



Revestimientos técnicos Sostenibles s.L.

Datos Tecnicos

Aislamiento térmico

Aislamiento térmico es la capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor por conducción a través de ellos. Se evalúa por la resistencia térmica que tienen. La medida de la resistencia térmica o, lo que es lo mismo, de la capacidad de aislar térmicamente, se expresa, en el Sistema Internacional de Unidades (SI) en $m^2 \cdot K/W$ (metro cuadrado y kelvin por vatio).

Se considera material aislante térmico cuando su coeficiente de conductividad térmica: λ es inferior a $\lambda < 0,10 W/m^2K$ medido a 20 °C (obligatorio) o, en el antiguo Sistema Técnico, $0,085 kcal / m^2 \cdot ^\circ C$

La resistencia térmica es inversamente proporcional a la conductividad térmica.

Todos los materiales oponen resistencia, en mayor o menor medida, al paso del calor a través de ellos. Algunos, muy escasa, como los metales, por lo que se dice de ellos que son buenos conductores; los materiales de construcción (yesos, ladrillos, morteros) tienen una resistencia media. Aquellos materiales que ofrecen una resistencia alta, se llaman **aislantes térmicos específicos** o, más sencillamente, aislantes térmicos.

Ejemplos de estos aislantes térmicos específicos pueden ser las lanas minerales (lana de roca y lana de vidrio), las espumas plásticas derivadas del petróleo (poliestireno expandido, polietileno expandido, PUR, poliuretano inyectado, reciclados como los aislantes celulósicos a partir de papel usado y la lana de oveja, vegetales (paja, virutas de madera, fardos de paja, corcho natural, etc.); entre otros

Cuando se produce un "agujero" en el aislamiento (o pérdida de continuidad), producido por un material muy conductor sin estar debidamente aislado, o un agujero físico, se habla de un puente térmico. Estos puentes térmicos pueden estar presentes también en las juntas del material aislante, si este no fuera continuo, o no estuviera correctamente colocado. Los puentes térmicos más comunes en una vivienda, suelen presentarse en la zona de puertas y ventanas (principalmente en sus marcos).

Conductividad térmica

La **conductividad térmica** es una propiedad física de los materiales que mide la capacidad de conducción de calor. En otras palabras la conductividad térmica es también la capacidad de una sustancia de transferir la energía cinética de sus moléculas a otras adyacentes o a sustancias con las que está en contacto. En el Sistema Internacional de Unidades la conductividad térmica se mide en $W/(K \cdot m)$ (equivalente a $J/(m \cdot s \cdot K)$)

La conductividad térmica es una magnitud intensiva. Su magnitud inversa es la resistividad térmica, que es la capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor. Para un material isótropo la conductividad térmica es un escalar λ (k en Estados Unidos) definido como:

$$\lambda = \frac{\dot{q}}{|\nabla T|}$$

Dónde:

\dot{q} , es el flujo de calor (por unidad de tiempo y unidad de área).
 ∇T , es el gradiente de temperatura.

Una conductividad térmica de 1 vatio por metro y kelvin indica que una cantidad de calor de un julio (J) se propaga a través de un material por conducción térmica:

- En 1 segundo,
- Por una superficie de $1 m^2$,
- Por un grosor de 1 m,

- Cuando la diferencia de temperatura entre las dos caras es de 1 K.

Cuanto mayor sea su conductividad térmica, un material será mejor conductor del calor. Cuanto menor sea, el material será más aislante. Por ejemplo, el cobre tiene una conductividad de 380 vatios por kelvin y metro, y es más de 10 000 veces mejor conductor del calor que el poliuretano (0,035 vatios por kelvin y metro).

Conductividades térmicas de los materiales

La conductividad térmica es una propiedad de los materiales que valora la capacidad de transmitir el calor a través de ellos. Es elevada en metales y en general en cuerpos continuos, es baja en polímeros, y muy baja en algunos materiales especiales como la fibra de vidrio, que se denominan por ello aislantes térmicos. Para que exista conducción térmica hace falta una sustancia, de ahí que es nula en el vacío ideal, y muy baja en ambientes donde se ha practicado un vacío bajo.

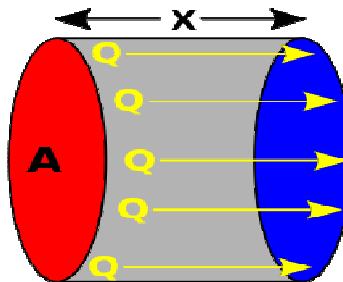
El coeficiente de conductividad térmica (λ) caracteriza la cantidad de calor necesario por m², para que atravesando durante la unidad de tiempo, 1 m de material homogéneo obtenga una diferencia de 1 °C de temperatura entre las dos caras. Es una propiedad intrínseca de cada material que varía en función de la temperatura a la que se efectúa la medida, por lo que suelen hacerse las mediciones a 300 K para poder comparar unos elementos con otros. Cuando el elemento no es homogéneo, pero su heterogeneidad se distribuye uniformemente, como por ejemplo, un muro de ladrillo con juntas de mortero, se obtiene en laboratorio un λ útil, media ponderada de los coeficientes de cada material.

