

Els aïllaments tèrmics d'origen vegetal*

M. Michelle Sánchez de León, arquitecta

Amb la col·laboració de Núria Martí i Josep Olivé de l'Àrea de Construcció de l'Escola d'Arquitectura La Salle Barcelona



Quan parlem d'aïllaments tèrmics fem referència a materials de baixa conductivitat tèrmica, de l'ordre de $0.04 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ o inferior, els quals aconseguixen reduir considerablement el flux d'intercanvi d'energia amb rangs de pocs centímetres. En aquest sentit l'eficiència energètica de l'envolupant passa per la correcta disposició contínua d'aquesta capa.

tenen un impacte molt negatiu per la seva extracció i per aquest motiu, des de paràmetres mediambientals intenta pal·liar-se controlant el seu cicle de vida; augmentant el percentatge de reciclabilitat, arribant a percentatges del 25% de contingut de material reciclat i reduint en tant que sigui possible el cost energètic de la seva producció, encara que en l'actualitat els seus valors d'energia incorporada segueixen sent molt elevats, de l'ordre d'entre 10 a 125 MJ/Jg2.

En canvi, els aïllants orgànics d'origen vegetal o animal tenen un impacte ecològic i mediambiental molt favorable ja que són materials renovables, reciclables, saludables i de baixa energia incorporada, en definitiva més ecològics; el seu contingut de material reciclat pot arribar al 25 i 50 %, amb valors d'energia incorporada d'1 a 50 MJ/Jg2.

*Treball d'investigació doctoral de la Universitat Ramon Llull La Salle

Els aïllants orgànics d'origen vegetal o animal tenen un impacte ecològic i mediambiental molt favorable ja que són materials renovables

Per conèixer l'impacte ecològic i mediambiental dels aïllants és necessari saber l'origen de la matèria primera. Segons el seu origen es poden classificar en orgànics de naturalesa vegetal, animal o sintètica i en inorgànics. Des del punt de vista de petjada ecològica tant els inorgànics, de matèria primera procedent del sòl, com els orgànics sintètics derivats del petroli

Depenent del tipus de construcció –rehabilitació o nova construcció– el sistema constructiu aplicat pot arribar a ser molt diferent i amb requeriments molt dispars per la posició relativa de la capa de l'aïllant tèrmic en relació interior/exterior. La transpirabilitat i la semi o impermeabilitat són característiques a tenir presents. Incorporar un aïllament impermeable en una façana transpirable pot arribar a crear patologies que no existien fins al moment, arribant a deteriorar els materials que la constitueixen per problemes de condensació. Incorporar un aïllament en l'exterior sense tenir en compte el seu augment de conductivitat si es mulla és una solució errònia energèticament.

L'aïllament tèrmic és un component essencial en la construcció d'edifici sostenibles, “[...] és l'únic material de l'obra que s'amortitza per l'estalvi econòmic que proporciona [...]” (IDAE, 2008), casos d'estudi de l'Institut per a la diversificació i estalvi de l'energia (IDAE) van concloure que l'estalvi econòmic en la factura de gas d'un habitatge típic d'Espanya pot representar el 30% de la seva despesa anual, és a dir una família que gasta una mitjana anual de 900€, pot estalviar 300€ anuals d'aquesta factura gràcies a l'aplicació d'aïllament tèrmic sol en les seves façanes principals (IDAE, 1999).

■ Rehabilitació d'edificis amb materials aïllants

Una altra manera d'analitzar l'estalvi que suposa la incorporació dels materials aïllants tèrmics és per mitjà de la seva amortització. La rehabilitació d'edificis mitjançant la introducció o millora de l'aïllament tèrmic es considera el patró d'estalvi d'energia amb la millor relació entre el cost i el benefici, ja que la relació entre el cost total de l'obra i de l'aïllament es pot amortitzar entre 5 a 7 anys, i com que el material aïllant té una llarga vida útil es preveu un estalvi de 8 a 9 vegades més que el cost de tota la rehabilitació (IDAE, 2008). Per aquestes raons l'aïllament tèrmic és un element de gran importància per a la rehabilitació d'edificis, l'IDAE recomana que tots els projectes de rehabilitació considerin la integració d'aïllament tèrmic en l'envolupant de l'edifici encara que en l'objectiu del projecte no s'inclougui aquesta idea, és bo aprofitar una reforma per millorar l'eficiència energètica de l'edifici.

