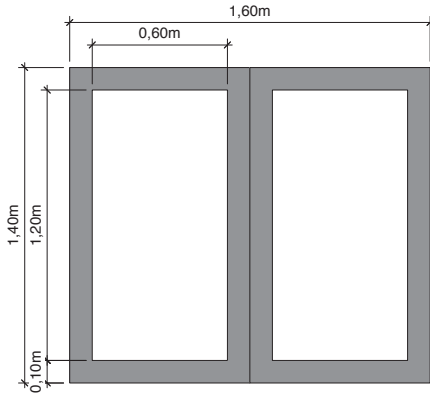
La transmitància tèrmica U ($\text{W/m}^2\text{K}$) i el factor solar de les finestres g_{\perp} s'especifiquen en el marcatge CE o distintiu de qualitat reconegut dels fabricants, facilitats, si escau, pels subministradors.

En aquest sentit, cal tenir en compte que en el mercat hi ha solucions de fusteria/marc i de la part envidrada que garanteixen sobradament els valors exigits i recomanats.

En els capítols de mesures i recomanacions s'exposa amb més detall quins són els tipus de vidres.

Seguidament es mostra un exemple del mètode de càlcul de les obertures.

Exemple mètode de càlcul de la transmissància tèrmica de les obertures. Supòsit 3



Fusteria d'alumini (RPT) amb ruptura de pont tèrmic (superior o igual a 12mm) amb doble envidrament (4/12/4), vidre normal + baixa emissivitat

- Finestra doble fulla batent: 1,40m x 1,60m
- Alçada del bastiment de la fusteria: 0,10 m
- Doble envidrament (4/12/4)
- Marc color beig mig = $\alpha = 0,55$ (taula 7) (α = absorptivitat del marc)
- Factor solar de l'envidrament = (g_{\perp}) = 0,76 (taula8)

$U_{H,v} = 3,3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (taula 8) - UNE-EN 673
 $U_{H,m} = 5,7 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (taula 6) - UNE-EN ISO 10077-1

Càlcul transmissància total finestra:

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

U_H = Transmissància tèrmica
 $U_{H,m}$ = Transmissància tèrmica fusteria/marc
 $U_{H,v}$ = Transmissància tèrmica envidrament
 FM = Fracció del forat ocupada pel marc

Càlculs a determinar

Superfície forat = 1,40m x 1,60m = 2,24m²

FM = 0,8m² ≈ 36%

Superfície de marc sobre el forat en % = 0,8 / 2,24 = 0,36 → 36%

$$U_H = (1-0,36) \times 1,90 + 0,36 \times 3,20 = \mathbf{2,37 \text{ W/m}^2 \text{ K}}$$

\downarrow \downarrow \downarrow
 FM en % $U_{H,v}$ $U_{H,m}$

Aquest valor Si compleix (2,37 < 2,40 W/m² K, valor màxim estipulat en el exemple i taules)

4.

Recomanacions
d'aïllament
per a
l'envolupant
tèrmica

4. Recomanacions d'aïllament per a l'envolupant tèrmica

4.1 Aïllament en façana	76
A. Aïllament de la façana per l'exterior	77
B. Aïllament de la façana per l'interior	78
C. Aïllament de la façana omplint la cambra d'aire	79
4.2 Aïllament en coberta	85
A. Aïllament per l'interior sota coberta	87
B. Aïllament per l'exterior	87
4.3 Solucions d'aïllament en obertures: finestres i lluernes	88
A. Criteri tècnic d'elecció d'obertures	90
B. Adequació a l'ús	90
C. Principals components de les obertures	91

Tot i que les mesures descrites es tracten des del punt de vista de l'estalvi energètic que comporten, cal remarcar que també aporten una millora del confort interior de l'habitatge i, per tant, per a l'usuari, que és qui fa la inversió.

No obstant això, cal destacar que, tot i que es dóna més importància a la promoció d'aquestes mesures, no s'han de deixar de considerar altres actuacions que aportin una millora energètica a l'edifici. Aquest capítol, doncs, pretén orientar el prescriptor, no limitar-lo.

Les mesures que es proposen són fruit d'una recerca exhaustiva d'informació sobre la base de diverses fonts, les quals poden ser referents a la legislació existent o de pròxima aparició, o a partir de la consulta a diferents especialistes del sector energètic o constructiu.

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

Mesures i recomanacions de rehabilitació energètica per a la millora de l'envolupant tèrmica

- _ Millora de la façana
- _ Millora de la coberta
- _ Millora de les obertures:
 - » marc i vidre
 - » proteccions solars

Millora de les façanes i cobertes: solucions d'aïllament tèrmic

En concret, per a les mesures d'aplicació d'aïllament o de millora d'aquest, la recomanació s'amplia a un ventall de possibles solucions per a diferents seccions constructives.

Per a la definició d'aquestes solucions s'han fixat com a valors que cal aconseguir les exigències normatives assimilades a obra nova (grup 1, rehabilitació energètica), malgrat que aquests nivells que cal assolir no sempre siguin obligatoris per a totes les rehabilitacions.

S'han identificat onze solucions de façanes i set de cobertes com a solucions tipus habituals en el parc d'edificis d'habitatges subjectes a rehabilitació per tal de millorar el comportament tèrmic. Es presenten gràficament amb un detall constructiu simplificat on s'indica el material i el gruix de cada una de les capes que formen el tancament exterior.

L'objectiu és definir el gruix mínim d'aïllament tèrmic que cal incorporar a les façanes i cobertes per complir els requisits de la normativa tèrmica actual, en funció de la zona climàtica. Així, es proposa un gruix mínim de l'aïllament tèrmic per assolir el nivell del CTE o DEE, en funció de la secció constructiva inicial i del material aïllant considerat.

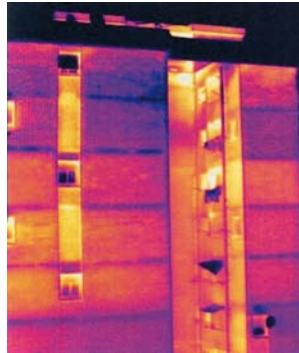
S'han de tenir en compte les consideracions següents:

- _ Els valors de conductivitat tèrmica i de les resistències tèrmiques dels materials existents s'han obtingut de la normativa NRE AT-87 (ja que es tracta d'edificis construïts abans del 1980).
- _ Els valors de conductivitat tèrmica dels aïllaments tèrmics s'han extret de les normes AEN/CTC-020 amb data 07/06/2008 i la UNE-EN o marcatge CE de cada tipus d'aïllament.
- _ La transmitància tèrmica de la solució constructiva existent s'ha calculat segons la metodologia de l'apèndix E, apartat E.1.1 del DB-HE1 (CTE), per al càlcul de transmitància tèrmica de tancaments en contacte amb l'exterior i també amb valors de transmitància tèrmica de solucions constructives obtinguts de la norma NRE AT-87.
- _ Els dibuixos són esquemes simplificats de la solució constructiva de l'edifici existent que no compleix la normativa.
- _ Es fan els càlculs de transmitància tèrmica de la solució constructiva inicial amb diversos aïllaments, i per a cada un d'ells la conductivitat màxima i mínima (cal obtenir la conductivitat tèrmica del fabricant i ajustar el càlcul en cas que no coincideixi).
- _ Els aïllaments que es proposen són els més habituals en construcció. Els gruixos de càlcul s'han corregit perquè s'adaptin a les dimensions comercials disponibles en el mercat de productes de la construcció.
- _ No s'indica la posició de l'aïllament, que no afecta pel que fa al càlcul, ja que dependrà de com es faci la rehabilitació.

El pont tèrmic és una zona de l'envolupant de l'edifici amb variació de la uniformitat de la construcció (canvi de gruixos, de material, etc.) i que comporta una minoració de la resistència tèrmica, normalment per manca d'aïllament.

Els més habituals es localitzen en els pilars de façana, els contorns de forats i lluernes, a les caixes de persianes i al front dels forjats.

A la imatge de la termogràfica (figura 6) es veuen molt clars aquests punts que apareixen en color groc i que són les zones amb pèrdues de calor de l'interior.



→

Figura 6
Termografia:
En blau, zones més fredes.
En groc, zones més calentes
(pèrdues de calor de
l'interior)

A més, s'ha de tenir en compte que un aïllament deficient pot provocar l'aparició de condensacions. En aquest sentit la col·locació de l'aïllament per l'exterior redueix el riscs de condensacions.

Els valors indicats en els annexos 1 i 2 són valors de transmitància tèrmica de la part massissa i continua de les façanes. Per tant, els gruixos d'aïllament proposats, per tal de compensar les pèrdues dels punts tèrmics, s'han d'incrementar entre un 20% i un 50% en funció del percentatge d'obertures i dels punts tèrmics que hi hagi.

Per controlar les necessitats energètiques de l'edifici o de l'habitatge, les estratègies a l'hivern són limitar les pèrdues de calor (amb aïllament) i promoure els guanys solars (orientació de les finestres, inèrcia tèrmica). Les estratègies a l'estiu són limitar els guanys (protecció i control solar) i facilitar les pèrdues (ventilació).

Amb el nostre clima, utilitzant elements de captació solar a l'hivern i de refrigeració i ventilació natural a l'estiu, els edificis consumirien menys energia per arribar a les condicions de confort ambiental interior.

Ara bé, també hi ha altres factors que afecten la temperatura i la humitat: el nivell de radiació solar i el nivell d'exposició al vent.

Aquest factors, que són diferents i específics per a cada una de les orientacions geogràfiques, s'han de tenir en compte per aconseguir un aprofitament màxim. Una orientació correcta minimitza els guanys solars a l'estiu, així, cal tenir present que:

- _ La superfície que més insolació rep a l'hivern és la façana sud, i a l'estiu és la coberta.
- _ La façana sud rep més radiació solar a l'hivern que no pas a l'estiu (aproximadament tres vegades més). La coberta, però, rep aproximadament 4,5 vegades més radiació a l'estiu que no pas a l'hivern.
- _ Les façanes amb orientació est i oest reben 2,5 vegades més radiació a l'estiu que a l'hivern, per tant, és necessari considerar les proteccions solars.
- _ Les façanes d'orientació sud-est i sud-oest reben una quantitat de radiació molt similar al llarg de tot l'any.
- _ La façana nord rep molt poca radiació directa i aquesta només es produeix a l'estiu.

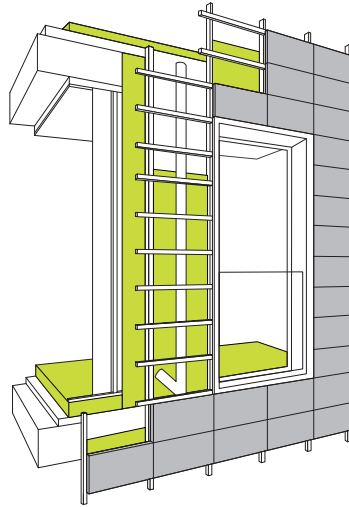
En els tancaments on el problema és el sobreescalfament a l'estiu (façanes est i oest i cobertes) és més eficient utilitzar solucions de façana ventilada amb cambra d'aire entre el revestiment i el suport, que milloren la transmissió tèrmica i faciliten el control energètic. Per aconseguir els efectes de refredament dins de la cambra d'aire, aquesta ha d'estar realment ventilada i assegurar el tiratge tèrmic.

Per tant, l'orientació més favorable és cap al sud, ja que permet una protecció fàcil de la radiació solar al migdia mitjançant ràfecs o lames horitzontals; la resta del dia, l'exposició és reduïda.

Les recomanacions generals quant a l'aprofitament de la inèrcia tèrmica dels murs de façana són les següents:

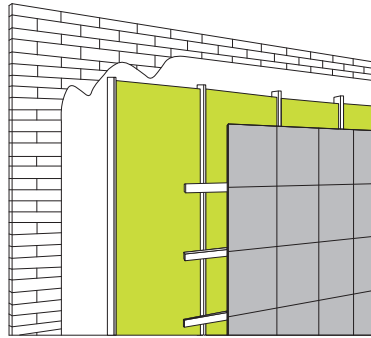
- _ En climes continentals i a l'hivern, inèrcia tèrmica elevada a les zones més assolellades dels edificis i poca inèrcia a les parts on no toca el sol.
- _ En climes continentals i a l'estiu, inèrcia tèrmica elevada per tal de compensar les oscil·lacions tèrmiques entre el dia i la nit.

Finalment, és important considerar que en funció del color i la rugositat de l'acabat exterior de les façanes, hi ha més absorció de la radiació solar incident: els colors foscos absorbeixen més radiació que els colors clars i, per tant, produeixen una transmissió a l'interior més elevada.



→

Figura 7 i 8.
Solucions de façana
ventilada



Cal insistir en el fet que, perquè l'envolupant funcioni correctament i s'obtinguin els beneficis energètics i de confort ambiental adequats, **és important una participació activa i responsable dels usuaris**. Avui dia per donar suport a l'usuari s'estan desenvolupant sistemes electrònics de domòtica i d'immòtica que permeten regular i controlar de forma automàtica alguns elements de l'envolupant, fent-los eficients al màxim i, si cal, fer-los treballar conjuntament amb la resta d'elements de l'edifici.

4.1 Aïllament en façana

Aïllament tèrmic en façana	Per la part exterior
	Per la part interior
	Omplint la càmera d'aire

Els objectius que es persegueixen amb l'aïllament o l'augment d'aïllament d'una façana són la reducció de la demanda energètica de l'edifici (calefacció/refrigeració), l'obtenció de més confort a l'interior i la minimització del risc de generació d'humitats de condensació.

Per tant, el que s'ha de buscar és optimitzar la resistència tèrmica de la part opaca de la façana mitjançant l'aplicació d'aïllament o sistemes de tancament apropiats al clima, a l'orientació de la façana i a la composició específica d'aquesta.

A continuació, en aquest capítol s'expliquen els tres sistemes d'aïllament: per l'exterior de l'edifici, per l'interior de l'habitatge i per injecció dins la cambra d'aire de la façana.

D'altra banda, tot i que té menys importància, s'ha de recordar que també el color d'acabat de la façana incideix en una absorció més o menys elevada de la radiació solar.

Comparativament, els avantatges i els inconvenients dels sistemes d'aïllament tèrmic per l'exterior, l'interior i per dins de la cambra d'aire de les façanes són els següents:

A. Aïllament de la façana per l'exterior

Des del punt de vista de la capacitat aïllant de la façana:

- Permet aprofitar la massa tèrmica interior, com a acumuladora dels guanys solars obtinguts durant el dia, amb la qual cosa s'evita la pèrdua de calor cap a l'exterior. El gruix de l'aïllament és funció del rendiment del mur acumulador.
- És adequat per a estius de climes càlids, ja que permet l'aïllament de la radiació tèrmica excessiva.
- Elimina el risc que apareguin condensacions.

És important tenir en compte la necessitat de protegir l'aïllament de la intempèrie.

Els sistemes que s'apliquen solen ser de dos tipus:

- Aïllament in situ mitjançant procediments convencionals que es basa en la superposició de capes (panell aïllant + malla de protecció/reforç + arrebossat d'acabat amb morters, impermeables i hidròfugs / doblat de la paret).
- Aïllament utilitzant plaques: es tracta de materials que porten incorporat l'acabat final i que intercalen un entramat de malla metàl·lica per armar la placa per assegurar-ne la resistència. Aquestes plaques se subjecten a la façana mitjançant fixacions mecàniques.

Avantatges

- Aplicable a totes les façanes.
- Hi ha la possibilitat de fer una façana ventilada.
- Estalvi energètic important en orientacions amb molta radiació solar i a l'estiu.
- El mur acumula i regula els guanys calorífics. S'aprofita la inèrcia tèrmica del suport.
- Adequat per a habitatges d'ús permanent.
- Cal una preparació prèvia del suport.
- Eliminació de ponts tèrmics i risc de condensacions.
- Treball per l'exterior, sense desallotjar les persones usuàries de l'habitatge, la qual cosa minimitza molèsties.
- No es perd superfície útil de l'habitatge.
- Sistema de construcció en sec, necessitat de subestructura fixada al mur portant per muntar el material d'acabat (de material durable).
- Procés de muntatge ràpid i net. Fixacions mecàniques. Possibilitat de desmuntar els elements.
- Protegeix el mur de suport i els elements constructius davant d'oscil·lacions tèrmiques i inclemències climàtiques.

Inconvenients

- Pot condicionar l'acabat final.
 - A vegades requereix la modificació de la fusteria de les finestres.
 - Cal projecte amb l'aprovació de la comunitat de veïns (són treballs que afecten tot l'edifici).
 - Necessitat d'elements auxiliars per a l'execució de l'obra: bastida, acopi de materials, contenidors i ocupació de les voreres.
 - Cal projecte d'execució i la llicència municipal corresponent.
 - S'han de canviar els remats dels escopidors, brancals, llindes, etc. per adaptar-se a l'augment del gruix de la façana.
 - Increment del gruix de la façana de l'edifici (com a mínim, 6 cm), tot i que dependrà de l'emplaçament urbanístic i del tipus de façana.
 - Danys per actes vandàlics.
 - Requereix una execució d'obra acurada, personal especialitzat i sistemes acreditats mitjançant DIT (document d'idoneïtat tècnica) o DITE (document d'idoneïtat tècnica europeu).
-

B. Aïllament de la façana per l'interior

Des del punt de vista de la capacitat aïllant:

- Permet que les superfícies interiors emmagatzemin en poc temps una temperatura similar a la de l'ambient interior, i s'augmenta així el confort dels ocupants.
- Aquesta mesura és eficaç en climes freds i humits i en les façanes orientades al nord, ja que en aquestes condicions difícilment es pot aprofitar la massa tèrmica interior perquè la radiació solar és baixa.

Depenent de la demanda energètica es poden aplicar:

- L'aïllament in situ mitjançant procediments convencionals. Es basa en la superposició de capes (panell aïllant + malla de protecció/reforç + acabat (morters i enguixats).
- Plaques amb acabat incorporat o sense (enlluït de guix, acabat decoratiu, peces ceràmiques, etc.) adherits mecànicament o amb adhesius (segons el producte) a l'envà interior.
- Plaques d'alta densitat de llanes minerals (autoportants) subjectes a la paret mitjançant rastells de fusta i metàl·lics i fixacions mecàniques. La instal·lació de plaques rígides és més ràpida i permet l'acabat posterior. No es recomana aplicar l'enguixat directament sobre les mantes minerals, ja que es poden desprendre.

Avantatges

- No es condiciona l'acabat exterior.
- Són independents del mur portant i permeten fer-hi reparacions i corregir els defectes de desplom.
- Les superfícies interiors agafen ràpidament la temperatura d'ambient interior.
- S'aplica individualment a cada habitatge.
- Adequat en climes freds i humits, i en façanes amb orientació nord (en què no es pot aprofitar la massa tèrmica interior perquè la radiació solar és baixa).
- Donen continuïtat a l'aïllament per l'interior eliminant ponts tèrmics de pilars embeguts en parets i contorns de forats.
- Procés de muntatge ràpid i net. Facilitat d'execució.
- Són obres menors.
- No calen sistemes auxiliars d'execució, com bastides.
- Sistema de construcció en sec, sense utilització d'aigua.
- Possibilitat de desmuntar els elements en les solucions de fixacions mecàniques. Fàcil de recuperar i/o reciclar.
- Permet passar les instal·lacions fàcilment pels elements del sistema, sense fer regates.
- No s'han de canviar les fusteries exteriors, encara que apareix un ampit interior.