Es un mecanismo molecular de transferencia de calor que ocurre por la excitación de las moléculas. Se presenta en todos los estados de la materia pero predomina en los sólidos.

La tabla que se muestra a continuación se refiere a la capacidad de ciertos materiales para transmitir el calor.

Conductividades térmicas de diversos materiales en W/(K·m)					
Material	λ	Material	λ	Material	λ
Acero	47-58	Corcho	0,03-0,04	Mercurio	83,7
Agua	0,58	Estaño	64,0	Mica	0,35
Aire	0,02	Fibra de vidrio	0,03-0,07	Níquel	52,3
Alcohol	0,16	Glicerina	0,29	Oro	308,2
Alpaca	29,1	Hierro	80,2	Parafina	0,21
Aluminio	237	Ladrillo	0,80	Plata	406,1-418,7
Amianto	0,04	Ladrillo refractario	0,47-1,05	Plomo	35,0
Bronce	116-186	Latón	81-116	Vidrio	0,6-1,0
Zinc	106-140	Litio	301,2	Cobre	372,1-385,2
Madera	0,13	Tierra húmeda	0,8	Diamante	2300
Titanio	21,9				

Conducción de calor



El segundo principio de la termodinámica determina que el calor sólo puede fluir de un cuerpo más caliente a uno más frío, la ley de Fourier fija cuantitativamente la relación entre el flujo y las variaciones espacial y temporal de la temperatura.

La **conducción de calor** o **transmisión de calor por conducción** es un proceso de transmisión de calor basado en el contacto directo entre los cuerpos, sin intercambio de materia, por el que el calor fluye desde un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura que está en contacto con el primero. La propiedad física de los materiales que determina su capacidad para conducir el calor es la conductividad térmica. La propiedad inversa de la conductividad térmica es la resistividad térmica, que es la capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor. La transmisión de calor por conducción, entre dos cuerpos o entre diferentes partes de un cuerpo, es el intercambio de energía interna, que es una combinación de la energía cinética y energía potencial de sus partículas microscópicas: moléculas, átomos y electrones. La conductividad térmica de la materia depende de su estructura microscópica: en un fluido se debe principalmente a colisiones aleatorias de las moléculas; en un sólido depende del intercambio de electrones libres (principalmente en metales) o de los modos de vibración de sus partículas microscópicas (dominante en los materiales no metálicos).[1]

Para el caso simplificado de flujo de calor estacionario en una sola dirección, el calor transmitido es proporcional al área perpendicular al flujo de calor, a la conductividad del material y a la diferencia de temperatura, y es inversamente proporcional al espesor:[2]

$$\frac{Q}{\Delta t} = \frac{kA}{x}(T_1 - T_2)$$

Dónde:

$\frac{Q}{\Delta t}$

es el calor transmitido por unidad de tiempo.

k (o λ) es la conductividad térmica.

A es el área de la superficie de contacto.

$(T_1 - T_2)$ Es la diferencia de temperatura entre el foco caliente y el frío.

x es el espesor del material.

Transferencia de calor



Una barra al rojo vivo transfiere calor al ambiente principalmente por radiación térmica y en menor medida por convección, ya que la transferencia por radiación es $\propto T^4$ y la convección $\propto T$.

La **transferencia de calor** es el paso de energía térmica desde un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura. Cuando un cuerpo, por ejemplo, un objeto sólido o un fluido, está a una temperatura diferente de la de su entorno u otro cuerpo, *la transferencia de energía térmica*, también conocida como transferencia de calor o intercambio de calor, ocurre de tal manera que el cuerpo y su entorno alcancen equilibrio térmico. La transferencia de calor siempre ocurre desde un cuerpo más caliente a uno más frío, como resultado del segundo principio de la termodinámica. Cuando existe una diferencia de temperatura entre dos objetos en proximidad uno del otro, la transferencia de calor no puede ser detenida; solo puede hacerse más lenta.