És recomanable aquest tipus de rehabilitació per a edificis que tenen més de 20 anys construïts, ja que és més probable que no tinguin materials aïllants integrats en la solució constructiva dels seus envolupants. Amb aquest tipus de rehabilitació l'IDAE estima que es poden aconseguir un estalvi del 50% de l'energia consumida en calefacció i/o refrigeració. Gràcies a aquests estudis i a la importància que se li dona a l'aplicació de millores de l'envolupant tèrmi-

ca dels edificis construïts, l'IDAE proporciona ajudes econòmiques per a propietaris que vulguin millorar l'eficiència energètica dels seus immobles per mitjà del programa d'ajudes per a la rehabilitació energètica d'edificis existents del sector residencial (PAREER) (IDAE, 1999).

La rehabilitació d'edificis existents a Espanya és una pràctica molt important, i programes com el PAREER de l'IDAE i la nova reforma del codi tècnic de l'edificació (CTE), són propostes que ajuden a la creació de treballs en el sector de la construcció i a la reducció del consum energètic i les emissions de CO₂ a Espanya. En parlar sobre això cal tenir en compte que: *“A Espanya existeix un parc de més 23 milions d'habitatges construïts abans de l'any 2005 que no tenen cap aïllament o un aïllament molt deficient. Aquesta situació fa que els nostres edificis siguin autèntics depredadors d'energia”* (ANDIMAT, 2007). Per tant, aquestes actuacions de millora de l'envolupant tèrmic d'aquest parc urbà suposen un estalvi net en energia i cost per als usuaris i per al país.

Tenint això en compte, a mitjan aquest any (2013) es va aprovar una llei per mitjà de la qual s'exigeix la certificació energètica a tots els edificis existents al parc urbà d'Espanya. Això vol dir que qualsevol propietari que vulgui vendre o llogar el seu immoble ha de tramitar un certificat energètic que ho valorés en una escala alfabètica (de la A a la G), per mitjà de la qual no solament es mesura l'eficiència energètica de l'immoble, sinó també s'atorguen una sèrie d'estratègies per a la millora d'aquesta eficiència. L'objectiu és que *“[...] no valdrà el mateix un habitatge ben aïllat que una mal aïllada. Els ciutadans ens mentalitzarem que depenent de la certificació, un habitatge, consumirà més energia que l'altra, i per lògica no tindrà el mateix preu de venda al mercat”* (AISLA NAT, 2013), però això encara està per veure's.

■ Tipus de aïllaments tèrmics

Com ja hem esmentat, existeixen dos tipus d'aïllaments tèrmics si prenem en compte l'origen de la matèria primera. Aquests tipus serien d'origen natural i d'origen plàstic o sintètic. Els de origen natural són els materials que provenen de matèria primera productes minerals, vegetals o animals com a fusta, suro, cànem, palla, llana d'ovella, entre uns altres. Aquests aïllants són més fàcils de reciclar i reutilitzar ja que en provenir de materials naturals i no tenir productes químics integrats és més fàcil la seva descomposició per generar usos alterns, d'altra banda la seva extracció genera menys impacte al medi ambient.

L'IDAE recomana que tots els projectes de rehabilitació considerin la integració d'aïllament tèrmic en l'envolupant de l'edifici

La primera etapa del cicle de vida d'un edifici és la producció dels materials de construcció, en aquesta etapa es prenen en compte l'origen dels materials, l'energia consumida i la producció de CO₂ que generen l'extracció de la matèria primera i la producció del material final. Per tant, si utilitzem un material que prové d'un origen natural, estem minimitzant l'energia i les emissions de CO₂ produïdes en la seva extracció, i alhora contrarestem aquest impacte amb la utilització que tenen aquest producte abans de ser explotat.

Per exemple quan la matèria primera és una planta o arbre el creixement de la mateixa, per la fotosíntesi, contribueix a la descomposició del CO₂, la qual cosa afavoreix en el cicle de vida del producte final, és a dir compensa la producció de CO₂ que es pot arribar a emetre per la producció de l'aïllant tèrmic. Aquest exemple s'aplica a tots els materials aïllants tèrmics d'origen vegetal que veurem a continuació.