Inconvenients

- Risc de condensacions no resolt en els cantells dels forjats.
- Interferència amb les persones usuàries de l'habitatge en el moment de l'execució de les obres.
- Reducció de la superfície útil de l'habitatge: es perden uns 6 cm lineals de superfície útil interior.
- No resol els ponts tèrmics lineals com els cantells de forjats.
- No s'aprofita la inèrcia tèrmica del suport.
- Comporta moure instal·lacions (radiadors, caixetins elèctrics, endolls, etc.).

C. Aïllament de la façana omplint la cambra d'aire

Des del punt de vista de la capacitat aïllant:

- Té un comportament similar a l'aïllament per l'interior. En aquest sentit, permet que les superfícies interiors emmagatzemin en poc temps una temperatura similar a la de l'ambient interior, i així s'augmenta el confort dels ocupants.
- Només es pot aplicar en façanes amb doble full i cambra d'aire contínua entre elles. Cal que el full exterior sigui resistent a la injecció de l'aïllament, amb un mínim de 10 cm de gruix.
- Ha de ser un aïllament resistent a la intempèrie, i de baixa absorció d'aigua, atès que hi pot haver humitats del full exterior.
- Els pilars embeguts en la façana, així com els contorns d'obra del perímetre d'obertures, resten sense aïllament i poden ocasionar ponts tèrmics.

El sistema que s'aplica és el següent:

- L'aïllament in situ mitjançant la injecció de materials aïllants, tipus perles de poliestirè expandit elàstificat amb grafit i adhesius, borres de llana mineral, o poliuretà «in situ» de baixa densitat. La conductivitat tèrmica d'aquests materials ha de ser baixa (la millor possible) per obtenir valors més baixos de transmitància tèrmica i compensar els ponts tèrmics de façana.

Avantatges

- No s'incrementen els gruixos de la façana.
- Amb control d'execució total es pot garantir l'aïllament complet de la cambra d'aire.
- No es condiciona l'acabat exterior.
- Les superfícies interiors agafen ràpidament la temperatura d'ambient interior.
- Es pot aplicar a tot l'edifici o individualment a cada habitatge.
- Adequat en climes freds i humits, i en façanes amb orientació nord (no es pot aprofitar la massa tèrmica interior perquè la radiació solar és baixa).
- Procés de muntatge ràpid i net. Facilitat d'execució i de reparació: només cal tancar els petits forats d'injecció del material aïllant.
- Són obres menors.
- No calen sistemes auxiliars d'execució, com la bastida (excepte si es fan per tot l'edifici i l'aplicació és des de l'exterior). Sistema d'aplicació en sec, sense utilització d'aigua.
- Aporten certa rigidesa a la façana.
- S'aprofita l'envà com a massa tèrmica.
- No canvia el gruix de la façana i, per tant, no hi ha canvis de fusteria ni d'acabats interiors.
- Es minimitzen els treballs d'acabats interiors posteriors.
- És l'alternativa quan no es pot aïllar per l'exterior de la façana ni tampoc no es pot perdre espai interior.

Inconvenients

- Risc de condensacions.
- Interferència amb les persones usuàries de l'habitatge en el moment de l'execució i la posada en obra (si aquesta no es fa per l'exterior).
- La interferència anterior no té lloc si l'execució de l'obra es fa des de l'exterior.
- No resol els ponts tèrmics de pilars embeguts en parets, brancals i cantells de forjat. Cal reduir el valor de la transmitància tèrmica de l'aïllament i del tancament per compensar.
- Les instal·lacions que passen per la cambra d'aire poden veure's afectades.
- Cal fer un control intens en obra per garantir la continuïtat de la cambra i la inexistència de fissures importants en el mur exterior de suport.
- Es requereix rigor en l'execució material de l'obra.

Cada material d'aïllament té associades unes característiques específiques (resistència tèrmica, densitat, absorció d'aigua, etc.) i un o diversos sistemes constructius de posada en obra.

A continuació es presenta una mostra dels sistemes constructius habituals.

Utilització de materials d'aïllament segons cada sistema constructiu

Material d'aïllament:

Poliestirè expandit EPS

Presentació:

Placa / amorfa

λ :

De 0,031 a 0.047 W/mK

On es col·loca	Sistema de fixació	Acabat habitual	Observacions
Interior	No adherit/	Envà ceràmic	Si no va adherit, s'ha de garantir la continuïtat de les plaques. Si va adherit a la paret exterior, ha de ser resistent a la humitat. És preferible l'envà interior de peces ceràmiques que porten l'aïllament enganxat per la cara de la cambra d'aire.
	Adherit a l'envà	Guix laminat	
	Injectat (interior cambra)	Tapat de forats injecció i pintat	No és una solució habitual, però actualment hi ha materials evolucionats tecnològicament que fa que sigui una solució de rehabilitació favorable. No es pot utilitzar en façanes amb un sol full. S'aconsella la col·locació per un tècnic especialitzat.
Exterior	Mecànic	Monocapa	És un sistema d'aïllament per l'exterior, amb fixacions mecàniques que permet aplicar directament l'acabat de morters monocapa.

4. Recomanacions d'aïllament per a l'envolupant tèrmica

Utilització de materials d'aïllament segons cada sistema constructiu (continuació)

Material d'aïllament:

Llana mineral MW

Presentació:

Panell semi rígid

λ :

De 0,033 a 0.044 W/mK

On es col·loca	Sistema de fixació	Acabat habitual	Observacions
Interior	No adherit	Envà ceràmic	Amb envà ceràmic: si no va adherit, s'ha de garantir la continuïtat del panell. Si va adherit a la paret exterior, ha de ser resistent a la humitat. Milloren l'acústica del parament
		Guix laminat	Amb guix laminat, és una solució habitual, amb sistema industrialitzat de col·locació en sec, ràpida execució i poca generació de runes. L'aïllament es col·loca entre l'estructura d'acer galvanitzada on es fixen les plaques de guix laminat. S'han de reforçar les zones on s'han penjat elements a les parets.
Exterior	Mecànic	Façana ventilada	És una solució habitual per a façanes ventilades, amb acabat per l'exterior de pedra, ceràmica, panell laminat, fusta tractada o planxes metàl·liques. Dóna continuïtat a l'aïllament eliminant els ponts tèrmics (controlar la col·locació dels rastrells de fixació, ancoratge, verticalitat i planeïtat).

Utilització de materials d'aïllament segons cada sistema constructiu (continuació)

Material d'aïllament:

Poliuretà PUR

Presentació:

Escuma amorfa / placa

λ :

Escuma, de 0,028 a 0,035 W/mK. Placa, de 0,025 a 0,030 W/mK

On es col·loca	Sistema de fixació	Acabat habitual	Observacions
Interior	No adherit/	Envà ceràmic	Si no va adherit, s'ha de garantir la continuïtat de les plaques. Si va adherit a la paret exterior, no cal que sigui resistent a la humitat. És preferible l'envà interior de peces ceràmiques que porten l'aïllament enganxat per la cara de la cambra d'aire.
	adherit a envà	guix laminat	
Interior	Injectat (interior cambra)	Tapat de forats injecció i pintat	No és una solució habitual, però actualment hi ha materials evolucionats tecnològicament que fa que sigui una solució de rehabilitació favorable. No es pot utilitzar en façanes amb un sol full. S'aconsella la col·locació per un tècnic especialitzat i tenir en compte la pressió exercida sobre els envans interiors (perill diesquerdes).
Exterior	In situ	Façana ventilada	És una solució habitual per a façanes ventilades, amb acabat per l'exterior de pedra, ceràmica, panell laminat, fusta tractada o planxes metàl·liques. Dóna continuïtat a l'aïllament eliminant els ponts tèrmics (controlar la col·locació dels rastrells de fixació, ancoratge, verticalitat i planeïtat).

4. Recomanacions d'aïllament per a l'envolupant tèrmica

Utilització de materials d'aïllament segons cada sistema constructiu (continuació)

Material d'aïllament:

Poliestirè extruït XPS

Presentació:

Placa

λ :

De 0,029 a 0.036 W/mk

On es col·loca	Sistema de fixació	Acabat habitual	Observacions
Interior	Adherit a suport	Guix laminat amb aïllament adherit	És una solució habitual, amb sistema industrialitzat de col·locació en sec, ràpida d'execució o poca generació de runes. Les plaques de guix laminat porten enganxat l'aïllament tèrmic i es fixen a l'estructura d'acer galvanitzat. S'han de reforçar les zones on es penguin elements a les parets. Redueix l'espai interior de l'habitatge.
Exterior	Mecànic	Façana ventilada	És una solució habitual per a façanes ventilades, amb acabat per l'exterior de pedra, ceràmica, panell laminat, fusta tractada o planxes metàl·liques. Dóna continuïtat a l'aïllament eliminant els ponts tèrmics (controlar la col·locació dels rastrells de fixació, ancoratge, verticalitat, planeïtat ...). Durant la fase d'execució s'ha de procurar que el material estigui exposat a la radiació solar directa el mínim temps possible per evitar possibles deformacions del material. Cal extremar aquestes precaucions si les plaques són de colors foscos.

A l'annex 1 es defineixen els gruixos d'aïllaments recomanats per a la rehabilitació de la part massissa dels tancaments verticals de l'envolupant tèrmica i que corresponen a valors de la transmitància tèrmica de la part massissa i contínua de les diferents solucions de façanes. Per tant, en els gruixos d'aïllament proposats no s'inclouen els valors de les parts corresponents als ponts tèrmics existents, per la qual cosa, per compensar aquestes pèrdues, els valors de transmitància tèrmica s'han d'incrementar entre un 20% i un 50% en funció del percentatge d'obertures i dels ponts tèrmics existents en les solucions aplicades.

4.2

Aïllament en coberta

Aïllament tèrmic en coberta	Per la part interior sota coberta
	Per la part exterior

La coberta és l'element de l'edifici que sofreix en major grau les agressions externes, motiu pel qual és important donar-li el protagonisme que es mereix, amb la finalitat d'aconseguir el suficient confort interior de les persones usuàries i la màxima reducció possible de la demanda energètica dels espais inferiors.

També és la part de l'envolupant de l'edifici amb més càrrega tèrmica i que rep més radiació solar (unes 4,5 vegades més elevada a l'estiu que a l'hivern). Per aquestes raons i pel que fa al comportament tèrmic, l'aïllament és molt important per reduir els guanys solars. Com més a l'exterior es col·loqui aquest aïllament, millor, per frenar i reduir l'entrada de calor a l'interior de l'habitatge. Les obertures com lluernes o claraboies són una discontinuïtat de la part massissa de la coberta, van envidrades i són punts d'na major transmitància tèrmica amb grans guanys solars i, per tant, ponts tèrmics de la coberta.

Els problemes habituals que es poden localitzar a les cobertes d'edificis existents són de dos tipus: la manca d'aïllament tèrmic, i les humitats o goteres al sostre de l'habitatge inferior per trencament de la impermeabilització.

Per tal d'identificar la millor solució de rehabilitació energètica de les cobertes, primer cal conèixer les diferents tipologies constructives de cobertes i que condicionaran la intervenció.

Es poden classificar en dos grans grups:

- **Cobertes planes:** transitables o no transitables en funció del material d'acabat que tinguin (es consideren transitables quan el paviment és de tipus rajola, i no transitables quan l'acabat consisteix en graves o làmines d'impermeabilització).
- **Cobertes inclinades:** amb forjat inclinat o forjat pla i envanets de sostremort de pendent.

A més, també poden ser **ventilades** o **no ventilades**. Són preferibles les cobertes ventilades que ajuden a dissipar els guanys tèrmics del sol a la cambra d'aire existent entre l'acabat de la coberta i el forjat resistent. En aquest sentit les cobertes tipus «a la catalana» són una bona solució actualment en desús i que caldria recuperar.

La intervenció de rehabilitació energètica a les **cobertes planes**, col·locant aïllament tèrmic sobre la coberta existent, és més senzilla i eficient perquè es col·loca l'aïllament a la cara exterior sobre la resta de materials de coberta. Això comporta millores associades a la protecció de la làmina d'impermeabilització —que és el material que sofreix en major grau els canvis de temperatura, i que li provoquen un envelliment accelerat— i també contribueix a la reducció de condensacions intersticials eliminant les taques d'humitat a la cara interior del forjat.

En el cas de les **cobertes inclinades**, la intervenció és més complicada pel que fa a l'execució. També es pot fer per l'exterior, desmuntant prèviament les peces d'acabat (teules, pissarra, etc.), però el més freqüent és incorporar l'aïllament per l'interior, dins la cambra d'aire (el més adequat i eficient) o en plaques d'acabat fixades sobre el forjat interior o en cel ras.

Per al càlcul de la transmitància tèrmica de la coberta, cal tenir present que el coeficient de transmitància «U» és la mitjana ponderada de la U de la part massissa més la U de la part envidrada o lluernes. Per tant, s'ha d'incrementar el gruix de l'aïllament tèrmic de la part massissa de la coberta per compensar la transmitància tèrmica més elevada de la part d'envidrament.

En l'annex 2 es defineixen els gruixos d'aïllament recomanats, segons les diferents solucions constructives de cobertes adoptades i que pertocuen a les diferents zones climàtiques de Catalunya.

Comparativament, els avantatges i els inconvenients dels sistemes d'aïllament tèrmic de les parts massisses de les cobertes són els següents:

A. Aïllament per l'interior sota coberta

Avantatges

- Són independents del suport, permeten fer-hi reparacions.
- Les superfícies interiors agafen ràpidament la temperatura d'ambient interior.
- Més adequat en climes freds i humits.
- Els panells sandvitx aporten un acabat estètic i de confort interior.
- Donen continuïtat de l'aïllament per l'interior eliminant possibles ponts tèrmics.
- Sistema de construcció en sec, sense utilització d'aigua.
- Possibilitat de desmuntar els elements en les solucions de fixacions mecàniques. Fàcil de recuperar i/o reciclar.
- Procés de muntatge ràpid i net.
- Permet passar les instal·lacions fàcilment pels elements del sistema.
- Són obres menors.
- En el cas d'aïllament amb golfes no ocupades, resulta fàcil col·locar panells sobre el forjat horitzontal.

Inconvenients

- Si es col·loca com a cel ras es perden uns 25 cm.
- Hi ha risc de condensacions, és aconsellable incorporar sistemes de renovació d'aire i ventilació.
- No s'aprofita la inèrcia tèrmica del suport.
- Hi ha certa dificultat en el muntatge.

B. Aïllament per l'exterior

Avantatges

- Aplicable a totes les cobertes.
- Com més a l'exterior es col·loqui l'aïllament, abans es frenen els guanys tèrmics de la radiació solar.
- Treball per l'exterior, sense desallotjar l'habitatge.
- No es perd altura útil de l'habitatge.
- Sistema de construcció en sec, excepte en el cas de projecció de poliuretà.
- Procés de muntatge ràpid i net. Sense fixacions o fixacions mecàniques.
- Possibilitat de desmuntar els elements. Fàcil de recuperar i/o reciclar.
- Permet col·locar paviment flotant, amb cambra d'aire ventilada que ajuda a reduir els guanys solars.
- Pot servir per recuperar sistemes tradicionals i millorar la integració en l'entorn.
- Ajuda a solucionar problemes, allarga la vida útil de la impermeabilització.

Inconvenients

- Cal una preparació prèvia del suport.
- Cal projecte d'execució i la seva llicència corresponent.
- Cal col·locar una barrera de vapor a la part calenta i poden produir-se condensacions.
- Puja el nivell de la coberta, i podria donar-se el cas que s'hagin de modificar els ampits perimetrals de coberta.

4.3

Solucions d'aïllament en obertures: finestres i lluernes

Les obertures de façanes i cobertes tenen un paper fonamental en el funcionament tèrmic i de confort lumínic dels habitatges. Són elements de captació solar directa, de ventilació i de llum natural, tots ells condicions bàsiques per a l'habitabilitat dels habitatges.

També representen una discontinuïtat respecte a la part massissa, la qual cosa pot generar ponts tèrmics, i tenen una transferència de calor interior/exterior directa i elevada. Per tant, s'han de controlar les superfícies d'envidrament i la transmitància tèrmica (de vidre i marc), que ha de ser el més baixa possible.

A causa d'aquesta discontinuïtat i canvi de material es poden produir ponts tèrmics entre la fusteria de la finestra i l'obra. Per evitar-los s'ha de donar continuïtat a l'aïllament tèrmic en tots els massissos que envolten les obertures i segellar les unions del premarc i l'obra. També hi poden haver ponts tèrmics (per una diferència de temperatura i humitat entre l'ambient exterior i interior) a les fusteries, si són perfils metàl·lics buits sense ànima interior. Per evitar-los cal que els perfils metàl·lics siguin «**amb ruptura de pont tèrmic**» de gruix superior a 12 mm, bé perquè estiguin reomplerts amb material aïllant bé perquè portin incorporada al perfil una junta plàstica (en ambdós casos han de formar discontinuïtats entre el perfil exterior i l'interior).

Les proteccions solars ajuden a controlar l'entrada de la radiació solar directa i els guanyos tèrmics a l'interior de l'habitatge, aprofitant el que és més beneficiós en cada moment (segons sigui estiu o hivern). Són imprescindibles especialment a l'estiu, ja que eviten el sobreescalfament.

La ventilació natural ajuda a millorar el confort tèrmic interior a l'estiu, reduint la temperatura i la humitat i incrementant la sensació de frescor a les persones usuàries. Aquests efectes s'aconsegueixen especialment amb ventilació creuada, és a dir, a través d'obertures situades en façanes oposades o en façanes i patis interiors, que tenen temperatures diferents.

Per mantenir la qualitat de l'aire dels espais interiors i evitar les condensacions superficials per una humitat excessiva a l'ambient interior, cal assegurar una renovació d'aire mínima, que es pot aconseguir amb alguns d'aquests sistemes: la ventilació voluntària, els airejadors integrats a les fusteries exteriors, o els sistemes de ventilació mecànica.

La rehabilitació de les obertures es pot executar de manera global per tot l'edifici o de manera parcial o individual per l'usuari.

Global per tot l'edifici **des de l'exterior**:

- _ Quan per motius d'ubicació dels forats o altres motius tècnics sigui l'única possibilitat d'actuació.
- _ Quan estigui prevista una rehabilitació de façana.
- _ Es garanteix l'homogeneïtat dels acabats de totes les obertures i proteccions solars.

Individual **des de l'interior** de l'edifici:

- _ És el sistema recomanat, especialment quan la rehabilitació només inclou l'actuació pel que fa a obertures de façana.
- _ Les persones usuàries han de facilitar l'accés dels operaris a l'interior de l'habitatge, de manera coordinada.

Els principals components de les obertures són:

- _ El vidre.
- _ El marc.
- _ La protecció solar (addicional): fixa o mòbil (s'utilitza per al càlcul del factor solar modificat).

