



P1

PRODUCTOS Y MATERIALES

Propiedades de aislantes térmicos para rehabilitación energética



Resumen

El comportamiento de los aislantes térmicos en los edificios es clave para alcanzar los objetivos de ahorro energético fijados por las diferentes normativas. Tanto en los edificios de nueva planta, como en los edificios existentes, un correcto uso del aislamiento térmico en los elementos constructivos constituyentes de la envolvente térmica puede disminuir, en gran medida, en un clima como el de nuestro país, el consumo de los equipos de climatización, incluso puede evitar la instalación de estos equipos, principales responsables del consumo energético de nuestros hogares.

El objetivo del presente documento es ayudar a los técnicos en la toma de decisiones en relación a los aislantes térmicos en los proyectos de rehabilitación. Por ello, a continuación se exponen las propiedades y aspectos que se han considerado más relevantes en relación a los aislantes térmicos más comúnmente utilizados al sector de la edificación en España.



En este cuaderno se han considerado los siguientes aislantes térmicos:

Lana de roca

Llana de vidrio

Poliestireno expandido

Poliestireno extruido

Poliuretano

Perlita expandida

Vidrio celular

Lana de oveja

Algodón

Cáñamo

Celulosa

Corcho

Fibras de coco

Lino

Virutas de madera

Cuadernos de rehabilitación

Elementos arquitectónicos

		Estructura	Fachadas	Huecos	Cubiertas	Particiones	Instalaciones	Espacios
Bloques temáticos	H Evolución histórica							
	L Lesiones y deficiencias							
	I Inspección y evaluación							
	R Reparación e intervención							
	P Productos y materiales							
	M Mantenimiento y durabilidad							
	E Costes económicos							
	C Control de calidad							
	G Gestión y financiación							
	U Comportamiento del usuario							

Cuadernos vinculados	H Evolución histórica	
	I Inspección y evaluación	
	R Reparación e intervención	R1
	P Productos y materiales	
	M Mantenimiento y durabilidad	
	E Costes económicos	
	C Control de calidad	
	G Gestión y financiación	
U Comportamiento del usuario		





Propiedades

El Código Técnico de la Edificación considera aislante térmico aquel material que tiene una conductividad térmica menor que 0,060 W/mK y una resistencia térmica mayor que 0,25 m²-K/W. En base a esta definición se exponen a continuación las propiedades de los aislantes térmicos que se han determinado más comunes en el sector de la edificación en España:

Denominación		Origen	Conductividad (λ) W/(m.K)	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua (μ)	Inflamable ¹	Precio aproximado €/m ²	Formato	Medidas de protección en su instalación	Coste energético de producción MJ/kg ²	Contenido de producto reciclado (0-3) ³	Biodegradable ⁴
	Lanas minerales (MW)	Lana de roca (SW)	0,03 - 0,05	1	NO	<5	Panel, rollo y a granel	Ojos, sistema respiratorio y piel	15 - 25	1	No
		Lana de vidrio (GW)	0,03 - 0,05	1 - 1,3	NO	<5	Panel, rollo y a granel	Ojos, sistema respiratorio y piel	15 - 50	2	No
	Poliestireno expandido (EPS)		0,029 - 0,053	20 - 40	SI	<5	Panel y a granel	No	75 - 125	1	No
	Poliestireno extruido (XPS)		0,025 - 0,04	100 - 220	SI	<15	Panel	Guantes	75 - 125	1	No
	Poliuretano o Polisocianurato (PUR)		0,019 - 0,040	60 - 150	SI	<10	Panel y espuma	Ojos, sistema respiratorio y piel	70 - 125	1	No
	Perlita Expandida (EPB)		0,040 - 0,060	3 - 8	NO	<5	Panel, rollo, espuma y a granel	Protección frente al polvo	5 - 20	0	No
	Vidrio celular (CG)		0,035 - 0,055	Infinita	NO	<60	Panel y espuma	No	10 - 75	3	SI
	Lana de oveja (SHW)		0,035 - 0,050	1 - 2	SI	<25	Rollo y a granel	No	10 - 40	0	SI