Els aïllants tèrmics d'origen plàstic o sintètic són els que té com a matèria primera productes derivats del petroli com a plàstics, poliuretans, entre uns altres. Aquests materials generen més impactes al medi ambient, ja que l'extracció de la matèria primera produeix major impacte. S'originen de materials no renovables com el petroli, i generalment en l'etapa final del cicle de vida són difícils de separar dels altres components de l'envolupant i no són reciclables ni reutilitzables, solament es poden utilitzar per generar energia cremant-los.

Per aquest motiu, en aquest article ens concentrarem en les característiques dels materials aïllants tèrmics provinents de matèries primeres vegetals, els quals es classifiquen en:

- **Fibra de fusta:** Aquests taulers estan composts per trossos de fusta procedent de desaprovaments de serradores, mitjançant un procés de desfibrat els trossos de fusta es trituren fins que s'unifica la fibra podent-se utilitzar dos processos per aglomerar la fibra: el procés humit on es requereix per aglomerar la fibra d'aigua, parafines i/o làtex; i el procés sec on s'utilitza resina PUR per unir la fibra.

Per tant, aquests tipus de producte provenen de fusta reciclada, a més podem comptar amb que la fusta és un producte natural renovable, però en l'anàlisi del cicle de vida del material cal tenir en compte no només la procedència de la matèria primera, sinó també de l'aglomerant que s'usa per unificar-la, com l'energia que s'usa en aquest procés. (BIOHAUSES, 2008)

El material es presenta en format de panells de diferents gruixos des de 18 fins a 240 mm –vegeu taules comparatives-. Aquests panells són de fàcil instal·lació i es poden adaptar a qualsevol grandària per mitjà d'instrument típic per tallar fusta. Els panells s'instal·len pel seu disseny tipus encaïllat, fixant-les amb uns tirafons i grampons de dors col·locats més o menys entre 60 a 90 cm de separació. Com la instal·lació és seca els panells es poden remoure a l'hora de demolir la construcció, la qual cosa permet que els panells es puguin reutilitzar o reciclar.

- **Suro:** el suro és l'aïllant més natural que existeix, ja que prové directament d'un arbre i la elaboració del producte final no requereix components químics, ja que s'aglutina amb la seva pròpia resina. Les seves propietats aïllants es deuen a la peculiar estructura i composició química de les seves cèl·lules. Quant a les prestacions del material, posseeix una baixa conductivitat tèrmica i alhora té bons índexs d'absorció acústica, compressió i comportament davant la humitat. Gràcies a les resines naturals que tenen, té un grau d'impermeabilitat relativament alt. És un dels materials sòlids més lleugers del mercat la qual cosa facilita la seva instal·lació, a més, té un bon comportament contra el foc i no allibera gasos tòxics en la combustió a causa de la seva procedència natural. (ASA, 2010)

Aquest material es distribueix en làmines, blocs o en forma granular. Es pot instal·lar en parets, sòls i cobertes. El suro té un excel·lent cicle de vida -vegeu taules comparatives-, és respectuós amb el medi ambient, té una llarga durabilitat, no l'ataquen els insectes, té una gran resistència davant els agents químics, és reciclable i reutilitzable, i en cas d'esdevenir residu és completament biodegradable.

- **Fibra de cànem:** la fibra de cànem és un producte natural provinent d'una planta que té com a principal característica que és de fàcil i de ràpid creixement, aquesta planta triga entre 100 a 120 dies a arribar als 4 metres d'altura, no permet que les males herbes creixin al voltant, per tant no requereix productes químics per a la seva protecció en l'etapa de creixement. Com esmentàvem anteriorment, el fet que la matèria primera sigui una planta contraresta les emissions de CO₂ produïdes en el seu procés de producció. (THERMO HEMP, 2013)

La composició del material és una matriu feta amb la fibra de la planta de cànem, es distribueix en panells flexibles, la qual cosa permet la instal·lació en parets, pisos i cobertes, permetent la instal·lació en edifici de nova construcció i de rehabilitacions d'edificis vells -vegeu taules comparatives-.