Per escollir els productes i la solució constructiva més recomanable en la rehabilitació energètica d'edificis d'habitatges i per millorar el comportament tèrmic de les obertures, s'han de tenir en compte el criteri tècnic:

- A. Elecció d'obertures
- B. Adequació a l'ús
- C. Complementes de les obertures

A. Criteri tècnic d'elecció d'obertures

Vidre

- _ Transmissió tèrmica U (W/m²K): per a cada orientació. Com més baixa, millor.
- _ Factor solar: en façanes SO, com més baix, millor.

Marc

- _ Transmissió tèrmica U (W/m²K): com més baixa, millor.
- _ Permeabilitat a l'aire: millor classificació segons UNE-EN 12207:2000.
- _ Estanquitat a l'aigua: millor classificació segons UNE-EN 12208:2000.
- _ Resistència als efectes del vent: millor classificació d'acord amb la norma UNE-EN 12210:2000.

Forat de façana

- _ Aïllament acústic a so aeri (en dBA atenuats): com més alt, millor.

B. Adequació a l'ús

Es valoren qualitativament les limitacions d'ús per als diferents productes:

En marcs:

- _ Material preexistent: en finestres amb marc de fusta es valorarà que el nou marc sigui també de fusta.
- _ Mida del forat: per a cada material hi ha unes dimensions màximes que s'han de tenir en compte, encara que aquestes no són limitades. Igualment, per a un mateix material, en finestres més petites la resistència al vent del marc sempre és més elevada.
- _ Condicions climàtiques específiques:
 - » Zones ventoses: característiques de resistència mecànica.
 - » Zones properes al mar: aplicació de tractaments específics (anticorrosió).

En vidres:

- _ Orientació de la façana condiona l'ús de vidres especials: vidres baix emissius, vidres reflectants o de control solar.
- _ Quant a l'aïllament acústic a so aeri, a major atenuació aconseguida en dBA, millor (utilització de vidres laminars acústics).

C. Principals components de les obertures

En l'esquema següent es presenten les diferents solucions disponibles al mercat de productes de construcció per millorar el comportament tèrmic de les obertures.

Vidre	Senzills	Envidrament simple (no és objecte de subvenció ni recomanable degut a les grans pèrdues tèrmiques)
		Envidrament doble
	Especials	Baix emissiu
		De control solar
Marc	Fusta	Tova
		Dura
	Alumini o metàl·lic	Alumini sense Ruptura de Pont Tèrmic (SRPT)
		Alumini amb Ruptura de Pont Tèrmic (RPT)
	PVC	PVC 2 cambres
		PVC 3 cambres
	PUR	PUR alta densitat amb nucli metàl·lic
	Protecció solar*	Dispositius en lames
Dispositius textils		

*Vegeu CTE, DB-HE 1, annex E2 i taules corresponents

C.1. Vidres

Vidres senzills: no són objecte de subvenció i no són recomanables per les grans pèrdues tèrmiques que tenen.

- _ Doble envidrament (amb cambra d'aire).
- _ Triple envidrament (amb dues cambres d'aire).
- _ En els dobles envidraments, es recomana que les cambres d'aire siguin com més amples millor; el gruix idoni de la cambra d'aire és de 16 mm.

S'estima que per arribar a les exigències sol·licitades de transmitància tèrmica de les obertures en rehabilitacions amb subvenció, s'han de col·locar vidres com a mínim del tipus doble amb cambra d'aire de 4/12/4 mm. Si el gruix dels vidres és diferent, es millora

l'aïllament acústic. En aquest cas, el vidre més gruixut ha d'anar sempre a l'exterior (per exemple, 6/12/4).

Per tal de reduir la transmissió tèrmica del vidre, es poden utilitzar els vidres baix emissius, que la redueixen fins al 40%.

Si el que es vol és reduir el factor solar del vidre (en grans obertures i radiació solar directa), cal utilitzar vidres de control solar o làmines de control solar adherides per la cara exterior, que redueixen el factor solar fins al 45%.

En funció del risc de ruptura de l'envidrament per la seva ubicació dins de l'habitatge, caldrà col·locar vidres laminars de seguretat.

El mercat ofereix una gran varietat de vidres i fusteries que s'han de triar en funció de la situació climàtica de l'edifici que s'ha de rehabilitar. A l'annex 3 trobem les característiques bàsiques i els avantatges principals dels vidres i fusteries.

C.2. Marcs

- _ Fusta tova o dura.
- _ Metàl·lics o d'alumini SRPT (sense ruptura de pont tèrmic).
- _ Metàl·lics o d'alumini amb RPT (ruptura de pont tèrmic; que ha de ser de dimensions superiors a 12 mm).
- _ PVC amb 2 cambres (forats del perfil del marc).
- _ PVC amb 3 cambres.
- _ PUR d'alta densitat amb nucli metàl·lic.

C.3. Proteccions solars

- _ Elements fixos dels edificis: voladissos, brancals, ràfecs, etc.
- _ S'han de dimensionar perquè siguin efectius. S'ha de controlar el sortint respecte del pla de façana i el color per tal que estiguin ben integrats en la façana.
- _ Dispositius en lamel·les (fixes o mòbils): porticons, brise-soleil, etc.
- _ Dispositius tèxtils: tendals, etc.

4. Recomanacions d'aïllament per a l'envolupant tèrmica

No es tenen en compte per al càlcul de la transmitància tèrmica.

És convenient una combinació de proteccions solars fixes i mòbils, adequades a cada orientació:

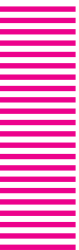
- _ Orientació sud: les més adequades són les fixes tipus voladís, ràfecs o porxos; si són dispositius amb lamel·les han d'anar en posició horitzontal.
- _ Orientacions oest o est fixes del tipus pantalles o brancals. Si són dispositius amb lamel·les han d'anar en posició vertical.

5.

Recomana- cions per a les instal·la- cions

5. Recomanacions per a les instal·lacions

5.1 Millora energètica en la climatització	99
A. Equips col·lectius d'instal·lacions en edificis	99
B. Equips individuals d'instal·lacions en habitatges	102
C. Evacuació, productes de combustió	104
5.2 L'aprofitament de l'energia solar tèrmica en la producció d'aigua calenta sanitària (ACS)	112
A. Sistemes d'aigua calenta (ACS)	113
B. Producció d'ACS mitjançant energia solar tèrmica	114
5.3 Millora energètica en la il·luminació comunitària	120
5.4 Millora dels ascensors	123
A. Hidràulics	123
B. Elèctrics	124
C. Elèctrics d'última generació	124



En aquest capítol es presenten les recomanacions i les propostes de mesures de rehabilitació energètica que afecten les instal·lacions implementades en els edificis tant d'ús comunitari com individual.

Les directrius i els reials decrets aplicables en aquest capítol són els següents:

- _ Directiva Europea 2002/91/CE, marc normatiu europeu d'eficiència energètica que estableix la necessitat de qualificació energètica dels edificis.
- _ Reial decret 275/1995, relatiu als requisits de rendiment per a les calderes noves d'aigua calenta alimentades amb combustibles líquids o gasosos.
- _ Reial decret 314/2006, CTE (28/3/06). El Codi Tècnic de l'Edificació, i en particular el DB-HE, supeditat a la LOE (Llei d'ordenació de l'edificació) regula les exigències bàsiques de qualitat que han de complir els edificis.
- _ Reial decret 47/2007, de certificació energètica (31/1/07). Aquest decret regula la qualificació i la certificació energètica en funció de la qualitat de les seves instal·lacions i característiques constructives i la seva demanda energètica.
- _ Reial decret 1027/2007, RITE (29/8/07), Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els edificis. Regula les exigències d'eficiència energètica de les instal·lacions.
- _ Altres decrets locals d'ecoeficiència, ordenances solars, inspeccions de calderes i aire condicionat, etc.

Tot i que les mesures descrites es tracten des del punt de vista de l'estalvi energètic que comporten, cal remarcar que també aporten una millora del confort interior de l'habitatge i, per tant, per a l'usuari, que és qui fa la inversió. No obstant això, cal destacar que, tot i que es dóna més importància a la promoció en aquestes mesures, no s'han de deixar de considerar altres actuacions que aportin una millora energètica a l'edifici. Aquest capítol, doncs, pretén orientar el prescriptor, no limitar-lo.

El bon manteniment i el bon ús d'aquestes instal·lacions també són una part imprescindible per aconseguir un bon rendiment i eficiència energètica.

Les mesures per a la millora de les instal·lacions són les següents:

- _ en la climatització
- _ en la producció d'aigua calenta sanitària (ACS)
- _ en la il·luminació comunitària
- _ en la col·locació d'ascensors.

A l'efecte del RITE es consideren instal·lacions tèrmiques les instal·lacions fixes de climatització (calefacció, refrigeració, ventilació) i de producció d'aigua calenta sanitària (ACS) destinades a obtenir la demanda de benestar tèrmic i higiene de les persones. El RITE també és d'aplicació en les instal·lacions tèrmiques d'edificis existents pel que fa a la reforma, el manteniment, l'ús i la inspecció d'aquestes instal·lacions, amb les limitacions que es determinin. Es consideren reformes:

- _ La incorporació de nous subsistemes de climatització o de producció d'aigua calenta sanitària o la modificació dels existents.
- _ La substitució per altres o l'ampliació del nombre dels equips generadors.
- _ El canvi de tipus d'energia utilitzada o la incorporació d'energies renovables.
- _ El canvi d'ús previst al edifici.

No es podrà fer servir combustible sòlid d'origen fòssil (carbó) en les instal·lacions tèrmiques dels edificis a partir de l'1 de gener de 2012.

5.1

Millora energètica en la climatització

Els sistemes de climatització convencionals utilitzats en l'habitatge, bàsicament, són:

- _ Instal·lació comunitària de calefacció i ACS.
- _ Instal·lació individual de calefacció amb caldera mixta per a la producció d'ACS.
- _ Escalfador instantani d'ACS.
- _ Escalfador elèctric per a ACS.
- _ Emissors elèctrics.
- _ Estufes de gas.
- _ Aparells d'aire condicionat per a la producció de fred i bombes de calor per a fred i calor.

En aquest sentit, per a la millora del rendiment d'aquests sistemes es consideren per separat els equips col·lectius i els individuals implementats en l'edifici, i es deixen de banda els col·locats per l'usuari.

A. Equips col·lectius d'instal·lacions en edificis

- _ Afavoreixen el manteniment de la instal·lació, ja que és una única caldera.
- _ La seva implantació elimina les instal·lacions individuals als habitatges i allibera espai.
- _ El confort que ofereixen és equiparable a les individuals, o fins i tot superior, amb seguretat de funcionament, ja que les grans instal·lacions poden tenir elements duplicats que assegurin que, si el primer falla, no ho faci el segon.
- _ Els costos d'instal·lació són inferiors a la suma d'instal·lacions individuals en els habitatges de tots els veïns de l'edifici.

Una instal·lació centralitzada consisteix en un sol generador de calor (caldera, bomba de calor) ubicat en zona comunitària que produeix calor per escalfar l'ambient o l'aigua.

Cada habitatge disposa del seu propi sistema de control de la calefacció i de l'aigua calenta sanitària que a més disposa de comptadors individuals, per poder facturar el que realment s'ha gastat individualment.

Si la caldera té més de 10 anys, es recomana substituir-la. Si no és així, és més rendible invertir en millores del sistema de control amb termòstats digitals o programadors. En aquest sentit, es valora la millora del rendiment de les instal·lacions existents, amb la qual cosa s'obté una millora en l'eficiència d'aquestes i, per tant, una reducció en el consum d'energia, en les emissions i en la facturació de les persones usuàries.

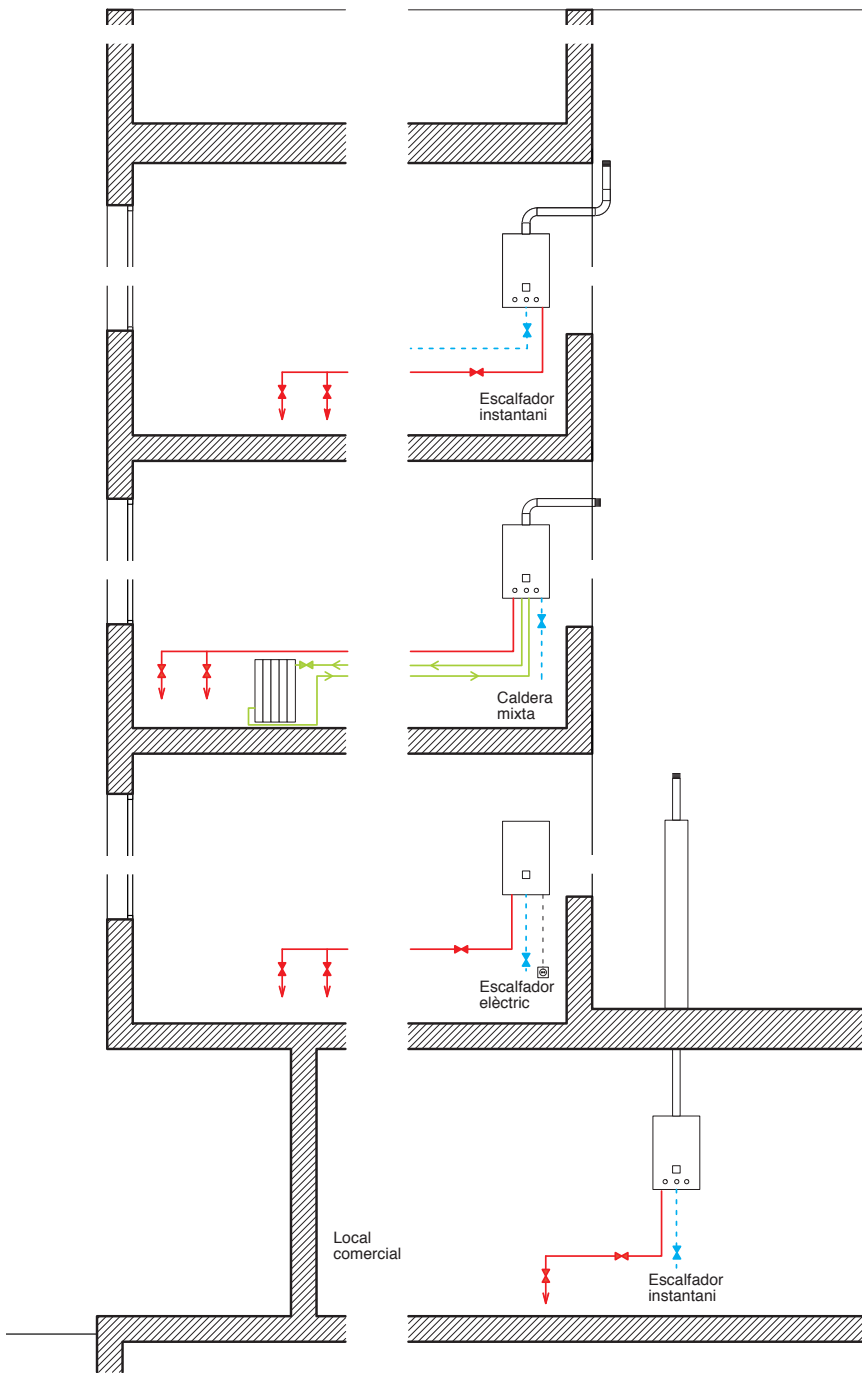
Cal aïllar les canonades quan el fluid té una temperatura més baixa que l'ambient o quan la temperatura del fluid supera els 40° C i les canonades circulen per locals no calefactats.



→

Figura 9.
Ventall situació actual.

Font: elaboració pròpia
a partir d'imatges extretes
de GasNatural.



B. Equips individuals d'instal·lacions en habitatges

Els darrers anys, el mercat ofereix un gran ventall d'equips eficients que, en ocasions, estan subjectes a subvenció. En el cas de les calderes mixtes, hi ha diferents ofertes d'equips depenent del tipus de combustió:

- _ Estanques: l'admissió d'aire i l'evacuació de gasos té lloc en una cambra tancada, sense contacte amb l'aire del local. Tenen millors rendiments que les anteriors.
- _ Modulador o de modulació automàtica de la flama: minimitza les arrancades i parades de la caldera, amb la qual cosa s'estalvia energia mitjançant el control de la potència tèrmica aportada.

Pel que fa a l'habitatge, aquesta mesura és completament aplicable als equips que produeixen calefacció i aigua calenta sanitària. Per a calderes domèstiques de 4 a 400 Kw de potència que utilitzen combustibles líquids o gasosos hi ha un sistema de catalogació per estrelles que compara els rendiments energètics. Es recomana escollir calderes estanques o de modulació automàtica amb quatre estrelles (com més estrelles tenen millor és el rendiment energètic) (vegeu RD 275/1995 de 24 de setembre).

Així mateix, hi ha calderes amb rendiments superiors als estàndards, com les calderes de baixa temperatura i les calderes de condensació. Són més cares que les convencionals, però els estalvis d'energia poden ser superiors al 25%, per la qual cosa el sobrecost inicial és fàcilment recuperable.

Hi ha molts sistemes alternatius a les calderes per a la climatització de l'habitatge, com les bombes de calor, els sistemes de terra, sostre o parets radiants, i fins i tot els clàssics radiadors elèctrics (no recomanables des del punt de vista de l'eficiència energètica) o les estufes de butà individuals (vegeu pàgina web IDAE).

Les reformes emparades en el RITE han de tenir en compte que en la substitució de calderes no es poden col·locar calderes atmosfèriques individuals < 70 Kw ni amb el marcatge d'una estrella en la prestació energètica a partir del proppassat 1 de gener de 2010. **Les calderes marcades amb dues estrelles no es podran col·locar a partir de l'1 de gener de 2012.** És a dir, en la substitució de calderes individuals cal cercar calderes amb millor rendiment energètic.

A part de considerar la renovació d'equips, en qualsevol dels dos casos (instal·lacions col·lectives i individuals) i del sistema de climatització utilitzat, s'ha de fomentar i millorar l'aïllament tèrmic dels elements de la instal·lació per evitar pèrdues i la ubicació correcta de l'equip generador i dels punts de consum. Les recomanacions per a qualsevol dels les resumim a continuació:

B.1 Sistema de calefacció

Actuacions sobre els equips

- _ Millora de la caldera: existeix una catalogació per estrelles (d'una a quatre) que compara els rendiments energètics en calderes que utilitzin combustibles líquids o gasosos (com més estrelles, més eficients són).
- _ Radiadors: col·locació dels radiadors sota les finestres de manera que millorin el confort, i que distribueixin l'aire calent per l'habitació.
- _ L'aire a l'interior dels radiadors dificulta la transmissió de calor, per això és convenient purgar els radiadors una vegada a l'any, o quan facin soroll.

Regulació de la calefacció

- _ Termòstats: la legislació actual exigeix que les noves instal·lacions individuals en tinguin. Són sempre recomanables per les instal·lacions fetes anteriorment.
- _ Vàlvules termostàtiques: sistemes que permeten mantenir temperatures diferents en funció de l'ús de l'habitació en què sigui el radiador.
- _ Reguladors programables: en substitució del termòstat normal, permet programar l'encesa i l'apagada i, per tant, un funcionament a temperatures més suaus per adaptar l'ambient al confort desitjat.

Sistemes de calefacció alternatius

- _ Terra radiant: per sota del terra, s'instal·len uns tubs de material plàstic per on circula l'aigua calenta. La temperatura a què s'escalfa l'aigua és inferior a la dels radiadors.
- _ Bomba de calor: combinada amb refrigeració es considera un sistema d'altíssima eficiència i de ràpida resposta.