Modos de transferencia

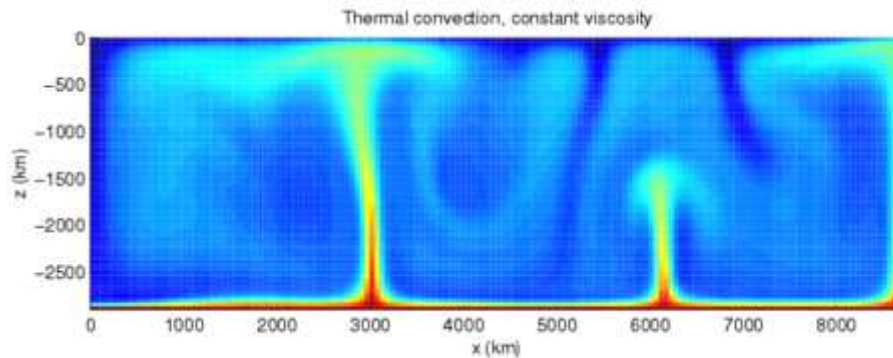


Imagen tomada de una computación de convección en el manto terrestre. Los colores rojizos representan áreas más calientes y las más azules las más frías.



Concentración de calor radiado del sol, por procedimientos ópticos.

Los modos de transferencia son diferentes procesos de transporte de calor, usualmente se agrupan en tres tipos según haya también transferencia o no transferencia de materia (o fotones) como los siguientes:

-Conducción: Es la transferencia de calor que se produce a través de un medio estacionario -que puede ser un sólido- cuando existe una diferencia de temperatura.

-Convección: Se caracteriza porque se produce por medio de un fluido (líquido o gas) que transporta el calor entre zonas con diferentes temperaturas. La convección se produce únicamente por medio de materiales fluidos. Lo que se llama convección en sí, es el transporte de calor por medio del movimiento del fluido, por ejemplo: al trasegar el fluido por medio de bombas o al calentar agua en una cacerola, la que está en contacto con la parte de abajo de la cacerola se mueve hacia arriba, mientras que el agua que está en la superficie, desciende, ocupando el lugar que dejó la cacerola caliente.

-Radiación: se puede atribuir a cambios en las configuraciones electrónicas de los átomos o moléculas constitutivas. En ausencia de un medio, existe una transferencia neta de calor por radiación entre dos superficies a diferentes temperaturas, debido a que todas las superficies con temperatura finita emiten energía en forma de ondas electromagnéticas. [1]

Aislamiento y barreras de radiación

Los aislantes térmicos son materiales específicamente diseñados para reducir el flujo de calor limitando la conducción, convección o ambos. Las barreras de radiación, son materiales que reflejan la radiación, reduciendo así el flujo de calor de fuentes de radiación térmica. Los buenos aislantes no son necesariamente buenas barreras de radiación, y viceversa. Los metales, por ejemplo, son excelentes reflectores pero muy malos aislantes.

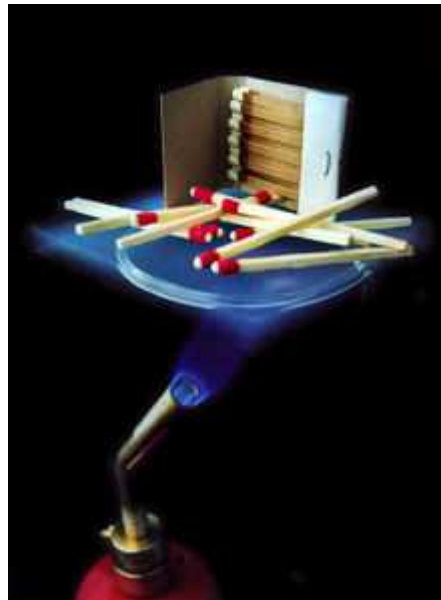
La efectividad de un aislante está indicado por su resistencia (R). La resistencia de un material es el inverso del coeficiente de conductividad térmica (k) multiplicado por el grosor (d) del aislante. Las unidades para la resistencia son en el sistema internacional de unidades: ($K \cdot m^2/W$).

$$R = \frac{d}{k}, \quad C = \frac{1}{m} \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

La fibra de vidrio rígida, un material aislante usado comúnmente, tiene un valor R de 4 por pulgada, mientras que el cemento, un mal conductor, tiene un valor de 0.08 por pulgada.[2]

La efectividad de una barrera de radiación está indicada por su reflectividad, la cual es una fracción de la radiación reflejada. Un material con una alta reflectividad (en una longitud de onda) tiene una baja absorptividad, y por consiguiente una baja emisividad. Un reflector ideal tiene un coeficiente de reflectividad igual a 1, lo que significa que refleja el 100% de la radiación entrante. Por otro lado, en el caso de un cuerpo negro, el cual tiene una excelente absorptividad y emitividad de la radiación térmica, su coeficiente de reflectividad es casi 0. Las barreras de radiación tiene una gran aplicación en ingeniería aeroespacial; la gran mayoría de los satélites usan varias capas aislantes aluminizadas que reflejan la luz solar, lo que permite reducir la transferencia de calor y controlar la temperatura del satélite.