Perquè un edifici sigui realment sostenible, i tingui baix impacte sobre el medi ambient, hem de tenir en compte l'anàlisi del cicle de vida de l'edifici

- **Bales de palla:** la conductivitat tèrmica material depèn de la densitat de la bala, de la orientació de les fibres (verticals o paral·leles al pas de flux de calor) i la humitat de la palla utilitzada. Quan la palla està col·locada de cantell (0,045 W/m C) funciona millor com aïllament que quan estan col·locades planes (0,065 W/m°C), -vegeu taules comparatives- això es deu a l'orientació de les tiges (RCP, 2013). A la bales de palla que estan col·locades al cantell, la cambra d'aire que formen les tiges tubulars no tenen contacte directe amb l'entorn, mentre que a la planes sí. (CCBP,1993)

A nivell tèrmic, el desavantatge que pot generar construir amb bales de palla, és que aquest material no té inèrcia tèrmica gràcies al lleuger que és, i com s'utilitza per reemplaçar la capa estructural de l'envolupant, perdem aquesta propietat. Al contrari, amb altres materials aïllants vegetals, explicats anteriorment, podem combinar la capa aïllant amb capes de materials estructurals que tinguin inèrcia tèrmica, i d'aquesta manera complementar les propietats físiques.

- **Cel·lulosa:** aquest material aïllant s'obtenen a partir de paper de diari reciclat. Ja que el paper periòdic prové dels arbres, aquests constitueixen la principal font de fibres naturals per a més del 90% de la producció de cel·lulosa, donant-li a aquesta matèria primera una segona vida útil.

Aquest material reciclat es mol fins a fer una mena de pasta afegint sals de bòrax (antifongs, insecticida i ignífug). Aquest material es pot insuflar directament una càmera o es projecta humit sobre el parament a aïllar. Això ho fa molt favorable per a projectes de rehabilitació on l'objectiu és reemplaçar l'espai d'una cambra d'aire amb aïllament tèrmic. (ECOhabitar,2011)

És un potent aïllant, no només tèrmic sinó acústic -vegeu les taules comparatives que contenen la informació tècnica del material-. El seu major

avantatge és que equilibra punts de temperatura alhora que té una gran potència d'amortització i emmagatzematge tèrmic, es comporta de forma anticíclica durant 12 hores. Com a característiques principals cal destacar les seves qua-

litats higroscòpiques, la seva resistència al foc i la possibilitat de reciclatge o reutilització.

- **Fibra de lli:** el lli és una planta de cultiu fàcil i de baix impacte. Igual que els aïllants tèrmics de fibra de cànem, la matèria primera d'aquest producte prové d'una planta la qual cosa contribueix de la mateixa manera en el cicle de vida del material i de l'edifici en el qual s'aplica. (ECOhabitar, 2011)

Aquest material és un excel·lent aïllant tèrmic, té bona capacitat de regulació hidromètrica, sense disminuir de les qualitats aïllants -vegeu taules comparatives-. És no irritant, és reciclable, amb bona resistència mecànica, i estable en el temps. El format de producció és en panells, rotlles o projectat, amb una composició de 85% de fibra de lli i 15% de fibres termofusibles de polièster (ECOhabitar, 2011). El seu sistema d'instal·lació és per mitjà de unes grapes que fixen el panell a una subestructura de fusta, aquestes no s'aconsellen fixar a subestructures metàl·liques.










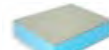



- **Fibra de coco:** Aquesta fibra prové de la closca externa del coco amb un processament mínim i sense additius. És un producte natural inodor, té bones propietats tèrmiques i acústiques -vegeu taules-. És una de les poques fibres naturals que és altament resistent a la putrefacció, per tant té gran durabilitat en el temps.

Tot i que provenen d'un arbre i dona ús a un residu del seu fruit, depenent d'on estigui ubicat el projecte de construcció, pot tenir gran impacte ecològic, ja que aquesta fruita prové de climes tropicals i això pot impactar el transport de la matèria primera a la planta de producció del material i després al lloc de construcció. (ECOhabitar, 2011)

- **Cotó:** La fibra de cotó prové d'una planta que es conrea en regions càlides, aquesta planta és de fàcil cultiu i de baix impacte. La fibra generada està caracteritzada per gran resistència, facilitat en el trenat i en tenyit, per la qual cosa és molt utilitzada en la indústria tèxtil. Aprofitant la tradició de la indústria tèxtil i el medi de fabricació anomenat humitejat i premsat de fibres, hi ha diverses empreses que el fabriquen com a aïllant tèrmic i acústic per ser utilitzats en el sector de la construcció. (JFS ARQUITECTES, 2010)