B.2 Sistemes de refrigeració

Actuacions sobre els equips

- _ Els aparells de refrigeració s'han d'instal·lar en llocs poc assolellats i que tinguin una bona circulació d'aire.

Regulació de la climatització

- _ Instal·lar termòstats o rellotges programables en zones representatives de confort i allunyades de fonts de calor o fred, com elements de control i regulació de la temperatura per ajustar les càrregues tèrmiques a les necessitats d'ús.

C. Evacuació, productes de combustió

En les instal·lacions tèrmiques que es reformin canviant els generadors que no disposen de conducte d'evacuació per coberta o quan aquest no sigui l'adequat, l'evacuació s'ha de fer per la coberta de l'edifici, tant si es tracta d'una instal·lació centralitzada o instal·lacions individuals, amb un conducte adequat, amb l'excepció següent: si els aparells utilitzen combustibles gasosos es permet la sortida per la façana o el pati de ventilació, sempre que es tracti de calderes estanques < 70 Kw o escalfadors de potencia $\leq 24,4$ Kw en habitatges unifamiliars o quan s'instal·len calderes individuals amb baixes emissions de NOx (classe 5).

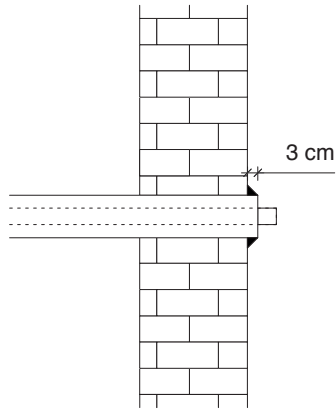
C.1 L'evacuació de productes de combustió per conductes poden ser:

- _ Sortida per façana: els tubs concèntrics o separats sobresortiran 3 cm del pla de façana.
- _ Sortida per façana a través de terrassa o galeria: es presenten dues possibilitats en funció de l'alçada respecte del sostre de la galeria o la terrassa de la sortida. Si el tub d'evacuació és a 30 cm o menys del sostre cal perllongar-lo fins al pla de façana. D'altra banda, si el tub d'evacuació surt a més de 30 cm del sostre, només caldrà sobresortir 10 cm del pla vertical interior.

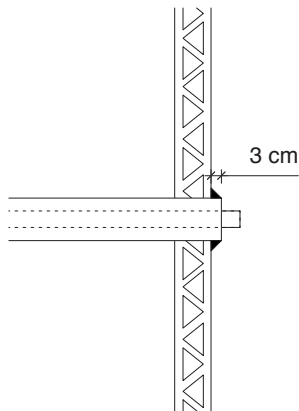
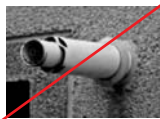
En el cas de les terrasses tancades amb gelosia o posteriorment a la col·locació de l'aparell, caldria tenir en compte el que s'ha indicat més amunt, així com els aparells instal·lats a les terrasses o les galeries.

L'alçada lliure de l'habitatge i la del muntatge de l'aparell es converteixen en crítics en cas que es tracti d'una reforma de la instal·lació amb repercussió en les façanes generals de l'edifici.

A través de la façana. gelosia o similar:



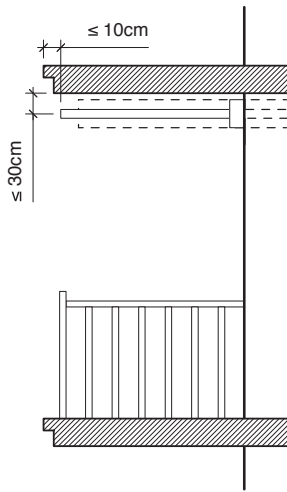
Mur



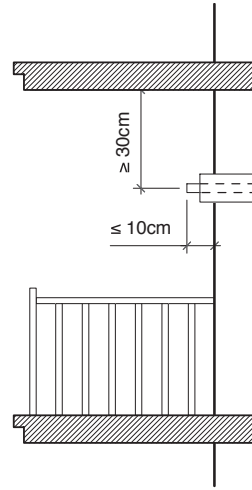
Gelosia

Font: elaboració pròpia a partir d'imatges extretes de GasNatural.

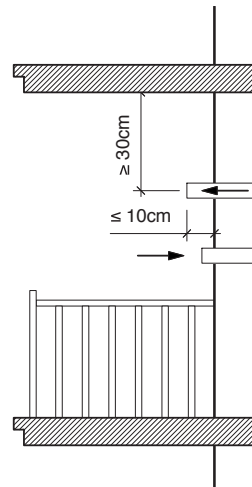
A través de la superfície d'una façana que pertanyi a l'àmbit d'una terrassa, balcó o galeria sota teulada i oberts a l'exterior:



Menys de 30 cm del sostre

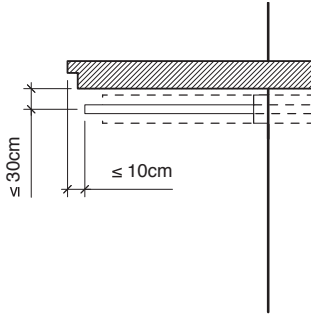


Més de 30 cm del sostre

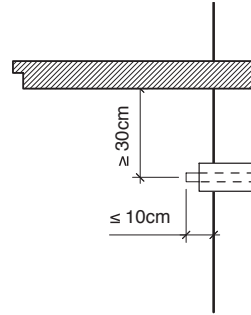


Font: elaboració pròpia a partir d'imatges extretes de GasNatural.

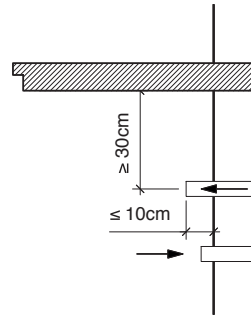
A través d'una façana, gelosia o similar, quan hi hagi **una cornisa o un balcó** en una cota superior a la sortida dels productes de la combustió:



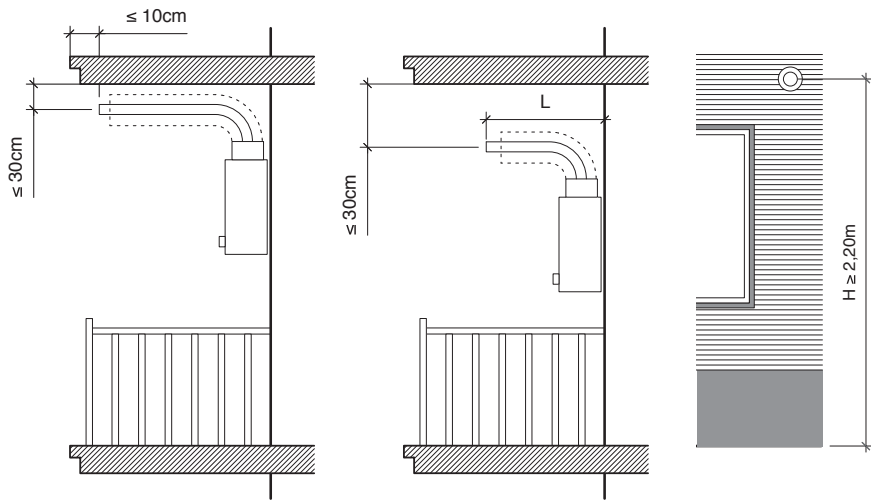
Menys de 30 cm del sostre



Més de 30 cm del sostre

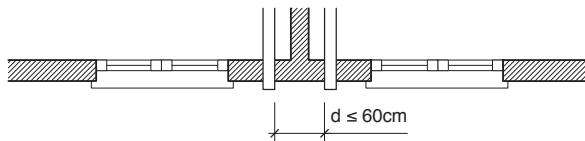


Aparell situat a l'exterior, en una **terrassa, balcó o galeria oberts i sota teulada**:

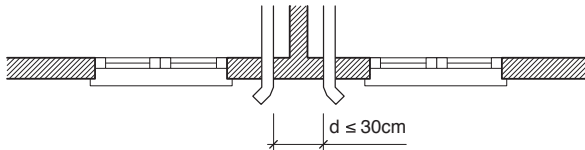


L: Longitud mínima segons instruccions del fabricant.

Paral·leles

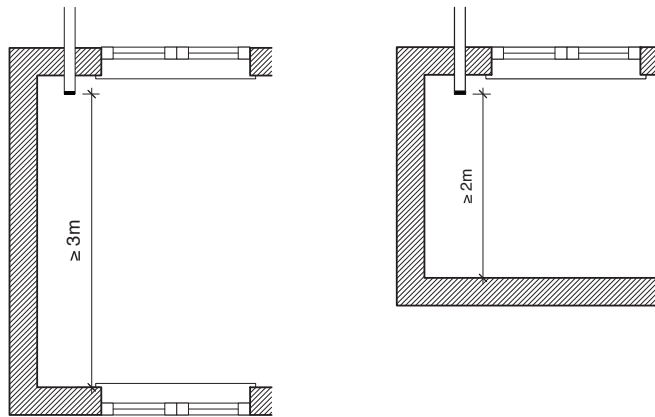


Divergents

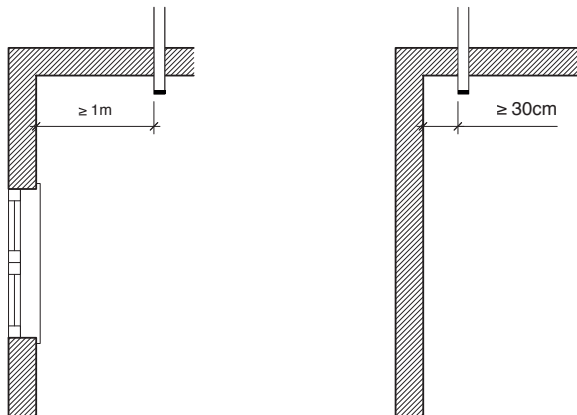


Font: elaboració pròpia a partir d'imatges extretes de GasNatural.

En qualsevol dels casos anteriors, i de manera general, quan la sortida dels productes de la combustió es faci directament a l'exterior, han de complir unes distàncies mínimes respecte de parets i finestres o buits de la construcció:



Distància amb finestra o paret frontal



Distància amb finestra o paret lateral

C.2 Patis de ventilació

Els patis de ventilació aptes per a l'evacuació de productes de combustió han de tenir, com a mínim, les característiques següents:

Superfície en planta (m^2)

$$0,5 \times NT \geq 4m^2$$

(NT- nombre de locals amb aparells)

Si el pati està cobert a la part superior, ha de permetre la ventilació directa amb $0,25 \times$ superfície pati $\geq 4 m^2$.

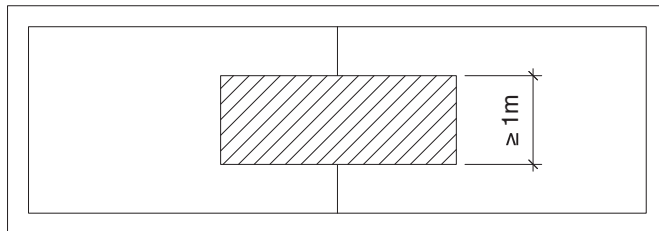
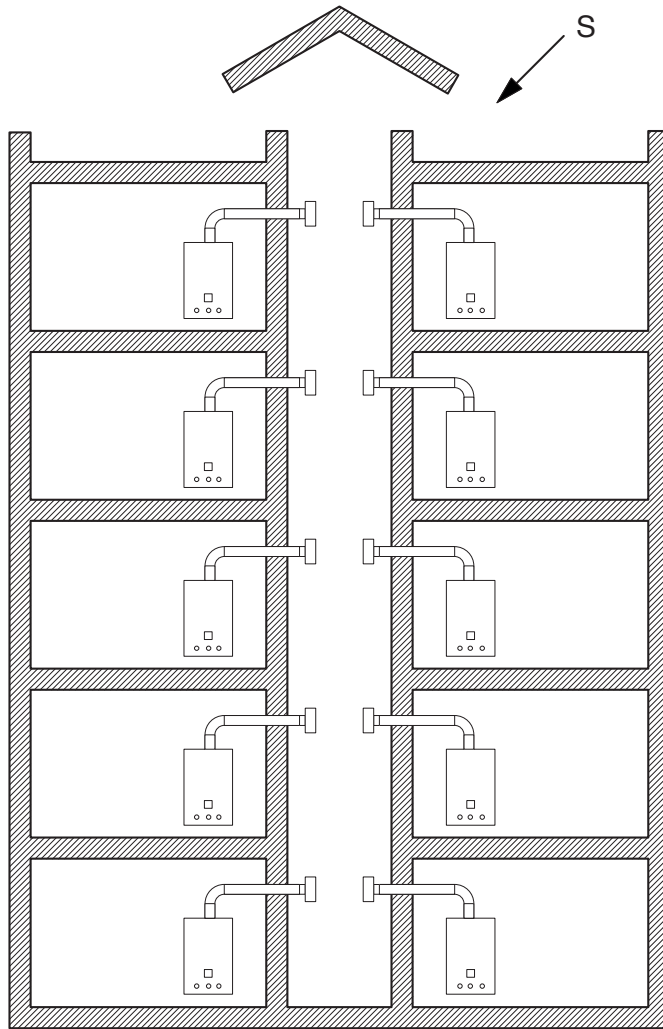
Patis d'evacuació PDC	Superfície mínima	teulada lliure (S)
Finca nova	NT x 1 m^2 mínim 6 m^2	25% de la superfície del pati amb un mínim de 4 m^2
Finca ja construïda	NT x 0,5 m^2 mínim 4 m^2	

NT és el nombre de locals que poden contenir aparells de tipus B que desemboquen al pati

→

Figura 10.
Característiques dels patis quan s'utilitzen per a l'evacuació dels productes de la combustió d'aparells connectats.

Font: elaboració pròpia a partir d'imatges extretes de GasNatural.



5.2

L'aprofitament de l'energia solar tèrmica en la producció d'aigua calenta sanitària (ACS)

L'aigua calenta sanitària (ACS) és, després de la calefacció i els electrodomèstics, el tercer consumidor d'energia dels habitatges. Principalment existeixen dos sistemes de producció d'ACS que permeten abastir aquesta demanda d'energia:

- _ Sistemes d'ACS instantània
- _ Sistemes d'ACS d'acumulació

Els sistemes instantanis escalfen l'aigua al mateix moment que es demana, però presenten el problema que malbaraten aigua fins que aquesta no arriba al punt de consum amb la temperatura desitjada, ja que l'esquema habitual de les instal·lacions interiors dels habitatges té forma d'arbre. Els més habituals són els escalfadors elèctrics (per efecte Joule) o de combustió de gas, tot dos amb sistema de funcionament de tot o res. Encara que és preferible el de gas perquè és més eficient, tots dos presenten el problema que malgasten molta aigua fins que aquesta no arriba al punt de demanda amb la temperatura desitjada. Aquest sistema de funcionament és conseqüència del fet que presenten un sistema de control de tot o res, és a dir, s'encén l'equip si la temperatura és per sota de la consigna, i l'equip s'apaga si la temperatura és igual o superior a la consigna.

Els sistemes amb acumulació també es controlen mitjançant un sistema tot o res, però no estan sotmesos a tants cicles d'arrencada i parada, ja que estan dissenyats per mantenir a temperatura constant tot el volum d'aigua acumulat. Així doncs, disposen de més inèrcia i velocitat de resposta.

Els sistemes d'acumulació es poden subdividir en dos tipus:

- _ Un equip que escalfa l'aigua (caldera o bomba de calor) més un termo acumulador.
- _ Termo acumulador de resistència elèctrica.

El primer sistema és freqüent en instal·lacions centralitzades i presenta avantatges respecte als equips individuals, com la reducció d'arrencades i aturades, la possibilitat de simultaneïtat de consum i les seves condicions de confort. Cal destacar que els sistemes centralitzats són més eficients gràcies al fet que l'eficiència d'una caldera de més potència és superior a l'eficiència de moltes instal·lacions petites individuals.

El segon sistema de termos acumulador de resistència elèctrica és un sistema poc recomanable des del punt de vista energètic i de costos. Si hi ha instal·lacions es recomana aïllar bé els conductes, introduir un rellotge programador i realitzar un bon manteniment de les resistències tèrmiques a l'interior de l'acumulador o instal·lar un descalcificador per mantenir l'eficiència de l'escalfament de l'aigua, ja que es minimitzen els efectes de la duresa de l'aigua.

En cas d'instal·lar sistemes de producció d'ACS comunitaris mitjançant energia solar tèrmica es poden utilitzar sistemes d'acumulació centralitzada i bescanviadors individuals en els habitatges. Si es disposa de prou espai als interiors dels habitatges, també es pot optar per instal·lar acumuladors individuals situats prèviament als escalfadors.

Les principals recomanacions relacionades amb la producció d'ACS són:

- _ Aïllar les canonades d'aportació d'aigua calenta amb camises elastòmeres per reduir les pèrdues calorífiques en el transport fins al punt d'aigua i posar sistemes d'aixetes termostàtiques que ajudin a controlar la temperatura i el cabal de l'aigua.
- _ El sistema auxiliar més freqüent és el d'una caldera individual instantània, en aquest cas es recomana canviar-la per una de nova si té més de 10 anys. Les calderes actuals estan sotmeses a requeriments elevats des d'un punt de vista d'eficiència energètica (per exemple, les calderes de condensació).

Tot seguit es resumeixen les recomanacions específiques per a la millora dels equips d'ACS, i s'estructuren en funció de si incideixen sobre els equips, si representen una millora en els punts de consum o bé incideixen en el funcionament general de la instal·lació.

A. Sistemes d'aigua calenta (ACS)

Actuacions sobre els equips:

- _ Millora de la caldera: existeix una catalogació per estrelles (d'una a quatre) que compara els rendiments energètics en calderes que utilitzin combustibles líquids o gasosos.
- _ Es recomana que les calderes i els escalfadors d'aigua calenta que s'instal·lin en substitució dels antics tinguin una potència per a ús domèstic entre 15 i 70 Kw, segons les necessitats. Per escollir els nous equips, buscant rendiments elevats, cal considerar tres punts:
 - » Calderes: microacumulació, encesa electrònica i seguretat de flama, modulació i alt rendiment segons la Directiva 92/42/CEE (a partir de dues estrelles).
 - » Escalfadors sense flama pilot permanent i limitador de potència màxima.
 - » Calderes de condensació: aparells amb rendiments superiors al 105% s/PCI.

Millora en els punts de consum:

- _ Introducció de sistemes de reducció de cabal que impliquen reduccions del 30-65%.
- _ La temperatura de sortida de l'aigua calenta ha d'estar entre 37° C i 42° C. Cada grau per sobre d'aquesta temperatura representa una despesa energètica extraordinària del 6%. En el cas dels dipòsits d'acumulació, el termòstat s'ha de regular entre 55° C i 60° C, ja que les temperatures més baixes afavoreixen el desenvolupament de bacteris.

Funcionament:

- _ Les canonades per on passa l'aigua calenta han d'estar molt ben aïllades amb camises elastòmeres per minimitzar al màxim les pèrdues de calor. Tot i que aquest aïllament sigui molt bo, sempre hi haurà pèrdues que seran proporcionals a la longitud del recorregut.
- _ S'ha de treballar amb pressions de servei moderades 15 mm columna d'aigua en el punt de consum.
- _ En els punts finals es recomana actuar mitjançant la instal·lació d'elements de reducció del cabal, així com perlitzadors o airejadors a les aixetes. En conjunt es pot estalviar el 30-40% del consum.