	Denominación	Origen	Conductividad (λ) W/(m.K)	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua (μ)	Inflamable ¹	Precio aproximado €/m ²	Formato	Medidas de protección en su instalación	Coste energético de producción MJ/kg ²	Contenido de producto reciclado (0-3) ³	Biodegradable ⁴
	Algodón (CO)	Vegetal	0,029 - 0,040	1 - 2	Autoextinguible	<10	Rollo	No	40 - 50	0-3	Si
	Cáñamo (HM)	Vegetal	0,037 - 0,045	1 - 2	NO	<25	Panel, rollo, proyectado y a granel	No	1 - 40	0	Si
	Celulosa (CL)	Vegetal	0,034 - 0,069	1 - 2	Autoextinguible	<25	Panel, rollo, proyectado y a granel	Protección frente al polvo	1 - 25	3	Si
	Corcho (ICB)	Vegetal	0,034 - 0,100	5 - 30	NO	<25	Panel, rollo y a granel	No	1 - 25	0	Si
	Fibras de coco (CF)	Vegetal	0,043 - 0,047	1 - 2	NO	<40	Panel y rollo	No	1 - 10	0	Si
	Lino (FLX)	Vegetal	0,037 - 0,047	1 - 2	NO	<25	Panel, rollo y proyectado	No	25 - 40	0	Si
	Virutas de madera (WF)	Vegetal	0,038 - 0,107	1 - 10	SI	<40	Panel, proyectado y a granel	No	5 - 25	0-2	Si

Tabla P1.1 Propiedades de los materiales aislantes más comunes en edificación

¹ **Inflamable:** Que se enciende con facilidad y desprende inmediatamente llamas.

² **Coste energético de producción:** Los valores de este apartado hacen referencia al coste energético de los materiales en los procesos de extracción de materia prima, fabricación, transformación y transportes asociados y han sido obtenidos de diferentes fuentes documentadas. La fiabilidad de los datos está muy relacionada con las posibilidades de acceder a fuentes de información precisas, no siempre disponibles, y a las consideraciones de las variaciones posibles en función del conjunto de los ámbitos de aplicación (local, autonómico, nacional, internacional). A lo largo del tiempo, y a medida que se vayan obteniendo más datos, los baremos aquí presentados serán revisados y actualizados si fuera necesario.

³ **Contenido de producto reciclado:**

0 En su fabricación no se emplean productos reciclados.

1 En su fabricación se emplean menos de un 25% de materiales reciclados.

2 En su fabricación se emplean entre un 25% y un 50% de productos reciclados.

3 En su fabricación se emplean más de un 75% de productos reciclados.

⁴ **Biodegradable:** Que puede ser degradado por acción biológica.

Conductividad térmica

A continuación se muestran los rangos de valores de conductividad más usuales según el tipo de aislante, de manera que se puedan comparar entre sí. En el ámbito comercial no se podrán encontrar todos y cada uno de los valores de conductividad que pertenecen al intervalo representado:

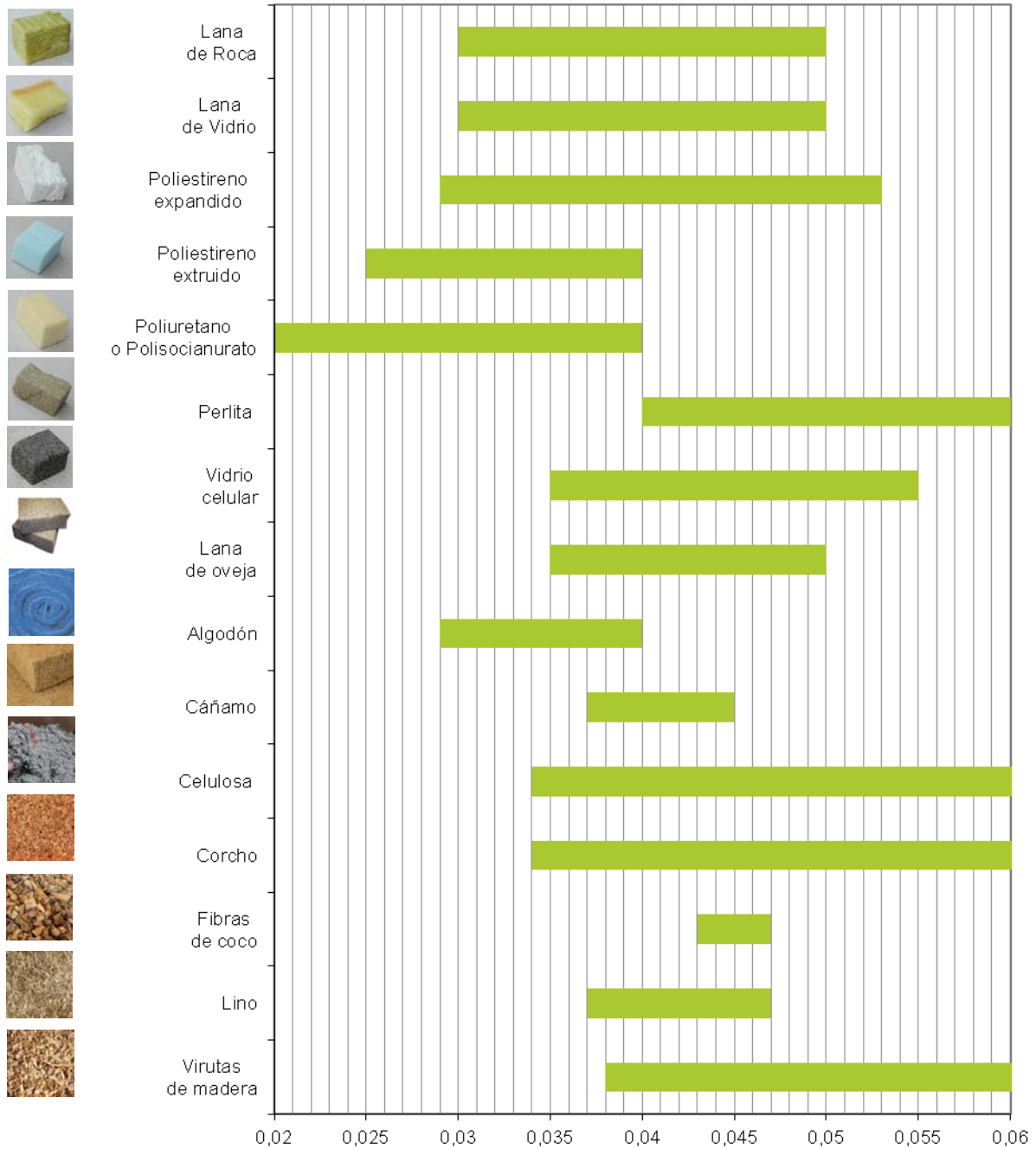


Tabla P1.2 Conductividad térmica de los materiales aislantes más comunes en edificación

Resistencia térmica

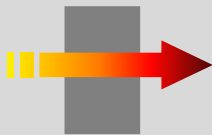
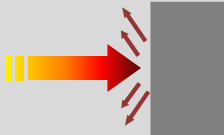

La resistencia térmica de un aislante depende de su espesor y la conductividad de éste. Esto quiere decir, por ejemplo, que un aislante de poliestireno expandido y un aislante de lana de oveja que tuviese la misma conductividad, tendrían la misma resistencia térmica dado un espesor concreto igual para ambos.

A continuación se exponen las posibles resistencias térmicas de los aislantes térmicos en función del espesor y de la conductividad térmica de los mismos. Las celdas en blanco se corresponden con aquellas resistencias térmicas menores a 0,25 m²·K/W, debido a que el Código Técnico de la Edificación no considera aislante térmico aquel material que tiene una resistencia térmica menor que 0,25 m²·K/W.