El format de producció és en mantes, plaques o granel, amb diferents densitats, gruixos i capacitats aïllants, a partir de retalls tèxtils de confecció desfibrats. Els mateixos es fabriquen amb 75% cotó verge i amb 25% fibra de cotó de tèxtil reciclat (ECOhabitar, 2011). El producte resultant té molta baixa conductivitat tèrmica la qual cosa permet

S'aconsella que els tècnics interessats en reduir l'impacte dels seus edificis sobre el medi ambient investiguin i facin servir aquests materials

	IMAGEN DEL PRODUCTO	MATERIA PRIMA	FORMATO	RESIDUO*	ECO-DATA	ESPESOR	DENSIDAD	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA***	CALOR ESPECÍFICO	COEFICIENTE DE DIFUSIÓN AL VAPOR	ENERGÍA INCORPORADA A LOS MATERIALES	COSTE***
Fibra de Madera		Madera	Panel	Separación Selectiva	Biodegradable y Reciclado	6-240 (mm)	25-260 kg/m ³	0,037-0,050 W/mK	2100 J/kgK	1-2 μ	5-25 MJ/kg ²	< 40 €/m ²
Corcho		"Otros. Árbol de Corcho"	Panel o Rollo	Separación Mínima. Se utiliza para hacer biomasa	Biodegradable	2-10 (mm)	120-250 kg/m ³	0,040-0,150 W/mk	1670 J/kgK	5-30 μ	1-25 MJ/kg ²	< 25 €/ m ²
Fibra de Cañamo		Cañamo	Panel	Separación Selectiva	Reciclado y biodegradable	30-220 (mm)	30-45 kg/m ³	0,038 W/mk	2300 J/(kgK)	1-2 μ	1-40 MJ/kg ²	< 25 €/ m ²
Balas de Paja		Paja	Bala	Separación Selectiva	Biodegradable	350-450 (mm)	100 kg/m ³	0,045 y 0,065 W/mk	-	1-10 μ	-	entre 1 a 4 €/ Bala de paja 11 a 12 €/m ²
Celulosa		Papel-Carton. Papel de periódico reciclado	Panel, rollo, proyectado y a granel	Separación mínima	Reciclado	-	28-40 kg/m ³	0,039 W/mk	1800 J/kgK	≤ 1 μ	1-25 MJ/kg ²	< 25€/ m ²
Fibra de Lino		Lino	Panel, rollo y proyectado	Separación mínima	Reciclable	45 a 100 (mm)	40-50 kg/m ³	0,037- 0,047 W/(mK)	1500 J/(kgK)	1-2 μ	25-40 MJ/kg ²	< 25 €/m ²
Fibra de Coco		Fibra de la corteja del coco	Panel o Rollo	Separación Selectiva	Biodegradable	-	70-110 kg/m ³	0,043-0,047 W/(mK)	1500 J/(kgK)	1-2 μ	1-10 MJ/kg ²	< 40 €/ m ²
Algodón		Algodón	Rollo	Separación Selectiva	Biodegradable	-	25-40 kg/m ³ (lana soplada) 20-60 kg/m ³ (lana en manta)	0,029-0,040 W/(mK)	840 J/(kgK)	1-2 μ	40-50 MJ/kg ²	< 10 €/ m ²
 AISLANTES DE ORIGEN SINTÉTICO 												
Poliestireno Expandido		Sintético	Panel y a Granel	Separación Mínima	"Post-Consumo. Se quema para generar energía"	30-100 (mm)	21 kg/m ³	0,029-0,053 W/mk	1800 J/kgK	20 - 40 μ	37,98-125,02 MJ/kg ²	7,44-13,05 €/ m ²
Poliestireno Extruido		Sintético	Panel	Separación Mínima	"Post-Consumo. Se quema para generar energía"	30-100 (mm)	30 - 33 kg/m ³	0,025-0,04 W/mk	1450 J/kgK	100 - 200 μ	111,69 - 370,72 MJ/kg ²	7,13 - 15,82 €/ m ²
 AISLANTES DE ORIGEN MINERAL 												
Lana de Roca		Mineral	Panel, Rollo y a Granel	Separación Mínima	Post-Consumo	40-100 (mm)	40 - 200 kg/m ³	0,03 - 0,05 W/mk	840 J/kgK	15 μ	54,17 - 337,03 MJ/kg ²	COSTE***
Lana de vidrio		Mineral	Panel, Rollo y a Granel	Separación Mínima	Post-Consumo	40 - 100 (mm)	100 kg/m ³	0,03 - 0,05 W/mk	1600 - 1800 J/kgK	1-1,3 μ	39,09 - 75,76 MJ/kg ²	5,50 - 8,79 €/ m ²
 AISLANTES DE ORIGEN ANIMAL 												
Lana de Oveja		Animal	Rollo y a Granel	Separación mínima	Renovable	40-100 (mm)	13,5-20 kg/m ³	0,043 - 0,045 W/mk	1000 J/kgK	1-2 μ	10 - 40 MJ/kg ²	< 25 €/ m ²