B. Producció d'ACS mitjançant energia solar tèrmica

La producció d'aigua calenta sanitària mitjançant energia solar tèrmica té com a característica principal que la producció d'aigua calenta és intermitent i que no coincideix en el temps amb la demanda. En aquest tipus d'instal·lacions es requereixen sistemes acumuladors d'aigua (centralitzats o individualitzats).

Així mateix, i com a conseqüència del règim intermitent de producció, i del fet que l'aigua calenta emmagatzemada pot no ser suficient per cobrir la demanda, és necessari incorporar un sistema de producció d'ACS que actuï com a sistema auxiliar, complementant la producció d'origen solar. Generalment les instal·lacions es dissenyen de manera que els equips convencionals per a la producció d'ACS (calderes) actuïn com a equips auxiliars.

Les normatives que estableixen el dimensionament i les condicions de les instal·lacions d'energia solar per a la producció d'ACS s'especifiquen en l'apartat 2.2, «Marc normatiu

català». El CTE, igual que el Decret d'Ecoeficiència i les ordenances locals, introdueixen l'obligatorietat de realitzar una instal·lació d'energia solar tèrmica que aporti una contribució solar mínima en percentatge a la producció d'ACS total als edificis.

D'acord amb la normativa vigent, el disseny de la instal·lació termosolar i l'ús d'equips auxiliars de producció està limitat al fet que la instal·lació sigui capaç d'aportar la fracció solar mínima.

Abans d'iniciar un procés de rehabilitació que condueixi a la implantació d'una instal·lació termosolar, és important consultar les diferents línies de subvencions per a la promoció de la implantació de l'energia solar tèrmica, de l'Institut Català de l'Energia, i del Servei de Rehabilitació d'Habitatges de la Direcció General de Qualitat de l'Edificació i Rehabilitació de l'Habitatge.

Posteriorment, per a la implantació d'un sistema de producció d'energia solar en una rehabilitació, és fonamental disposar de suficient espai assolellat per a la col·locació del camp de col·lectors i que aquests es puguin orientar en direcció sud, amb una inclinació igual a la latitud de la ubicació. En el cas que hi hagi més d'una filera de col·lectors és important que la disposició dels col·lectors minimitzi les pèrdues per ombres. Qualsevol variació en aquest aspecte fa augmentar el nombre de col·lectors. Així, és molt més factible i eficient instal·lar col·lectors en cobertes planes que en cobertes inclinades.

En cas d'instal·lar **el camp de col·lectors a la coberta de l'edifici** cal tenir en compte els requeriments següents per a la coberta:

- _ Ha de ser transitable i accessible al personal de manteniment.
- _ Ha de ser estructuralment resistent per suportar les sol·licitacions dels col·lectors (acumuladors, si calen) i les possibles càrregues de vent que aquests puguin transmetre a l'estructura.
- _ La superfície disponible en coberta ha de permetre que es pugui instal·lar prou superfície de col·lectors per poder cobrir el percentatge de la demanda especificat per la normativa vigent (fracció solar mínima).

D'altra banda, durant la instal·lació dels col·lectors cal tenir en compte que el sistema de fixació del panell a la coberta no pot comportar una pèrdua de la seva estanquitat.

Al mercat hi ha disponibles diferents tipus de col·lectors, cadascun d'ells amb unes prestacions qualitat/preu diferents i, per tant, és necessari estudiar en cada cas quin col·lector s'adapta millor als requeriments de les instal·lacions.

Algunes recomanacions en aquest sentit són:

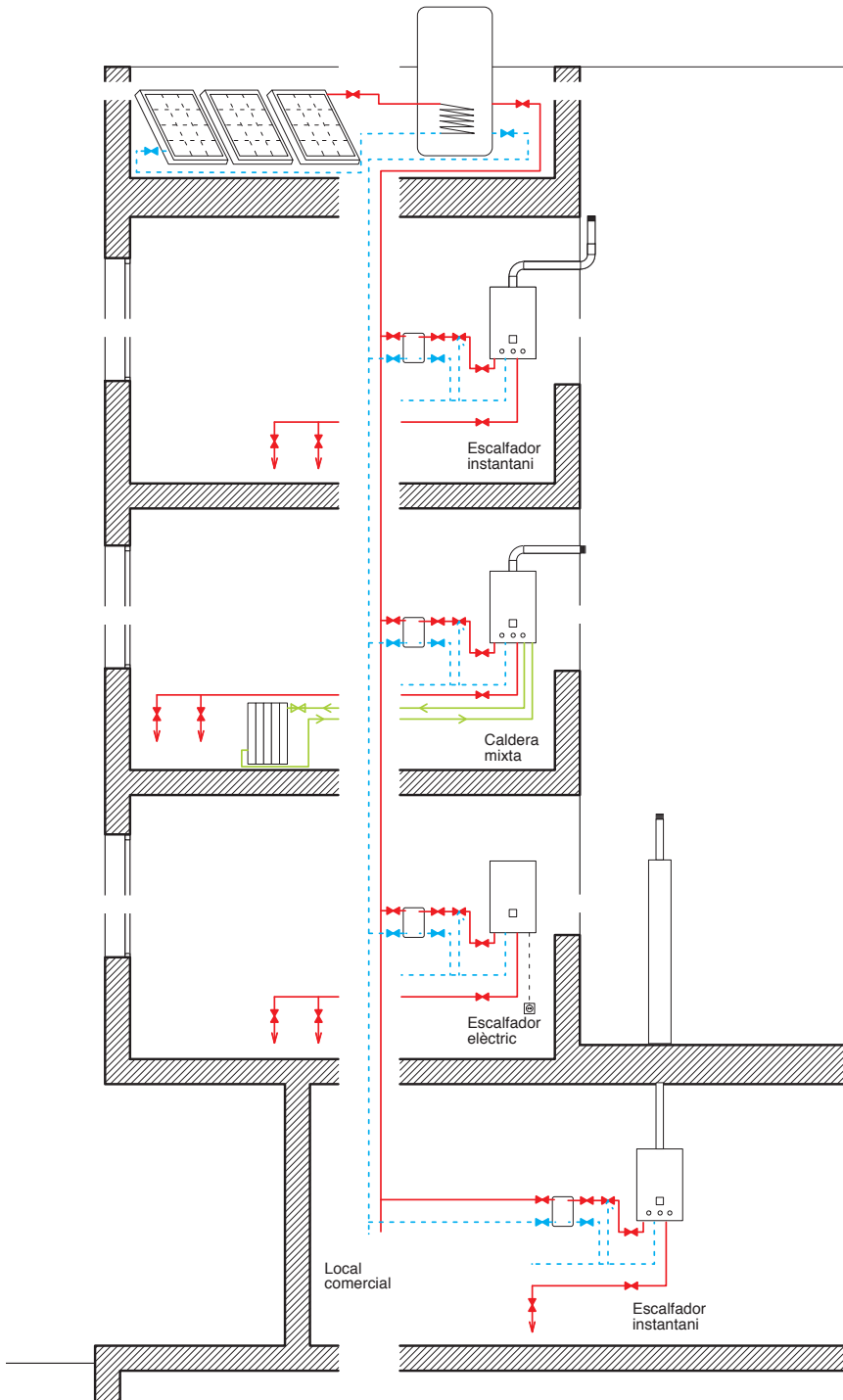
- _ Instal·lar col·lectors del tipus termosifó, si la superfície del camp de col·lectors requerida és petita, ja que aquest tipus de col·lectors no necessiten sistemes de bombeig i, per tant, són més eficients. Són especialment indicats per cobrir demandes petites d'ACS (habitatges individuals).
- _ Instal·lar camps de col·lectors amb recobriments selectius, per a produccions elevades d'ACS.
- _ Utilitzar sistemes de col·lectors de tubs de buit quan siguin necessàries temperatures d'aigua calenta molt més elevades.



→

Figura 11.
Producció d'aigua
calenta amb acumulació
centralitzada
i bescanviadors.

Font: elaboració pròpia
a partir d'imatges extretes
de GasNatural.



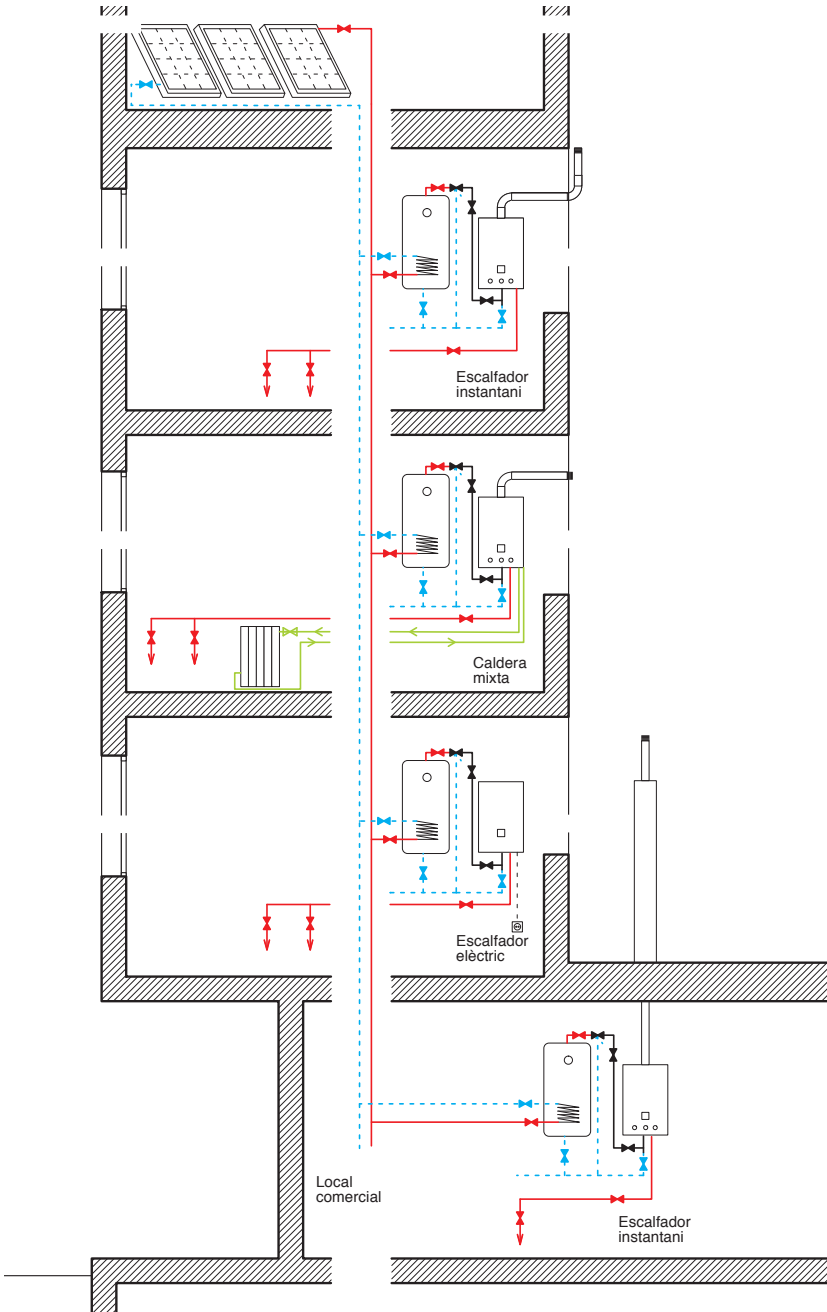
Finalment, les principals recomanacions relacionades amb la producció d'ACS són:

- _ Considerar la conveniència d'instal·lar un dissipador de calor a fi d'evitar el sobreescalfament en períodes de baix consum a la llar i alts nivells de radiació. D'aquesta manera es minimitzen possibles avaries per sobreescalfament. Preferentment s'han d'utilitzar sistemes de dissipació de calor que siguin passius i que no comportin un consum extra d'energia.
- _ És important realitzar un manteniment adequat dels panells solars, i comprovar periòdicament que el seu funcionament és l'adequat.

→

Figura 12.
Producció d'aigua
calenta amb acumulació
descentralitzada.

Font: elaboració pròpia
a partir d'imatges extretes
de GasNatural.



5.3

Millora energètica en la il·luminació comunitària

A part de les mesures referents a l'eficiència energètica de la il·luminació que es recomanen en aquest apartat, existeixen altres mesures arquitectòniques que redueixen el consum de la llum artificial, com per exemple pintar amb colors clars els sostres i les parets, intentant aprofitar al màxim l'eficiència de la llum natural.

El Codi Tècnic de l'Edificació fa obligatòria la instal·lació i l'ús de sistemes de control i regulació de l'enllumenat artificial a les zones on la llum natural ho permet, en l'edificació d'obra nova i/o en rehabilitacions de més de 1.000 m² on es renovi més del 25% de la il·luminació (UE, 1 de setembre de 2009).

Les zones comunes de qualsevol tipus d'edifici gaudeixen d'equips d'il·luminació que es regulen i gestionen conjuntament mitjançant la comunitat de veïns. Tot i que el seu consum no és el més elevat de l'edifici, l'objectiu d'aquesta mesura és que els edificis disposin d'instal·lacions d'il·luminació adequades a les necessitats de les persones usuàries i que, a la vegada, siguin eficients energèticament. En aquest cas recomanem instal·lar llums de baix consum o fluorescents d'alta eficiència amb detectors de presència.

Per això, i atenent al que s'ha exposat més amunt, s'han considerat dos tipus de mesures:

- **Substitució de làmpades, bombetes i fluorescents antics.** La seva vida útil implica una renovació constant per part de la comunitat de veïns i, per tant, la implantació d'elements més eficients no implica un canvi d'hàbits sinó la introducció del concepte d'eficiència en el seu comportament habitual.
Es proposa canviar les làmpades incandescentes per làmpades de baix consum segons criteris de manteniment preventiu.
Els fluorescents convencionals són equips d'il·luminació eficient, però hi ha fluorescents d'alta eficiència que són capaços d'oferir la mateixa intensitat i qualitat lumínica utilitzant una potència més baixa, i que fan reduir el consum energètic.
- **Implantació de temporitzadors.** Establiment d'un dispositiu automàtic que eviti la dependència del factor humà en l'apagada i l'encesa dels llums. Permeten controlar i limitar la durada de la il·luminació en els diferents circuits d'enllumenat introduïts.

Pel que fa a l'habitatge, el consum d'il·luminació té un major pes en el consum total i, per tant, és important considerar l'aplicació de mesures energètiques. En aquest

sentit, la renovació dels equips permet incorporar la substitució de làmpades en els processos actuals de renovació. Avui dia el mercat ofereix un ampli ventall d'equips eficients. Les mesures en il·luminació (canvi de bombetes i fluorescents, temporitzadors, etc.) comporten grans estalvis energètics (25-80%) en l'electricitat consumida per a la il·luminació de l'habitatge.

Com a orientació, la substitució de bombetes incandescentes per làmpades de baix consum pot comportar els estalvis següents:

Comparativa d'estalvis per substitució de bombetes incandescentes

Bombeta incandescent a substituir	Làmpada de baix consum amb la mateixa intensitat de llum	Estalvi en kWh durant la vida de la làmpada	Estalvi en cost d'electricitat durant la vida de la làmpada
40 W	9 W	248	35
60 W	11 W	392	55
75 W	15 W	480	67
100 W	20 W	640	90
150 W	32 W	944	132

Costos considerant 0,14 €/kWh.

Font: Guia pràctica de l'energia. IDAE.

Tipus de làmpades domèstiques i les seves característiques

Làmpada halògena



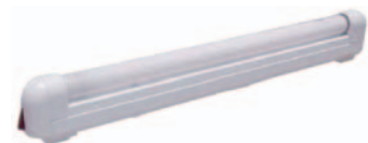
Aquest tipus de làmpada necessita al voltant d'un 20-30% menys d'energia per produir la mateixa llum en comparació de les millors làmpades incandescentes convencionals. Proporciona llum de qualitat equivalent a les làmpades incandescentes convencionals, però, amb un ús normal, pot durar dues vegades més (2 anys). És completament compatible pel que fa a la mida amb les làmpades existents i atenuant en tots els reductors de llum.

Làmpada halògena



Aquest tipus de làmpada fa servir al voltant d'un 45% menys d'energia per produir la mateixa llum en comparació de les millors làmpades incandescentes convencionals. Proporciona llum de qualitat equivalent a les làmpades incandescentes convencionals, però, amb un ús normal, pot durar tres vegades més (3 anys). És atenuant en qualsevol reductor de llum.

Tub fluorescent



- Tenen una eficàcia lluminosa molt superior a la de les làmpades incandescentes.
- Són més cars que les bombetes, però consumeixen fins a un 80% menys que les incandescentes i tenen una durada entre 8 i 10 vegades superior.
- Els equips amb reactància electrònica d'alta freqüència són més eficients.
- Tenen una eficàcia lluminosa de 40-100 lm/W.

Làmpada de baix consum



Les làmpades de baix consum (en anglès, compact fluorescent light, o CFL) són tubs de làmpades fluorescents que fan servir entre un 65% i un 80% menys d'energia que les incandescentes normals. Es coneixen com «estalviadores de diners» i tenen una durada d'entre 6 i 15 anys, en funció del tipus i de l'ús (en contraposició a la durada d'un any d'una bombeta incandescent). Hi ha models de totes les formes i moltes són atenuants. Les CFL també estan disponibles amb un revestiment extern que amaga els tubs i fa que s'assemblin encara més a les bombetes.

LED



Els LED són una ràpida tecnologia emergent i la seva eficàcia s'equipara a la de les làmpades de baix consum; no obstant això, no contenen mercuri i la seva durada és encara més gran. Els LED per a la il·luminació d'habitacions només és en la seva primera fase de comercialització, però ja són una alternativa a les bombetes de llum clara i no clara. En un futur, probablement seran una alternativa per a tota la gamma de làmpades.

5.4

Millora dels ascensors

Si en la rehabilitació energètica de l'edifici es preveu la implementació d'un ascensor, o la substitució de l'ascensor existent per la seva obsolescència, cal tenir en compte que **el consum energètic de la instal·lació de l'ascensor és un dels consums comunitaris més importants de l'edifici.**

En els darrers anys les millores en la fabricació d'ascensors s'han orientant a reduir costos de fabricació, d'instal·lació i de manteniment, i això, a més, ha comportat una millora de l'eficiència energètica d'aquests.

Hi ha tres tipus d'ascensors, tot i que els més convencionals en edificis d'habitatges són els elèctrics:

A. Hidràulics

La cabina es mou impulsada directament o indirectament per un èmbol o pistó que, a la vegada, ascendeix per la pressió d'oli. Aquesta pressió s'obté pel bombeig d'un motor elèctric.

Consumeixen una quantitat elevada d'energia en pujar, perquè no tenen contrapès. Tot i que no consumeixen res en baixar, la diferència de consums energètics no queda compensada.