Conductividad térmica (W/mK) λ	Resistencia Térmica (m ² K/W)											
	Espesor (mm)											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
0,025	0,40	0,80	1,20	1,60	2,00	2,40	2,80	3,20	3,60	4,00	4,40	4,80
0,026	0,38	0,77	1,15	1,54	1,92	2,31	2,69	3,08	3,46	3,85	4,23	4,62
0,027	0,37	0,74	1,11	1,48	1,85	2,22	2,59	2,96	3,33	3,70	4,07	4,44
0,028	0,36	0,71	1,07	1,43	1,79	2,14	2,50	2,86	3,21	3,57	3,93	4,29
0,029	0,34	0,69	1,03	1,38	1,72	2,07	2,41	2,76	3,10	3,45	3,79	4,14
0,030	0,33	0,67	1,00	1,33	1,67	2,00	2,33	2,67	3,00	3,33	3,67	4,00
0,031	0,32	0,65	0,97	1,29	1,61	1,94	2,26	2,58	2,90	3,23	3,55	3,87
0,032	0,31	0,63	0,94	1,25	1,56	1,88	2,19	2,50	2,81	3,13	3,44	3,75
0,033	0,30	0,61	0,91	1,21	1,52	1,82	2,12	2,42	2,73	3,03	3,33	3,64
0,034	0,29	0,59	0,88	1,18	1,47	1,76	2,06	2,35	2,65	2,94	3,24	3,53
0,035	0,29	0,57	0,86	1,14	1,43	1,71	2,00	2,29	2,57	2,86	3,14	3,43
0,036	0,28	0,56	0,83	1,11	1,39	1,67	1,94	2,22	2,50	2,78	3,06	3,33
0,037	0,27	0,54	0,81	1,08	1,35	1,62	1,89	2,16	2,43	2,70	2,97	3,24
0,038	0,26	0,53	0,79	1,05	1,32	1,58	1,84	2,11	2,37	2,63	2,89	3,16
0,039	0,26	0,51	0,77	1,03	1,28	1,54	1,79	2,05	2,31	2,56	2,82	3,08
0,040	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00
0,041	0,24	0,49	0,73	0,98	1,22	1,46	1,71	1,95	2,20	2,44	2,68	2,93
0,042	0,24	0,48	0,71	0,95	1,19	1,43	1,67	1,90	2,14	2,38	2,62	2,86
0,043	0,23	0,47	0,70	0,93	1,16	1,40	1,63	1,86	2,09	2,33	2,56	2,79
0,044	0,23	0,45	0,68	0,91	1,14	1,36	1,59	1,82	2,05	2,27	2,50	2,73
0,045	0,22	0,44	0,67	0,89	1,11	1,33	1,56	1,78	2,00	2,22	2,44	2,67
0,046	0,22	0,43	0,65	0,87	1,09	1,30	1,52	1,74	1,96	2,17	2,39	2,61
0,047	0,21	0,43	0,64	0,85	1,06	1,28	1,49	1,70	1,91	2,13	2,34	2,55
0,048	0,21	0,42	0,63	0,83	1,04	1,25	1,46	1,67	1,88	2,08	2,29	2,50
0,049	0,20	0,41	0,61	0,82	1,02	1,22	1,43	1,63	1,84	2,04	2,24	2,45
0,050	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,20	2,40
0,051	0,20	0,39	0,59	0,78	0,98	1,18	1,37	1,57	1,76	1,96	2,16	2,35
0,052	0,19	0,38	0,58	0,77	0,96	1,15	1,35	1,54	1,73	1,92	2,12	2,31
0,053	0,19	0,38	0,57	0,75	0,94	1,13	1,32	1,51	1,70	1,89	2,08	2,26
0,054	0,19	0,37	0,56	0,74	0,93	1,11	1,30	1,48	1,67	1,85	2,04	2,22
0,055	0,18	0,36	0,55	0,73	0,91	1,09	1,27	1,45	1,64	1,82	2,00	2,18
0,056	0,18	0,36	0,54	0,71	0,89	1,07	1,25	1,43	1,61	1,79	1,96	2,14
0,057	0,18	0,35	0,53	0,70	0,88	1,05	1,23	1,40	1,58	1,75	1,93	2,11
0,058	0,17	0,34	0,52	0,69	0,86	1,03	1,21	1,38	1,55	1,72	1,90	2,07
0,059	0,17	0,34	0,51	0,68	0,85	1,02	1,19	1,36	1,53	1,69	1,86	2,03
0,060	0,17	0,33	0,50	0,67	0,83	1,00	1,17	1,33	1,50	1,67	1,83	2,00