Transmitancia térmica



Los aerogeles poseen una muy baja transmitancia térmica.

La **transmitancia térmica** (U , pero denominada también como **Valor-U** en algunos lugares) es la medida del calor que fluye por unidad de tiempo y superficie, transferido a través de un sistema constructivo, formado por una



Revestimientos técnicos Sostenibles s.L.

Datos Tecnicos

o más capas de material, de caras plano paralelas, cuando hay un gradiente térmico de 1°C (1 K) de temperatura entre los dos ambientes que éste separa.[1]

En el Sistema Internacional se mide en unidades $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ó en $\text{W}/\text{m}^2\text{C}$. Su valor incluye las resistencias térmicas superficiales de las caras del elemento constructivo, es decir, refleja la capacidad de transmitir calor de un elemento constructivo en su posición real en el edificio. Cuanto menor sea el valor-U, menor será el paso de energía entre ambas caras, y por tanto mejor las capacidades aislantes del elemento constructivo. En el caso de las ventanas, depende del nivel de aislamiento de perfil y el vidrio.

Radiación térmica

Se denomina **radiación térmica** o **radiación calorífica** a la emitida por un cuerpo debido a su temperatura. Todos los cuerpos emiten radiación electromagnética, siendo su intensidad dependiente de la temperatura y de la longitud de onda considerada. En lo que respecta a la transferencia de calor la radiación relevante es la comprendida en el rango de longitudes de onda de $0,1\mu\text{m}$ a $1000\mu\text{m}$, abarcando por tanto la región infrarroja del espectro electromagnético. La materia en un estado condensado (sólido o líquido) emite un espectro de radiación continuo. La frecuencia de onda emitida por radiación térmica es una función de densidad de probabilidad que depende solo de la temperatura.

Los cuerpos negros emiten radiación térmica con el *mismo* espectro correspondiente a su temperatura, *independientemente* de los detalles de su composición. Para el caso de un cuerpo negro, la función de densidad de probabilidad de la frecuencia de onda emitida está dada por la ley de radiación térmica de Planck, la ley de Wien da la frecuencia de radiación emitida más probable y la ley de Stefan-Boltzmann da el total de energía emitida por unidad de tiempo y superficie emisora (esta energía depende de la cuarta potencia de la temperatura absoluta). A temperatura ambiente, vemos los cuerpos por la luz que reflejan, dado que por sí mismos no emiten luz. Si no se hace incidir luz sobre ellos, si no se los ilumina, no podemos verlos. A temperaturas más altas, vemos los cuerpos debido a la luz que emiten, pues en este caso son luminosos por sí mismos. Así, es posible determinar la temperatura de un cuerpo de acuerdo a su color, pues un cuerpo que es capaz de emitir luz se encuentra a altas temperaturas. La relación entre la temperatura de un cuerpo y el espectro de frecuencias de su radiación emitida se utiliza en los pirómetros.

Ejemplos

La radiación infrarroja de un radiador doméstico común o de un calefactor eléctrico es un ejemplo de radiación térmica.

La luz emitida por una lámpara incandescente. La radiación térmica se produce cuando el calor del movimiento de partículas cargadas dentro de los átomos se convierte en radiación electromagnética.

La aplicación de la Ley de Planck al Sol con una temperatura superficial de unos 6000 K nos lleva a que el 99% de la radiación emitida está entre las longitudes de onda $0,15\mu\text{m}$ (micrómetros o micras) y 4 micras y su máximo, dado por la ley de Wien, ocurre a 0,475 micras. Como $1\text{ \AA} = 10^{-10}\text{ m} = 10^{-4}\text{ micras}$ resulta que el Sol emite en un rango de 1500 Å hasta 40000 Å y el máximo ocurre a 4750 Å. La luz visible se extiende desde 4000 Å a 7400 Å. La radiación ultravioleta u ondas cortas irían desde los 1500 Å a los 4000 Å y la radiación infrarroja o **radiación térmica** u ondas largas desde las 0,74 micras a 4 micras.

Tipos de radiaciones:

- Radiación de radio
- Radiación de microondas
- Radiación infrarroja



Revestimientos técnicos Sostenibles s.L.

Datos Técnicos

- Radiación visible
- Radiación ultravioleta
- Radiación X
- Radiación gamma (es la que emite más energía y la más peligrosa)

La aplicación de la Ley de Planck a la Tierra con una temperatura superficial de unos 288 K (15 °C) nos lleva a que el 99% de la radiación emitida está entre las longitudes de onda 3 μm (micrómetros o micras) y 80 micras y su máximo ocurre a 10 micras. La estratosfera de la Tierra con una temperatura entre 210 y 220 K radia entre 4 y 120 micras con un máximo a las 14,5 micras. Por tanto la Tierra sólo emite radiación infrarroja o térmica.