Previsió de càrrega elèctrica: 10.000 W

B. Elèctrics

La cabina es mou per adherència entre els cables de suspensió i la politja tractora d'una màquina situada normalment a la part alta del forat, i mitjançant l'actuació d'un motor elèctric ajudat per un contrapès. El motor consumeix energia mentre el desequilibri entre cabina i contrapès sigui desfavorable, però no la consumeix quan és favorable. De fet, en alguns casos és capaç de generar energia que retorna a l'edifici.

Previsió de càrrega elèctrica: 6.500 W

C. Elèctrics d'última generació

Els ascensors d'última generació són elèctrics, moguts per màquines de tracció directa amb cintes planes de tracció, i amb motors alimentats amb freqüència i tensió variables, i per això no es necessita reductor de velocitat (sistema d'engranatges). El motor requereix menys potència i, per tant, consumeix menys que un motor convencional.

Així mateix, aquests motors signifiquen un estalvi important de lubricants (entre el 50% d'un motor elèctric convencional i el 95% d'un motor hidràulic). També cal remarcar que aquests últims generen deu vegades menys soroll.

En cas que sigui possible rehabilitar l'aparell existent; l'edifici no té cap ascensor o l'ascensor existent és molt antic, es recomana instal·lar-ne un d'elèctric d'última generació. Aquests ascensors, atès que són molt més eficients, consumeixen fins a un 40% menys que els elèctrics i un 55% menys que els hidràulics convencionals equivalents. En un ascensor de tipus mitjà, l'elecció de la il·luminació de la cabina i la seva encesa intel·ligent pot estalviar fins a 400 kWh anuals. Una comunitat de propietaris amb dos ascensors elèctrics convencionals podria estalviar 1.900 kWh anuals en la factura de la companyia elèctrica si es canvien pels d'última generació. La reducció de la mida de la màquina afavoreix també el fet de no necessitar la sala de màquines, ja que els diferents elements es poden ubicar al mateix forat de l'ascensor.

Previsió de càrrega elèctrica: 3.000 W

En el cas d'implementació d'un ascensor en una finca, el cost diferencial corresponent al tipus d'ascensor (elèctric convencional, d'última generació o hidràulic) no és representatiu en relació amb el cost global de les obres i, per tant, l'elecció del tipus d'ascensor s'ha de fer bàsicament en funció del consum posterior.

Accions per incrementar l'eficiència dels ascensors:

Directes (consum de l'ascensor en funcionament):

- _ Motors d'última generació (motor electromecànic síncron amb imants permanents i freqüència i tensió variables).
- _ Dimensionament correcte del motor i contrapès en funció de la càrrega i l'ús real de l'ascensor.
- _ Substitució de cables de tracció d'acer per cintes planes (reducció de lubricants i soroll).
- _ Sistemes d'optimització del trànsit mitjançant maniobres automàtiques eficients en funció de l'ús real.

Indirectes (consum de l'ascensor en espera):

- _ Desconnexió automàtica de l'ascensor en espera després d'un temps determinat i en funció de l'ús real.
- _ Apagat i encesa automàtica de la il·luminació de cabina mitjançant detectors de presència.
- _ Ús de tecnologia LED com a font d'il·luminació.
- _ Control d'il·luminació dels replans d'escala amb cèl·lules fotoelèctriques.
- _ Bloqueig de portes amb controladors electrònics.

La seva importància serà sempre conseqüència de l'ús real de l'ascensor a l'edifici. Aquest consum indirecte és més important com menys ús té l'ascensor.

6. Annexos

6. Annexos

Annex 1. Gruixos d'aïllament recomanats per a la rehabilitació de la part massissa de l'envolupant tèrmica vertical (façanes). 129

Annex 2. Gruixos d'aïllament recomanats per a la rehabilitació de les cobertes (part massissa) 141

Annex 3. Característiques i principals avantatges dels vidres 149

Annex 1. Gruixos d'aïllament recomanats per a la rehabilitació de la part massissa de l'envolupant tèrmica vertical (façanes).

En aquest annex 1, es defineixen els gruixos d'aïllaments recomanats per a la rehabilitació de la part massissa dels tancaments verticals de l'envolupant tèrmica i que corresponen a valors de la transmitància tèrmica de la part massissa i contínua de les diferents solucions de façanes. Per tant, en els gruixos d'aïllament proposats no s'inclouen els valors de les parts corresponents als ponts tèrmics existents, per la qual cosa per compensar aquestes pèrdues, els valors de transmitància tèrmica s'han d'incrementar entre un 20% i un 50% en funció del percentatge d'obertures i dels ponts tèrmics existents en les solucions aplicades.

Gruixos recomanats d'aïllaments segons solucions constructives de façanes i zones climàtiques de Catalunya

Tipologia constructiva façanes:

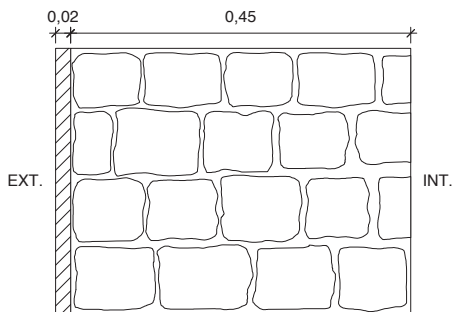
Pedra

Pedra calcària 45 cm

Morter mixt

Transmitància estimada

U(W/m²K): 1,90



C01 Pedra calcària

Material d'aïllament	Conductivitat tèrmica	Zona climàtica: B3, C1 i C2 transmitància límit Um lim (Façanes): 0,70 W/m²K		Zona climàtica: D1, D2 i D3 transmitància límit Um lim (Façanes): 0,66 W/m²K		Zona climàtica: E1 Transmitància límit Um lim (Façanes): 0,57 W/m²K		
		Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	
Poliestirè expandit EPS	Mínim	0,031	3	0,67	4	0,55	4	0,55
	Màxim	0,047	5	0,63	5	0,63	7	0,50
Llana mineral MW	Mínim	0,033	4	0,58	4	0,58	5	0,49
	Màxim	0,044	5	0,60	5	0,60	6	0,53
Poliuretà PUR planxa	Mínim	0,025	3	0,58	3	0,58	4	0,47
	Màxim	0,030	3	0,66	4	0,54	4	0,54
Poliuretà PUR projectat	Mínim	0,028	3	0,63	3	0,63	4	0,51
	Màxim	0,035	4	0,60	4	0,60	5	0,51
Poliestirè extruït XPS	Mínim	0,029	3	0,64	3	0,64	4	0,53
	Màxim	0,036	4	0,61	4	0,61	5	0,52

*Aquests valors s'han d'incrementar segons el percentatge de pilars i brancals de les finestres que hi hagi a les façanes. Per tant, a fi de compensar els ponts tèrmics, els gruixos d'aïllament proposats s'han d'incrementar entre un 20% i un 50% en funció del percentatge d'obertures i dels ponts tèrmics que hi hagi.

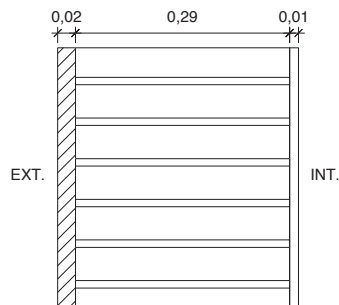
Gruixos recomanats d'aïllaments segons solucions constructives de façanes i zones climàtiques de Catalunya (continuació)

Tipologia constructiva façanes:

Maó massís 29 cm
Arrebossat morter ciment
Maó massís 29 cm
Enguixat

Transmitància estimada

U(W/m²K): 1,82



C02 Fàbrica maó massís 29

Material d'aïllament	Conductivitat tèrmica	Zona climàtica: B3, C1 i C2 transmitància límit Um lim (Façanes): 0,70 W/m²K			Zona climàtica: D1, D2 i D3 transmitància límit Um lim (Façanes): 0,66 W/m²K			Zona climàtica: E1 Transmitància límit Um lim (Façanes): 0,57 W/m²K		
		Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)			
Poliestirè expandit EPS	Mínim	0,031	3	0,66	4	0,54	4	0,54		
	Màxim	0,047	5	0,62	5	0,62	6	0,55		
Llana mineral MW	Mínim	0,033	4	0,57	4	0,57	5	0,48		
	Màxim	0,044	5	0,59	5	0,59	6	0,52		
Poliuretà PUR planxa	Mínim	0,025	3	0,57	3	0,57	4	0,47		
	Màxim	0,030	3	0,65	3	0,65	4	0,53		
Poliuretà PUR projectat	Mínim	0,028	3	0,62	3	0,62	4	0,51		
	Màxim	0,035	4	0,59	4	0,59	5	0,51		
Poliestirè extruït XPS	Mínim	0,029	3	0,63	3	0,63	4	0,52		
	Màxim	0,036	4	0,60	4	0,60	5	0,52		

*Aquests valors s'han d'incrementar segons el percentatge de pilars i brancals de les finestres que hi hagi a les façanes. Per tant, a fi de compensar els ponts tèrmics, els gruixos d'aïllament proposats s'han d'incrementar entre un 20% i un 50% en funció del percentatge d'obertures i dels ponts tèrmics que hi hagi.

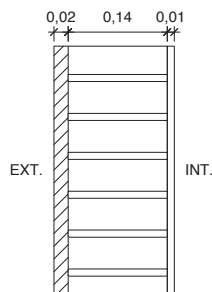
Gruixos recomanats d'aïllaments segons solucions constructives de façanes i zones climàtiques de Catalunya (continuació)

Tipologia constructiva façanes:

Maó massís 14 cm
Arrebossat morter ciment
Maó massís 14 cm
Enguixat

Transmitància estimada

U(W/m²K): 2,64



C03 Maó massís 14

Material d'aïllament	Conductivitat tèrmica	Zona climàtica: B3, C1 i C2 transmitància límit Um lim (Façanes): 0,70 W/m²K		Zona climàtica: D1, D2 i D3 transmitància límit Um lim (Façanes): 0,66 W/m²K		Zona climàtica: E1 Transmitància límit Um lim (Façanes): 0,57 W/m²K		
		Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	
Poliestirè expandit EPS	Mínim	0,031	4	0,60	4	0,60	5	0,50
	Màxim	0,047	5	0,69	6	0,60	7	0,54
Llana mineral MW	Mínim	0,033	4	0,63	4	0,63	5	0,53
	Màxim	0,044	5	0,66	6	0,57	7	0,51
Poliuretà PUR planxa	Mínim	0,025	3	0,63	3	0,63	4	0,51
	Màxim	0,030	3	0,73	4	0,58	5	0,49
Poliuretà PUR projectat	Mínim	0,028	3	0,69	4	0,55	4	0,55
	Màxim	0,035	4	0,66	5	0,55	5	0,55
Poliestirè extruït XPS	Mínim	0,029	4	0,57	4	0,57	5	0,48
	Màxim	0,036	4	0,67	5	0,57	6	0,49

*Aquests valors s'han d'incrementar segons el percentatge de pilars i brancals de les finestres que hi hagi a les façanes. Per tant, a fi de compensar els ponts tèrmics, els gruixos d'aïllament proposats s'han d'incrementar entre un 20% i un 50% en funció del percentatge d'obertures i dels ponts tèrmics que hi hagi.

Gruixos recomanats d'aïllaments segons solucions constructives de façanes i zones climàtiques de Catalunya (continuació)

Tipologia constructiva façanes:

Maó calat 14 cm

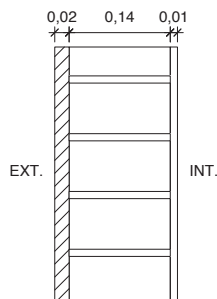
Arrebossat morter ciment

Maó calat o gero 14 cm

Enguixat

Transmitància estimada

U(W/m²K): 2,49



C04 Maó calat 14

Material d'aïllament	Conductivitat tèrmica	Zona climàtica: B3, C1 i C2 transmitància límit Um lim (Façanes): 0,70 W/m²K		Zona climàtica: D1, D2 i D3 transmitància límit Um lim (Façanes): 0,66 W/m²K		Zona climàtica: E1 Transmitància límit Um lim (Façanes): 0,57 W/m²K		
		Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	
Poliestirè expandit EPS	Mínim	0,031	4	0,59	4	0,59	5	0,50
	Màxim	0,047	5	0,68	6	0,60	7	0,53
Llana mineral MW	Mínim	0,033	4	0,62	4	0,62	5	0,52
	Màxim	0,044	5	0,65	6	0,57	7	0,50
Poliuretà PUR planxa	Mínim	0,025	3	0,62	3	0,62	4	0,50
	Màxim	0,030	4	0,58	4	0,58	5	0,48
Poliuretà PUR projectat	Mínim	0,028	3	0,69	4	0,55	4	0,55
	Màxim	0,035	4	0,65	4	0,55	5	0,55
Poliestirè extruït XPS	Mínim	0,029	3	0,70	4	0,56	4	0,56
	Màxim	0,036	4	0,66	5	0,56	5	0,56

*Aquests valors s'han d'incrementar segons el percentatge de pilars i brancals de les finestres que hi hagi a les façanes. Per tant, a fi de compensar els ponts tèrmics, els gruixos d'aïllament proposats s'han d'incrementar entre un 20% i un 50% en funció del percentatge d'obertures i dels ponts tèrmics que hi hagi.

Gruixos recomanats d'aïllaments segons solucions constructives de façanes i zones climàtiques de Catalunya (continuació)

Tipologia constructiva façanes:

Maó foradat 29 cm

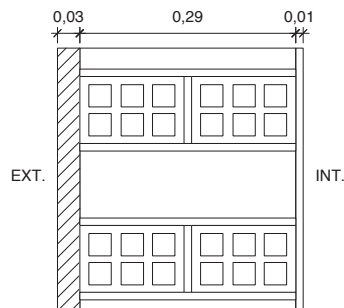
Arrebossat morter ciment

Maó foradat o totxana 29 cm

Enguixat

Transmitància estimada

U(W/m²K): 1,24



C05 Fàbrica maó foradat 29

Material d'aïllament	Conductivitat tèrmica	Zona climàtica: B3, C1 i C2 transmitància límit Um lim (Façanes): 0,70 W/m²K			Zona climàtica: D1, D2 i D3 transmitància límit Um lim (Façanes): 0,66 W/m²K			Zona climàtica: E1 Transmitància límit Um lim (Façanes): 0,57 W/m²K		
		Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)			
Poliestirè expandit EPS	Mínim	0,031	3	0,56	3	0,56	4	0,48		
	Màxim	0,047	3	0,69	4	0,60	5	0,53		
Llana mineral MW	Mínim	0,033	3	0,58	3	0,58	4	0,49		
	Màxim	0,044	3	0,67	4	0,58	5	0,51		
Poliuretà PUR planxa	Mínim	0,025	2	0,62	2	0,62	3	0,50		
	Màxim	0,030	2	0,68	3	0,55	3	0,55		
Poliuretà PUR projectat	Mínim	0,028	2	0,66	2	0,66	3	0,53		
	Màxim	0,035	3	0,60	3	0,60	4	0,51		
Poliestirè extruït XPS	Mínim	0,029	2	0,67	3	0,54	3	0,54		
	Màxim	0,036	3	0,61	3	0,61	4	0,52		

*Aquests valors s'han d'incrementar segons el percentatge de pilars i brancals de les finestres que hi hagi a les façanes. Per tant, a fi de compensar els ponts tèrmics, els gruixos d'aïllament proposats s'han d'incrementar entre un 20% i un 50% en funció del percentatge d'obertures i dels ponts tèrmics que hi hagi.

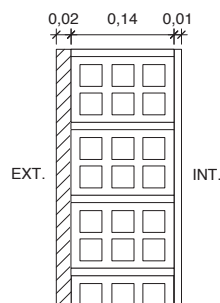
Gruixos recomanats d'aïllaments segons solucions constructives de façanes i zones climàtiques de Catalunya (continuació)

Tipologia constructiva façanes:

Maó foradat 14 cm
Arrebossat morter ciment
Maó foradat 14 cm
Enguixat

Transmitància estimada

U(W/m²K): 1,99



C06 Maó foradat 14

Material d'aïllament	Conductivitat tèrmica	Zona climàtica: B3, C1 i C2 transmitància límit Um lim (Façanes): 0,70 W/m²K		Zona climàtica: D1, D2 i D3 transmitància límit Um lim (Façanes): 0,66 W/m²K		Zona climàtica: E1 Transmitància límit Um lim (Façanes): 0,57 W/m²K		
		Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	
Poliestirè expandit EPS	Mínim	0,031	3	0,68	4	0,56	4	0,56
	Màxim	0,047	5	0,64	5	0,64	6	0,56
Llana mineral MW	Mínim	0,033	4	0,58	4	0,58	5	0,50
	Màxim	0,044	5	0,61	5	0,61	6	0,54
Poliuretà PUR planxa	Mínim	0,025	3	0,59	3	0,59	4	0,48
	Màxim	0,030	3	0,67	4	0,54	4	0,54
Poliuretà PUR projectat	Mínim	0,028	3	0,64	3	0,64	4	0,52
	Màxim	0,035	4	0,61	4	0,61	5	0,52
Poliestirè extruït XPS	Mínim	0,029	3	0,65	3	0,65	4	0,53
	Màxim	0,036	4	0,62	4	0,62	5	0,53

*Aquests valors s'han d'incrementar segons el percentatge de pilars i brancals de les finestres que hi hagi a les façanes. Per tant, a fi de compensar els ponts tèrmics, els gruixos d'aïllament proposats s'han d'incrementar entre un 20% i un 50% en funció del percentatge d'obertures i dels ponts tèrmics que hi hagi.

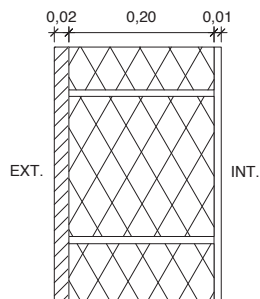
Gruixos recomanats d'aïllaments segons solucions constructives de façanes i zones climàtiques de Catalunya (continuació)

Tipologia constructiva façanes:

Bloc de formigó 20 cm
Arrebossat morter ciment
Bloc de formigó reblert
Enguixat

Transmitància estimada

U(W/m²K): 1,99



C07 Bloc formigó

Material d'aïllament	Conductivitat tèrmica	Zona climàtica: B3, C1 i C2 transmitància límit Um lim (Façanes): 0,70 W/m²K		Zona climàtica: D1, D2 i D3 transmitància límit Um lim (Façanes): 0,66 W/m²K		Zona climàtica: E1 Transmitància límit Um lim (Façanes): 0,57 W/m²K		
		Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	
Poliestirè expandit EPS	Mínim	0,031	3	0,68	4	0,56	4	0,56
	Màxim	0,047	5	0,64	5	0,64	6	0,56
Llana mineral MW	Mínim	0,033	4	0,58	4	0,58	5	0,50
	Màxim	0,044	5	0,61	5	0,61	6	0,54
Poliuretà PUR planxa	Mínim	0,025	3	0,59	3	0,59	4	0,48
	Màxim	0,030	3	0,67	4	0,54	4	0,54
Poliuretà PUR projectat	Mínim	0,028	3	0,64	3	0,64	4	0,52
	Màxim	0,035	4	0,61	4	0,61	5	0,52
Poliestirè extruït XPS	Mínim	0,029	3	0,65	3	0,65	4	0,83
	Màxim	0,036	4	0,62	4	0,62	5	0,53

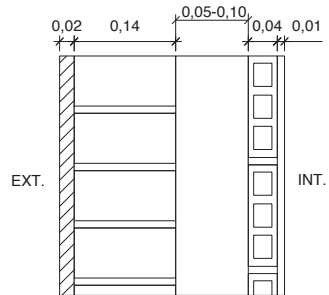
*Aquests valors s'han d'incrementar segons el percentatge de pilars i brancals de les finestres que hi hagi a les façanes. Per tant, a fi de compensar els ponts tèrmics, els gruixos d'aïllament proposats s'han d'incrementar entre un 20% i un 50% en funció del percentatge d'obertures i dels ponts tèrmics que hi hagi.