Nota de Pie:

* **Separación selectiva:** Cuando en la fase del Final de Vida del producto, el mismo se puede separar por completo del edificio para poder reciclarlo o reutilizarlo.

° **Separación Mínima:** Cuando en la fase de Final de Vida del producto el mismo tiene dificultades al separarse del edificio, por lo cual solo se puede recuperar una fracción del mismo para su reciclaje o reutilización"

** Los valores de conductividad térmica utilizados en esta tabla provienen de datos de los proveedores de los productos y de investigaciones científicas de los mismos. Cuando hay más de un valor es porque el producto tiene un valor de conductividad térmica que está entre los valores que aparecen en la tabla. Esto pasa cuando el producto se distribuye en el mercado en varios formatos con diferentes grosores

*** Los valores de coste utilizados en esta tabla provienen de datos de los proveedores de los productos y de investigaciones científicas de los mismos. Los mismos han sido colocados en las referencias bibliográficas del artículo. Cada valor corresponde al promedio de valor del mercado Español, con la medida en la que se vende el producto en el mercado (€/m² o €/m³)

que abrigui eficientment tot tipus d'edificis d'obra nova i rehabilitació –vegeu les taules comparatives que contenen la informació tècnica de material-. La taula comparativa pot expressar les diferències tècniques de cada material, amb aquesta data es pot prendre una decisió més encertada sobre quin material aplicar:

A la taula comparativa s'expressen les diferències de format, reciclabilitat, matèria primera, entre altres, per facilitar l'anàlisi de la procedència del material i l'ecodata del mateix per donar suport les anàlisis del cicle de vida dels projectes:

Perquè un edifici sigui realment sostenible, i tingui baix impacte sobre el medi ambient, hem de tenir en compte l'anàlisi del cicle de vida de l'edifici i per tant dels materials que s'utilitzen en ell. per tant, és important a l'hora de seleccionar el material aïllant no només prenguem en compte els seus nivells de transmitància tèrmica, sinó també l'energia incorporada als mateixos.

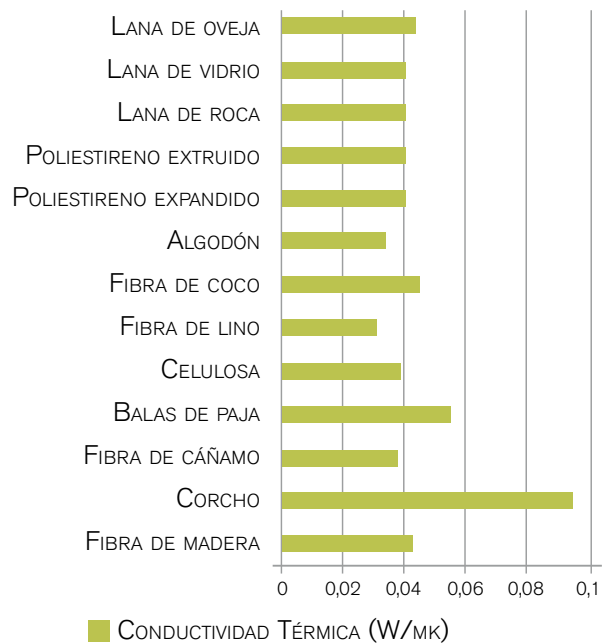
En analitzar el funcionament sostenible que té el material hem de tenir en compte tot el seu cicle de vida, i s'ha de compensar l'energia que estalviar al llarg de la vida de l'edifici amb la que va ser utilitzada per a la creació del material. És per aquesta raó que els materials aïllants que provenen de materials vegetals són tan importants per a la construcció sostenible, ja que ens proveeixen de baixos nivells d'energia gris en l'etapa de producció, bons nivells de transmitància tèrmica en l'etapa d'ús, i són reciclables, reutilitzables i biogènics per a l'etapa de demolició.