Tabla P1.3 Resistencias térmicas de los aislantes térmicos en función del espesor y de la conductividad térmica.

Conceptos

	Conductividad Térmica	Resistencia térmica	Transmitancia térmica
Definición	Propiedad física de los materiales que mide su capacidad de conducción de calor, es decir, mide cómo de fácil es el paso de calor a través de ellos.	Propiedad física de los materiales que mide su capacidad de oponerse a un flujo de calor. La resistencia térmica total R_T de un elemento constructivo es la suma de las resistencias térmicas superficiales y la resistencia térmica de las diferentes capas que lo componen.	Propiedad física de los materiales que mide la cantidad de energía que atraviesa un elemento en una unidad de tiempo, es decir, mide el calor que se pierde o se gana a través de un elemento.
Concepto			
Notación	λ	R	U
Unidades (SIU)	W/mK	m ² K/W	W/ m ² K
Fórmula	$\lambda = \frac{\phi \cdot e}{2A(T_2 - T_1)}$	Materiales homogéneos: $R = \frac{e(m)}{\lambda (W/mK)}$ Resistencia térmica total de un elemento con diferentes capas: $R_T = R_{si} + R_1 + \dots + R_n + R_{se}$	$U = \frac{1}{R_T (m^2K/W)}$
Utilidad	Permite comparar de forma rápida el comportamiento térmico de los materiales y concretamente de los aislantes térmicos.	Es útil para poder comparar dos materiales aislantes con diferente espesor y diferente conductividad.	La transmitancia térmica se usa en construcción para el cálculo de las pérdidas o ganancias de calor a través de la envolvente térmica.
Observaciones	La conductividad térmica de un material es independiente de su espesor. Cuanto menor es su valor, mejor es su comportamiento como aislante debido a que es menos conductor	Las resistencias térmicas superficiales vienen indicadas en el CTE. Cuanto mayor es el valor, mejor es su comportamiento como aislante térmico, al ofrecer más resistencia al paso del calor.	La transmitancia térmica es el inverso a la resistencia térmica. Cuanto menor es su valor, mejor es el comportamiento del aislante térmico
Ejemplos	La conductividad térmica de la lana de roca varía generalmente entre 0,03 W/mK y 0,05 W/mK La conductividad térmica de un ladrillo cerámico varía generalmente entre 0,32 W/mK y 0,85 W/mK	La resistencia térmica de un aislante térmico de lana de roca de espesor 50 mm con conductividad de 0,04 W/mK es: $R = \frac{0,05}{0,04} = 1,25m^2K/W$ La resistencia térmica de una fachada compuesta por ladrillo perforado caravista de resistencia térmica 0,22 m ² K/W, aislante térmico de lana de roca de resistencia térmica 1,25 m ² K/W, ladrillo hueco de resistencia térmica 0,16 m ² K/W y una capa de enlucido de resistencia térmica 0,04 m ² K/W, es: $R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_{se} = 0,13 + 0,22 + 1,25 + 0,16 + 0,04 + 0,04 = 1,84m^2K/W$	La transmitancia térmica de un panel de lana de roca de resistencia térmica 1,25 m ² K/W es: $U = \frac{1}{1,25} = 0,80 W/m^2K$ La transmitancia térmica de una fachada que separa un ambiente interior de un ambiente exterior compuesta por ladrillo perforado caravista, aislante térmico de lana de, ladrillo y una capa de enlucido de resistencia térmica 1,84 m ² K/W es: $U = \frac{1}{1,84} = 0,54 W/m^2K$