Gruixos recomanats d'aïllaments segons solucions constructives de façanes i zones climàtiques de Catalunya (continuació)

Tipologia constructiva façanes:

Maó massís + cambra
Arrebossat morter ciment
Maó massís 14 cm
Cambra 5 - 10 cm
Envà ceràmic 4 cm
Enguixat

Transmitància estimada
U(W/m²K): 1,56



C08 Fàbrica maó massís 14
cambra 5-10 + envà ceràmic 4

Material d'aïllament	Conductivitat tèrmica	Zona climàtica: B3, C1 i C2 transmitància límit Um lim (Façanes): 0,70 W/m²K			Zona climàtica: D1, D2 i D3 transmitància límit Um lim (Façanes): 0,66 W/m²K			Zona climàtica: E1 Transmitància límit Um lim (Façanes): 0,57 W/m²K		
		Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)			
Poliestirè expandit EPS	Mínim	0,031	3	0,62	3	0,62	4	0,52		
	Màxim	0,047	4	0,67	5	0,59	6	0,52		
Llana mineral MW	Mínim	0,033	3	0,65	3	0,63	4	0,54		
	Màxim	0,044	4	0,65	4	0,65	5	0,56		
Poliuretà PUR planxa	Mínim	0,025	2	0,69	3	0,54	3	0,54		
	Màxim	0,030	3	0,61	3	0,61	4	0,51		
Poliuretà PUR projectat	Mínim	0,028	3	0,58	3	0,58	4	0,48		
	Màxim	0,035	3	0,67	4	0,56	4	0,56		
Poliestirè extruït XPS	Mínim	0,029	3	0,60	3	0,60	4	0,50		
	Màxim	0,036	3	0,68	4	0,57	5	0,49		

*Aquests valors s'han d'incrementar segons el percentatge de pilars i brancals de les finestres que hi hagi a les façanes. Per tant, a fi de compensar els ponts tèrmics, els gruixos d'aïllament proposats s'han d'incrementar entre un 20% i un 50% en funció del percentatge d'obertures i dels ponts tèrmics que hi hagi.

Gruixos recomanats d'aïllaments segons solucions constructives de façanes i zones climàtiques de Catalunya (continuació)

Tipologia constructiva façanes:

Maó calat + cambra

Arrebossat morter ciment

Maó calat o gero 14 cm

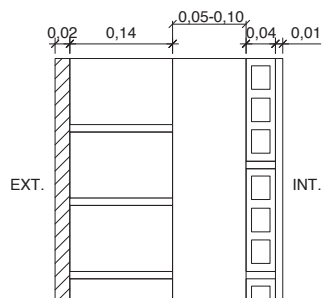
Cambra 5 -10 cm

Envà ceràmic 4 cm

Enguixat

Transmitància estimada

U(W/m²K): 1,51



C09 Fàbrica maó calat 14
cambra 5-10 + envà ceràmic 4

Material d'aïllament	Conductivitat tèrmica	Zona climàtica: B3, C1 i C2 transmitància límit Um lim (Façanes): 0,70 W/m²K			Zona climàtica: D1, D2 i D3 transmitància límit Um lim (Façanes): 0,66 W/m²K			Zona climàtica: E1 Transmitància límit Um lim (Façanes): 0,57 W/m²K		
		Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)			
Poliestirè expandit EPS	Mínim	0,031	3	0,61	3	0,61	4	0,51		
	Màxim	0,047	4	0,66	5	0,58	6	0,52		
Llana mineral MW	Mínim	0,033	3	0,64	3	0,64	4	0,53		
	Màxim	0,044	4	0,64	4	0,64	5	0,56		
Poliuretà PUR planxa	Mínim	0,025	2	0,68	3	0,54	3	0,54		
	Màxim	0,030	3	0,60	3	0,60	4	0,50		
Poliuretà PUR projectat	Mínim	0,028	3	0,58	3	0,58	4	0,48		
	Màxim	0,035	3	0,66	3	0,66	4	0,56		
Poliestirè extruït XPS	Mínim	0,029	3	0,59	3	0,59	4	0,49		
	Màxim	0,036	3	0,67	4	0,56	4	0,56		

*Aquests valors s'han d'incrementar segons el percentatge de pilars i brancals de les finestres que hi hagi a les façanes. Per tant, a fi de compensar els ponts tèrmics, els gruixos d'aïllament proposats s'han d'incrementar entre un 20% i un 50% en funció del percentatge d'obertures i dels ponts tèrmics que hi hagi.

Gruixos recomanats d'aïllaments segons solucions constructives de façanes i zones climàtiques de Catalunya (continuació)

Tipologia constructiva façanes:

Maó foradat + cambra

Arrebossat morter ciment

Maó foradat 14 cm

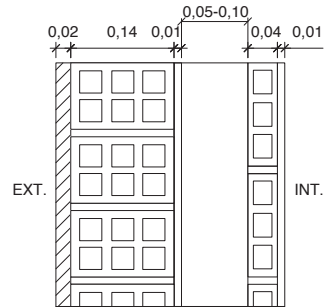
Cambra 5 -10 cm

Envà ceràmic 4 cm

Enguixat

Transmitància estimada

U(W/m²K): 1,31



C10 Maó foradat 14
cambra 5+envà ceràmic 4

Material d'aïllament		Conductivitat tèrmica	Zona climàtica: B3, C1 i C2 transmitància límit Um lim (Façanes): 0,70 W/m²K		Zona climàtica: D1, D2 i D3 transmitància límit Um lim (Façanes): 0,66 W/m²K		Zona climàtica: E1 Transmitància límit Um lim (Façanes): 0,57 W/m²K	
			Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)
Poliestirè expandit EPS	Mínim	0,031	3	0,58	3	0,58	4	0,49
	Màxim	0,047	4	0,62	4	0,62	5	0,55
Llana mineral MW	Mínim	0,033	3	0,60	3	0,60	4	0,51
	Màxim	0,044	3	0,69	4	0,60	5	0,53
Poliuretà PUR planxa	Mínim	0,025	2	0,64	2	0,64	3	0,51
	Màxim	0,030	2	0,70	3	0,57	3	0,57
Poliuretà PUR projectat	Mínim	0,028	2	0,68	3	0,54	3	0,54
	Màxim	0,035	3	0,62	3	0,62	4	0,52
Poliestirè extruït XPS	Mínim	0,029	2	0,69	3	0,56	3	0,56
	Màxim	0,036	3	0,63	3	0,63	4	0,53

*Aquests valors s'han d'incrementar segons el percentatge de pilars i brancals de les finestres que hi hagi a les façanes. Per tant, a fi de compensar els ponts tèrmics, els gruixos d'aïllament proposats s'han d'incrementar entre un 20% i un 50% en funció del percentatge d'obertures i dels ponts tèrmics que hi hagi.

Gruixos recomanats d'aïllaments segons solucions constructives de façanes i zones climàtiques de Catalunya (continuació)

Tipologia constructiva façanes:

Doble full maó foradat + cambra

Arrebossat morter ciment

Maó foradat 9 cm

Cambra 5 - 10 cm

Maó foradat 9 cm

Enguixat

Transmitància estimada

U(W/m²K): 1,31



C011 Doble fabrica de maó foradat 9 (totxana) + cambra 10

Material d'aïllament	Conductivitat tèrmica	Zona climàtica: B3, C1 i C2 transmitància límit Um lim (Façanes): 0,70 W/m²K		Zona climàtica: D1, D2 i D3 transmitància límit Um lim (Façanes): 0,66 W/m²K		Zona climàtica: E1 Transmitància límit Um lim (Façanes): 0,57 W/m²K		
		Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	
Poliestirè expandit EPS	Mínim	0,031	3	0,58	3	0,58	4	0,49
	Màxim	0,047	4	0,62	4	0,62	5	0,55
Llana mineral MW	Mínim	0,033	3	0,60	3	0,60	4	0,51
	Màxim	0,044	3	0,69	4	0,60	5	0,53
Poliuretà PUR planxa	Mínim	0,025	2	0,64	2	0,64	3	0,51
	Màxim	0,030	2	0,70	3	0,57	3	0,57
Poliuretà PUR projectat	Mínim	0,028	2	0,68	3	0,54	3	0,54
	Màxim	0,035	3	0,62	3	0,62	4	0,52
Poliestirè extruït XPS	Mínim	0,029	2	0,69	3	0,56	3	0,56
	Màxim	0,036	3	0,63	3	0,63	4	0,53

*Aquests valors s'han d'incrementar segons el percentatge de pilars i brancals de les finestres que hi hagi a les façanes. Per tant, a fi de compensar els ponts tèrmics, els gruixos d'aïllament proposats s'han d'incrementar entre un 20% i un 50% en funció del percentatge d'obertures i dels ponts tèrmics que hi hagi.

Annex 2.

Gruixos d'aïllament recomanats per a la rehabilitació de les cobertes

En aquest annex 2 es defineixen els gruixos d'aïllament recomanats segons les diferents solucions constructives de cobertes adoptades i que pertocquen a les diferents zones climàtiques de Catalunya.

Per al càlcul de les transmitàncies tèrmiques de la coberta, cal tenir present que la "U" és la transmitància tèrmica mitjana ponderada de la part massissa més la part envidrada o lluernes. Per tant, s'haurà d'incrementar el gruix de l'aïllament tèrmic de la part massissa de la coberta en la solució adoptada per compensar la major transmitància tèrmica (pont tèrmic) de la part de l'envidrament.

Gruixos recomanats d'aïllaments segons solucions constructives de cobertes i zones climàtiques de Catalunya

Tipologia constructiva cobertes:

Coberta plana no transitable

Làmina impermeabilització

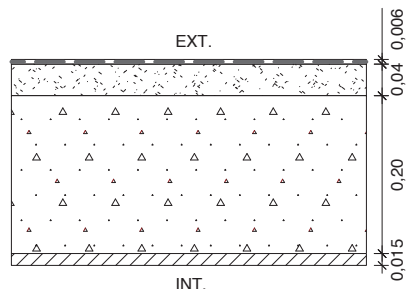
Formigó cel·lular

Forjat ceràmic (H = 20 cm)

Guix

Transmitància estimada

U(W/m²K): 1,61



C01 Coberta plana no transitable

Material d'aïllament	Conductivitat tèrmica	Zona climàtica B3 transmitància límit Um lim (Cobertes): 0,45 W/m²K		Zona climàtica C1, C2 transmitància límit Um lim (Cobertes): 0,41 W/m²K		Zona climàtica D1, D2, D3 Transmitància límit Um lim (Cobertes): 0,38 W/m²K		Zona climàtica E1 Transmitància límit Um lim (Cobertes): 0,35 W/m²K	
		Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)
Poliestirè expandit EPS	Mínim 0,031	6	0,40	6	0,40	7	0,36	8	0,32
	Màxim 0,047	8	0,44	9	0,41	10	0,37	11	0,35
Llana mineral MW	Mínim 0,033	6	0,42	7	0,37	7	0,37	8	0,34
	Màxim 0,044	8	0,42	9	0,39	10	0,35	11	0,33
Poliuretà PUR planxa	Mínim 0,025	5	0,39	5	0,39	6	0,34	6	0,34
	Màxim 0,030	6	0,39	6	0,39	7	0,35	7	0,35
Poliuretà PUR projectat	Mínim 0,028	5	0,43	6	0,37	6	0,37	7	0,33
	Màxim 0,035	6	0,44	7	0,39	8	0,35	9	0,32
Poliestirè extruït XPS	Mínim 0,029	5	0,44	6	0,38	7	0,34	7	0,34
	Màxim 0,036	7	0,40	7	0,40	8	0,36	9	0,33

*Aquests valors s'han d'incrementar segons el percentatge i la transmitància de les parts envidrades o lluneres incloses en la coberta.

Gruixos recomanats d'aïllaments segons solucions constructives de cobertes i zones climàtiques de Catalunya (continuació)

Tipologia constructiva cobertes:

Coberta plana transitable sense cambra

Rajola

Morter

Làmina impermeabilització

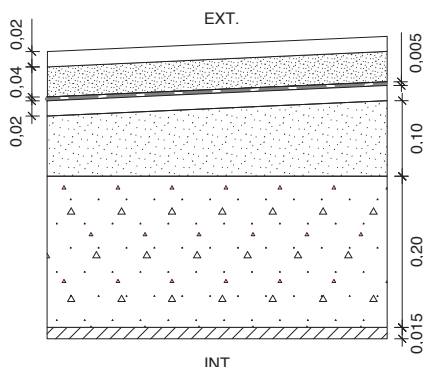
Morter

Formigó alleugerit

Barrera de vapor

Forjat ceràmic (senzill o doble)

Guix



C02 Coberta plana transitable sense cambra NRE-AT-87

Transmitància estimada

U(W/m²K): 1,42

Material d'aïllament	Conductivitat tèrmica	Zona climàtica B3		Zona climàtica C1, C2		Zona climàtica D1, D2, D3		Zona climàtica E1		
		Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	
Poliestirè expandit EPS	Minim	0,031	5	0,43	6	0,38	6	0,38	7	0,34
	Màxim	0,047	8	0,42	9	0,38	10	0,35	11	0,33
Llana mineral MW	Minim	0,033	6	0,40	6	0,40	7	0,35	8	0,32
	Màxim	0,044	7	0,44	8	0,40	9	0,36	10	0,34
Poliuretà PUR planxa	Minim	0,025	4	0,43	5	0,37	7	0,37	6	0,32
	Màxim	0,030	5	0,42	6	0,37	6	0,37	7	0,33
Poliuretà PUR projectat	Minim	0,028	5	0,40	5	0,40	7	0,31	7	0,31
	Màxim	0,035	6	0,41	7	0,37	7	0,37	8	0,33
Poliestirè extruït XPS	Minim	0,029	5	0,41	6	0,36	6	0,36	7	0,32
	Màxim	0,036	6	0,42	7	0,38	7	0,38	8	0,34

*Aquests valors s'han d'incrementar segons el percentatge i la transmitància de les parts envidrades o lluernes incloses en la coberta.

Gruixos recomanats d'aïllaments segons solucions constructives de cobertes i zones climàtiques de Catalunya (continuació)

Tipologia constructiva cobertes:

Coberta plana transitable amb cambra

Rajola

Morter

Làmina impermeabilització

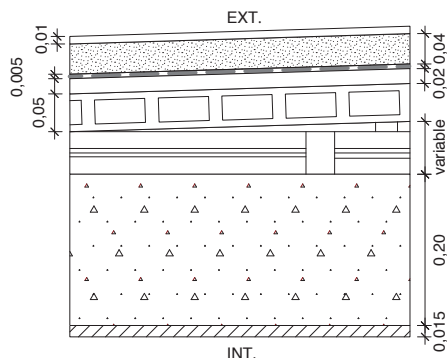
Morter

Maó foradat

Cambra d'aire lleugerament ventilada

Forjat ceràmic (senzill o doble)

Guix



C03 Coberta transitable amb cambra NRE-AT-87

Transmitància estimada

U(W/m²K): 1,53

Material d'aïllament	Conductivitat tèrmica	Zona climàtica B3		Zona climàtica C1, C2		Zona climàtica D1, D2, D3		Zona climàtica E1	
		Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)
Poliestirè expandit EPS	Mínim 0,031	5	0,44	6	0,39	7	0,34	7	0,34
	Màxim 0,047	8	0,42	9	0,39	10	0,36	11	0,33
Llana mineral MW	Mínim 0,033	6	0,40	6	0,40	7	0,36	8	0,32
	Màxim 0,044	7	0,44	8	0,40	9	0,37	10	0,34
Poliuretà PUR planxa	Mínim 0,025	4	0,44	5	0,38	6	0,33	6	0,33
	Màxim 0,030	5	0,43	6	0,38	6	0,38	6	0,33
Poliuretà PUR projectat	Mínim 0,028	5	0,41	5	0,41	6	0,36	7	0,32
	Màxim 0,035	6	0,42	7	0,38	7	0,38	7	0,34
Poliestirè extruït XPS	Mínim 0,029	5	0,42	6	0,37	6	0,37	7	0,33
	Màxim 0,036	6	0,43	7	0,38	8	0,35	8	0,35

*Aquests valors s'han d'incrementar segons el percentatge i la transmitància de les parts envidrades o llurnes incloses en la coberta.

Gruixos recomanats d'aïllaments segons solucions constructives de cobertes i zones climàtiques de Catalunya (continuació)

Tipologia constructiva cobertes:

Coberta inclinada

Teula

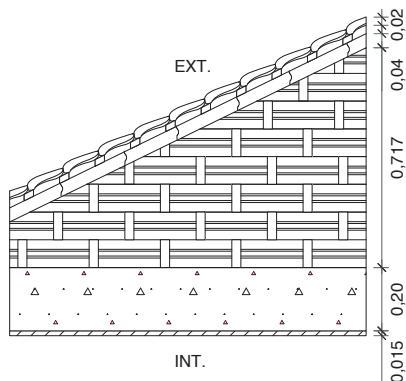
Morter

Maó foradat

Cambra d'aire lleugerament ventilada

Forjat ceràmic (senzill o doble)

Guix



C03 Coberta inclinada NRE-AT-87

Transmitància estimada

U(W/m²K): 1,65

Material d'aïllament	Conductivitat tèrmica	Zona climàtica B3		Zona climàtica C1, C2		Zona climàtica D1, D2, D3		Zona climàtica E1		
		transmitància limit Um lim (Cobertes): 0,45 W/m²K		transmitància limit Um lim (Cobertes): 0,41 W/m²K		transmitància limit Um lim (Cobertes): 0,38 W/m²K		transmitància limit Um lim (Cobertes): 0,35 W/m²K		
		Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	
Poliestirè expandit EPS	Mínim	0,031	6	0,39	6	0,39	7	0,35	7	0,35
	Màxim	0,047	8	0,43	9	0,40	10	0,37	11	0,34
Llana mineral MW	Mínim	0,033	6	0,41	7	0,37	7	0,37	8	0,33
	Màxim	0,044	8	0,41	9	0,38	9	0,38	10	0,35
Poliuretà PUR planxa	Mínim	0,025	5	0,38	5	0,38	6	0,33	6	0,33
	Màxim	0,030	5	0,44	6	0,38	7	0,34	7	0,34
Poliuretà PUR projectat	Mínim	0,028	5	0,42	6	0,36	6	0,36	7	0,32
	Màxim	0,035	6	0,43	7	0,38	8	0,35	8	0,35
Poliestirè extruït XPS	Mínim	0,029	5	0,43	6	0,37	6	0,37	7	0,33
	Màxim	0,036	6	0,44	7	0,39	8	0,35	9	0,32

*Aquests valors s'han d'incrementar segons el percentatge i la transmitància de les parts envidrades o lluernes incloses en la coberta.