Per concloure s'aconsella que els arquitectes i tècnics interessats en reduir l'impacte dels seus edificis sobre el medi ambient investiguin i facin servir aquests materials ja que no només aporten a baixar la petjada ecològica de nostres edificis, sinó que també té gran competitivitat a nivell de costos, formats d'instal·lació, nivells de transmitància, entre d'altres, pel que fa als materials aïllants que no provenen de productes vegetals. ■

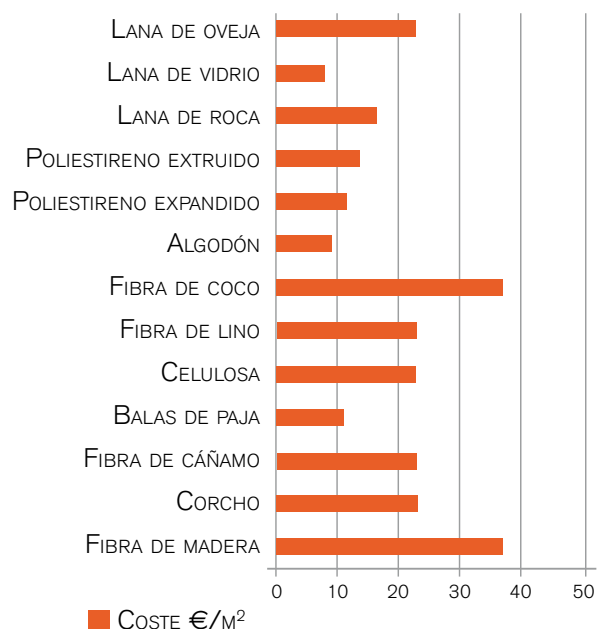
Més informació

<http://beyondsustainable.net>

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/mk)



COSTE €/m²



Notes

- (AISLA NAT, 2013) Aplicación de la celulosa/ El futuro, la rehabilitación. Aisla Nat, 2013. www.aislantesaislanat.es/el-aislamiento-de-celulosa/aplicaciones-de-la-celulosa/
- (ANDIMAT, 2007) Asociación nacional de fabricantes de materiales aislantes. España, 2007. www.andimat.es/
- (ASA, 2010). Aislamiento de Corcho. Asociación Sostenibilidad y Arquitectura, España, 2010. www.sostenibilidadyarquitectura.com/
- (BIOHAUSES, 2008) Catalogo de productos. BioHouses, Alemania.2008. www.biohaus.es/productos/gutex.php
- (CCBP,1993) Conferencia sobre construcción con bales de paja. Aspectos técnicos en construcción con bales de paja, Arthur, Nebraska, 1993. <http://lapajaenlaconstruccion.wikispaces.com/file/view/AspectosTécnicosPaja.pdf>
- (ECOHABITAR, 2011) Aislamientos e impermeabilización convenientes. Ecohabitar , 4 de Diciembre de 2011. www.ecohabitar.org/aislamientos-e-impermeabilizacion-convenientes/
- (IDEA,1999) IADE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. España, 1999 www.idae.es
- (IDEA, 2008) "Guía práctica de la energía para la rehabilitación de edificios. El aislamiento, la mejor solución." Madrid, España.
- IDEA, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía , 2008.
- www.idae.es/index.php/mod.pags/mem.detalle/relcategoria.1030/id.226/rel-menu.53
- (Jfs, Arquitectos, 2010) Aislantes térmicos ecológicos de origen vegetal. Madrid Arquitectura, 2010.
- www.madridarquitectura.com/es/blog/169-los-aislantes-ecologicos.html
- (RCP, 2013) Red de Construcción con Paja. 2013. www.casasdepaja.org/
- (TERMO HEMP, 2013) Catalogo de productos. Themo Hemp, Alemania, 2013. www.thermo-hanf.de/