Gruixos recomanats d'aïllaments segons solucions constructives de cobertes i zones climàtiques de Catalunya (continuació)

Tipologia constructiva cobertes:

Coberta inclinada amb fibrociment

Placa fibrociment

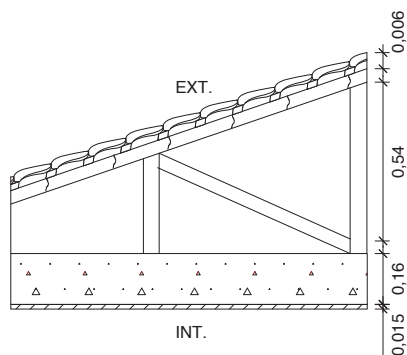
Encavallat de fusta (cambra d'aire lleugerament ventilada)

Forjat ceràmic (revoltó senzill)

Guix

Transmitància estimada

U(W/m²K): 1,93



C05 Coberta inclinada amb fibrociment

Material d'aïllament	Conductivitat tèrmica	Zona climàtica B3		Zona climàtica C1, C2		Zona climàtica D1, D2, D3		Zona climàtica E1	
		Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)
Poliestirè expandit EPS	Mínim 0,031	6	0,41	6	0,41	7	0,36	8	0,32
	Màxim 0,047	9	0,41	10	0,38	10	0,38	11	0,35
Llana mineral MW	Mínim 0,033	6	0,42	7	0,38	7	0,38	8	0,34
	Màxim 0,044	8	0,43	9	0,39	10	0,36	11	0,33
Poliuretà PUR planxa	Mínim 0,025	5	0,40	5	0,40	6	0,34	6	0,34
	Màxim 0,030	6	0,40	6	0,40	7	0,35	8	0,31
Poliuretà PUR projectat	Mínim 0,028	5	0,43	6	0,38	6	0,38	7	0,33
	Màxim 0,035	6	0,45	7	0,40	8	0,36	9	0,32
Poliestirè extruït XPS	Mínim 0,029	5	0,45	6	0,39	7	0,34	7	0,34
	Màxim 0,036	7	0,41	7	0,41	8	0,37	9	0,33

*Aquests valors s'han d'incrementar segons el percentatge i la transmitància de les parts envidrades o llurnes incloses en la coberta.

Gruixos recomanats d'aïllaments segons solucions constructives de cobertes i zones climàtiques de Catalunya (continuació)

Tipologia constructiva cobertes:

Coberta inclinada

Teula d'argila cuita

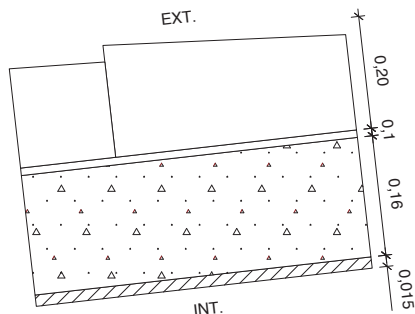
Morter

Forjat ceràmic (senzill)

Guix

Transmitància estimada

U(W/m²K): 2,52



C06 Coberta inclinada

Material d'aïllament	Conductivitat tèrmica	Zona climàtica B3 transmitància limit Um lim (Cobertes): 0,45 W/m²K		Zona climàtica C1, C2 transmitància limit Um lim (Cobertes): 0,41 W/m²K		Zona climàtica D1, D2, D3 Transmitància limit Um lim (Cobertes): 0,38 W/m²K		Zona climàtica E1 Transmitància limit Um lim (Cobertes): 0,35 W/m²K		
		Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	
Poliestirè expandit EPS	Mínim	0,031	6	0,43	7	0,38	8	0,38	8	0,34
	Màxim	0,047	9	0,43	10	0,40	11	0,37	12	0,34
Llana mineral MW	Mínim	0,033	7	0,40	7	0,40	8	0,35	9	0,32
	Màxim	0,044	9	0,41	9	0,41	10	0,37	11	0,35
Poliuretà PUR planxa	Mínim	0,025	5	0,42	6	0,36	6	0,36	7	0,31
	Màxim	0,030	6	0,42	7	0,37	7	0,37	8	0,33
Poliuretà PUR projectat	Mínim	0,028	6	0,40	6	0,40	7	0,35	7	0,35
	Màxim	0,035	7	0,42	8	0,37	8	0,37	9	0,34
Poliestirè extruït XPS	Mínim	0,029	6	0,41	6	0,14	7	0,36	8	0,32
	Màxim	0,036	7	0,43	8	0,38	9	0,35	9	0,35

*Aquests valors s'han d'incrementar segons el percentatge i la transmitància de les parts envidrades o lluernes incloses en la coberta.

Gruixos recomanats d'aïllaments segons solucions constructives de cobertes i zones climàtiques de Catalunya (continuació)

Tipologia constructiva cobertes:

Coberta plana ventilada amb bigues de fusta

Plaqueta ceràmica

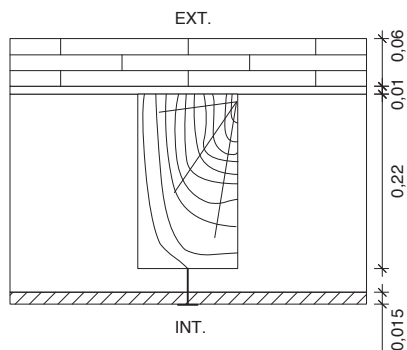
Biga de fusta

Fals sostre

Guix laminat

Transmitància estimada

U(W/m²K): 1,31



C07 Plana ventilada amb bigues de fusta

Material d'aïllament	Conductivitat tèrmica	Zona climàtica B3 transmitància límit Um lim (Cobertes): 0,45 W/m²K		Zona climàtica C1, C2 transmitància límit Um lim (Cobertes): 0,41 W/m²K		Zona climàtica D1, D2, D3 Transmitància límit Um lim (Cobertes): 0,38 W/m²K		Zona climàtica E1 Transmitància límit Um lim (Cobertes): 0,35 W/m²K		
		Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	Gruix mínim*	Transmitància estimada U(W/m²K)	
Poliestirè expandit EPS	Mínim	0,031	5	0,42	6	0,37	6	0,37	7	0,33
	Màxim	0,047	7	0,44	8	0,41	9	0,37	10	0,35
Llana mineral MW	Mínim	0,033	5	0,44	6	0,39	7	0,35	7	0,35
	Màxim	0,044	7	0,42	8	0,39	9	0,36	10	0,33
Poliuretà PUR planxa	Mínim	0,025	4	0,42	5	0,36	5	0,36	6	0,32
	Màxim	0,030	5	0,41	6	0,36	6	0,36	7	0,32
Poliuretà PUR projectat	Mínim	0,028	5	0,39	5	0,39	6	0,34	6	0,34
	Màxim	0,035	6	0,40	6	0,40	7	0,36	8	0,33
Poliestirè extruït XPS	Mínim	0,029	5	0,40	5	0,40	6	0,35	7	0,31
	Màxim	0,036	6	0,41	7	0,37	7	0,37	8	0,33

*Aquests valors s'han d'incrementar segons el percentatge i la transmitància de les parts envidrades o llurnes incloses en la coberta.

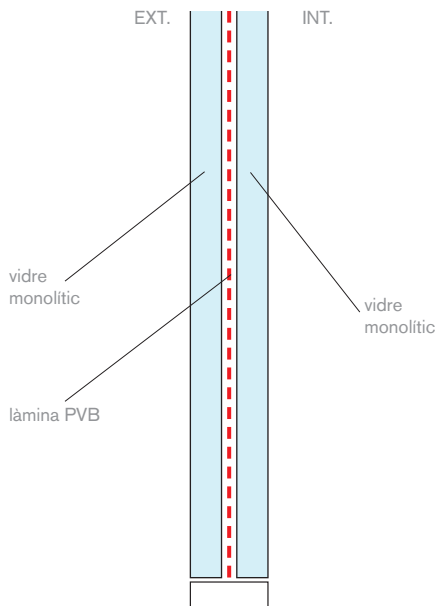
Annex 3.

Característiques i principals avantatges dels vidres

El mercat ofereix una gran varietat de vidres i fusteries que s'han de triar en funció de la situació climàtica de l'edifici que s'ha de rehabilitar.

A continuació s'expliquen les característiques bàsiques i els principals avantatges.

Vidre laminar



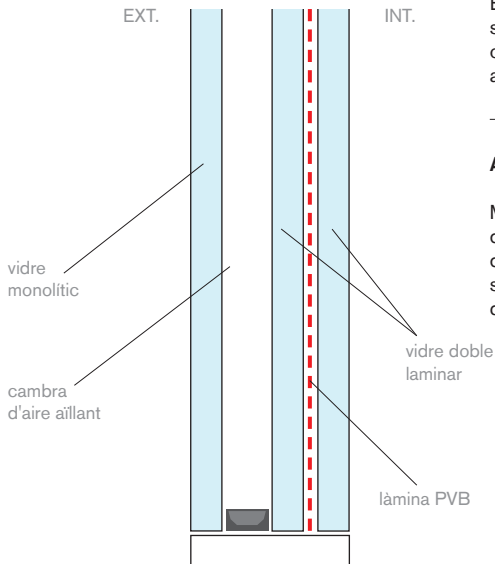
Definició

Vidre monolític, incolor amb les dues cares paral·leles entre si.
Element de seguretat format per dos o més vidres units per la interposició de làmines de PVB (butiral de polivinil) mitjançant processos tèrmics i de pressió.
En el cas de ruptura els fragments del vidre queden adherits al material plàstic i no cauen disminuint així el risc de ferides.

Avantatges

No es recomana en actuacions de rehabilitació
Vidres per garantir la seguretat en cas d'accident, robatori o vandalisme que, a més, presenten molta estabilitat davant del rajos ultravioleta i l'asolellament continu. Segons la combinació del tipus de vidre, podem obtenir millores quant a prestacions tèrmiques. El PVB pot ser de diferents colors millorant així el factor absorbent. També es pot utilitzar per millorar les condicions acústiques amb làmines d'1 o 2 mm de gruix.

Vidre doble amb cambra d'aire aïllant (AAT)



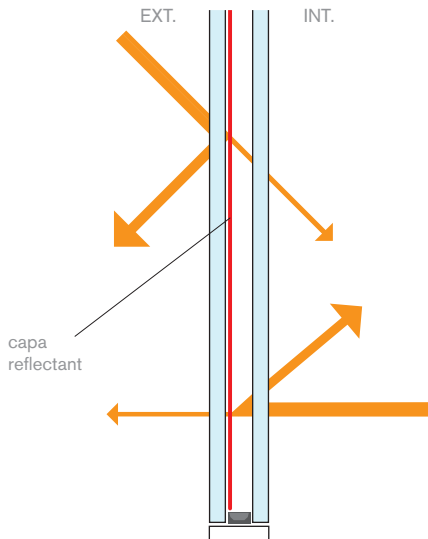
Definició

Envidrament aïllant format per dos o més vidres, separats entre si per cambres d'aire deshidratat o gasos pesats constituint un aïllament tèrmic i acústic a part de proporcionar confort tèrmic.

Avantatges

Millora les condicions tèrmiques i acústiques dels espais. Aquest sistema pot combinar vidres de control solar, laminars, de baixa emissivitat, segons les prestacions de transmitància tèrmica que necessitem en l'edifici.

Doble envidrament aïllant tèrmic (AAT) control solar



Definició

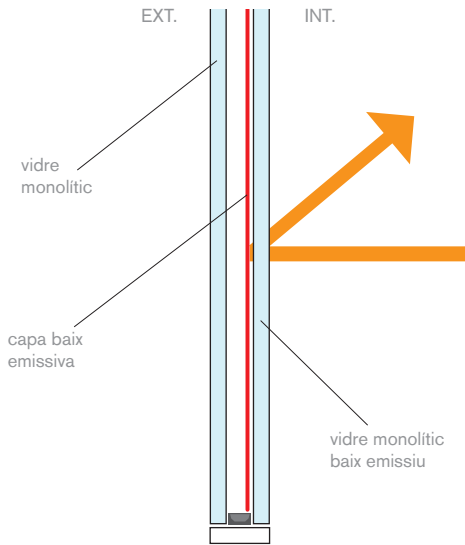
Vidre que disminueix l'efecte hivernacle a l'interior dels espais.

La disminució de la quantitat d'energia solar que entra al local es produeix gràcies a una forta absorció energètica de l'envidrament o bé a una forta reflexió energètica cap a l'exterior. El Factor Solar, la Transmissió Tèrmica i la Transmissió Llumínica, varia en funció de la coloració de la capa d'òxids amb la qual es tracta la superfície del vidre.

Avantatges

Redueixen l'augment de temperatura a l'interior dels espais. Propietat important a façanes amb orientació sud i oest. Redueix fins un 40% l'aportació energètica respecte a un vidre simple i el factor solar un 46% (comparació amb vidres neutres). Millora en un 30% el comportament d'un doble envidrament amb cambra en règim d'estiu.

Doble envidrament aïllant tèrmic (AAT) Baix emissiu



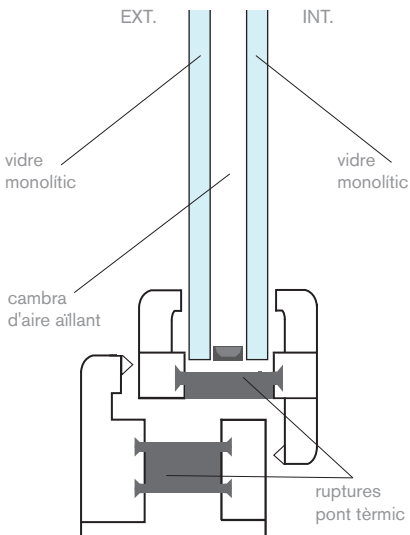
Definició

Vidre neutre amb transmissió lumínica elevada, sobre el que es dipositen capes de metalls nobles mitjançant la pulverització catòdica en buit, en la seva fabricació, i que presenten una forta reflexió davant les radiacions infraroges. L'emissivitat d'un vidre normal monolític és de 0,89 mentre que la d'un vidre de baixa emissivitat pot ser inferior a 0,10.

Avantatges

Col·locats en doble envidrament permet reduir els intercanvis tèrmics i millorar el valor U (transmitància tèrmica de l'envidrament respecte a un vidre simple un 40% i reduir el factor solar un 30%). La capa tractada ha d'estar situada a la cara interior del vidre de la cambra.

Doble envidrament (AAT) Fusteria amb ruptura de pont tèrmic



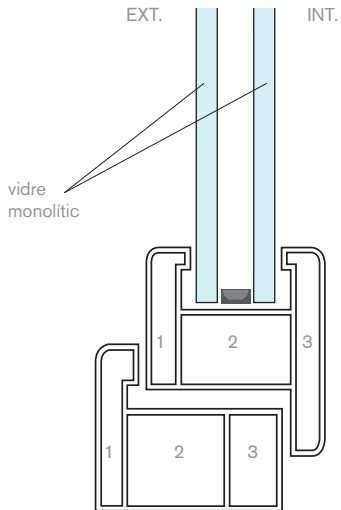
Definició

Les fusteries metàl·liques amb ruptura de pont tèrmic impedeixen l'augment de producció de condensacions superficials, a l'hivern o en èpoques fredes, a l'impedir la transmissió directa del calor exterior-interior.

Avantatges

Fusteries que milloren bastant el coeficient de transmitància tèrmica (U), i per tant del conjunt de finestra.

Doble envidrament (AAT) Fusteria amb 2 o 3 cambres



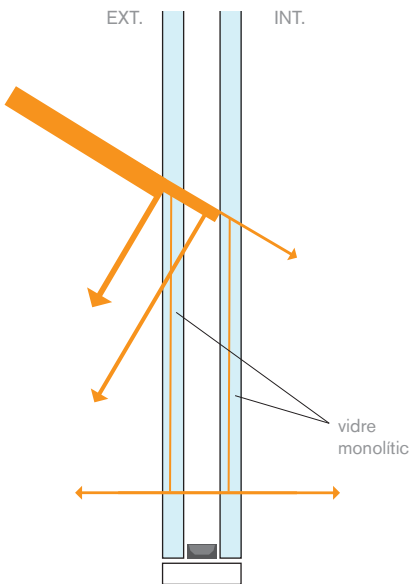
Definició

Els perfils tenen cambres d'aire.
I presenten una baixa transmissió del calor.

Avantatges

Fusteries que milloren el coeficient de transmissió tèrmica (U) a mesura que disposen d'un major nombre de cambres i, per tant, del conjunt de finestres.

Factor solar



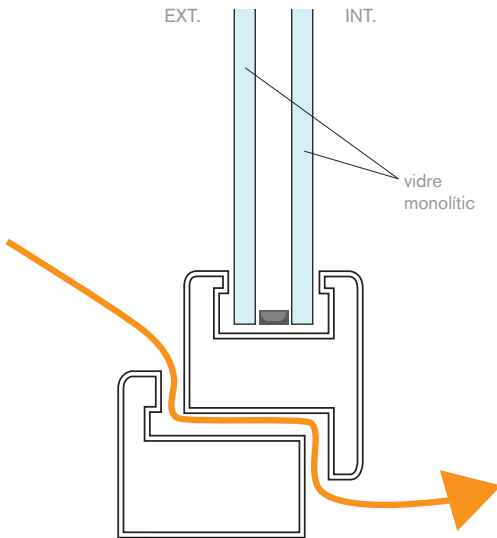
Definició

Relació entre l'energia solar incident i l'energia total que entra en un local (Fracció d'energia transmesa + la part absorbida i irradiada a l'interior pel vidre).

Avantatges

A menor factor solar es milloren les condicions tèrmiques a l'interior dels espais en l'habitatge.

Permeabilitat a l'aire de les fusteries



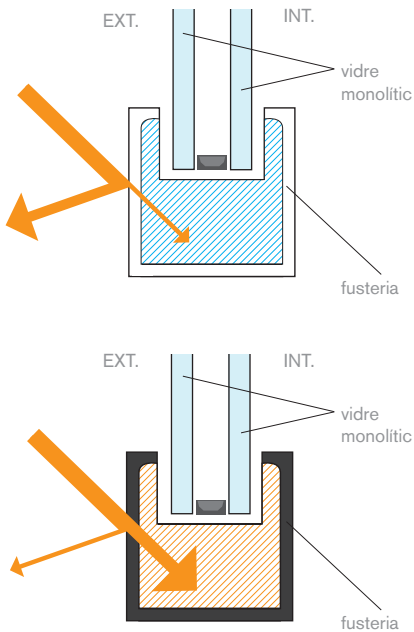
Definició

És la propietat d'una finestra o porta que deixa passar l'aire quan es troba sotmesa a una pressió diferencial. Es caracteritza per la capacitat del pas de l'aire, expressada en m^3/h , en funció de les diferents pressions.

Avantatges

A menys permeabilitat, es milloren les condicions tèrmiques i acústiques també a l'interior dels espais en l'habitatge.

Absortivitat dels perfils



Definició

Fracció de la radiació solar incident a una superfície i que és absorbida per aquesta. L'absortivitat va des de 0,0% a l'1,0%. Varia en funció del color de la fusteria.

Avantatges

Es milloren les condicions de la fusteria i per tant de la finestra, quan més clars són els colors dels marcs: BLANC: 0,20 i NEGRE:0,96.

