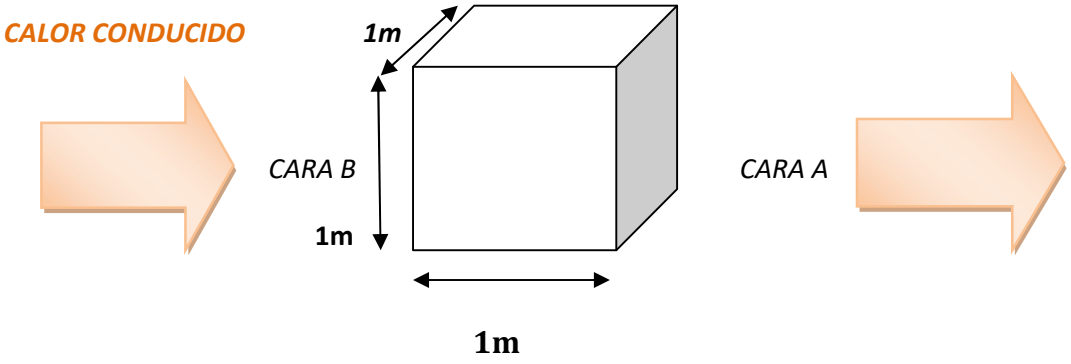
RESISTENCIA TÉRMICA DE LOS MATERIALES



COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

Considerando que todos los puntos de la cara A se encuentran a una temperatura T_A y todos los puntos de la cara B se encuentran a una temperatura T_B el flujo de calor que se generará será en una sola dirección (de B hacia A) y además constante. Aplicando la *Ley de Fourier*, la cual nos da que el **calor conducido** es:

$$q = S\,\lambda\left(\frac{t_a - t_b}{d}\right)$$

Donde ($t_a - t_b$) es la diferencia de temperatura existente entre las dos caras o planos A y B.

S – Es el área de la superficie a través de la cual se ha producido el flujo, que coincide con la de cualquiera de los dos planos.

D – Es la distancia que recorre el flujo, es decir la distancia entre A y B

λ- Es el "coeficiente de conducción" o "coeficiente de conductividad" (T) térmica.

El signo (-) que aparece en la ecuación es debido a que el flujo calorífico aumenta en el sentido de las temperaturas decrecientes, considerando que la temperatura t_B es mayor que la t_A, la diferencia de ambas que aparece en la igualdad será negativa.

La ecuación nos dice que el flujo de calor es directamente proporcional a la superficie, es decir, cuanto mayor sea la superficie a través de la cual se produce el flujo, más facilidad tiene éste para transmitirse; si la superficie es muy pequeña, el flujo verá entorpecida la acción de transferir energía.

También es directamente proporcional a la diferencia de temperaturas existente, a mayor diferencia mayor flujo.

En cambio, es inversamente proporcional a la distancia, es decir, si la distancia es pequeña el flujo ve facilitada su tarea de transmitir energía calorífica, y si, por el contrario es grande la distancia, el flujo se ve entorpecido.

Es lógico pensar que la cantidad de calor que se transmitirá a través de una pared no dependa únicamente de su superficie, de su espesor ni de la diferencia de temperaturas existentes. También depende del material de la misma y de si es o no buen conductor del calor. Esta característica nos la indica λ que es el "coeficiente de conductividad térmica" el cual es particular para cada material.

Los valores de λ elevados se corresponden con los buenos conductores y los de valor más reducido, a los que no lo son, es decir los aislantes térmicos.

COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA		
MATERIALES	En Kcal/m hºC	En W/m K
Hoja de Amianto	0,18	0,21
Hormigón	0,72-1,1	0,84-1,28
Lana de vidrio	0,035-0,043	0,041-0,05
Agua	0,47-0585	0,55-0,68
Aire	0,021	0,024
Madera	0,092-0,178	0,107-0,207
Ladrillo refractario	0,12	0,14
Ladrillo Rojo	0,6-0,7	0,7-0,8
Latón	86	100
Acero dulce	39-54	45-63
Vidrio ordinario	0,64	0,74
Lana mineral	0,04	0,046
Escoria de caldera	0,25	0,3

En la tabla se muestran los valores de λ expresado en ambas unidades de los materiales y sustancias más significativos.

Para cálculos y aplicaciones técnicas, el valor de T se supone constante con la variación de la temperatura. No obstante, puesto que porcentualmente su variación no es importante, es usual aplicar el valor medio de los dados en la tabla.

<u>Ejemplo:</u> Se desea conocer cuáles son las pérdidas de calor expresadas en Watios que se producen por una pared de 4m de longitud por 2,8m de altura que da al exterior, habiendo sido construida ésta con ladrillo rojo y de un espesor de 18cm.

La temperatura interior es de 21ºC y la exterior de 4ºC

$$q = S\,\lambda\,\left(\frac{T}{d}\right)$$

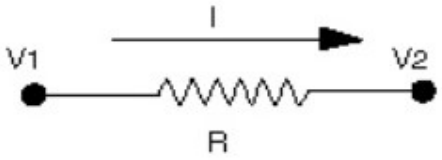
q= 793,3W (Respuesta)

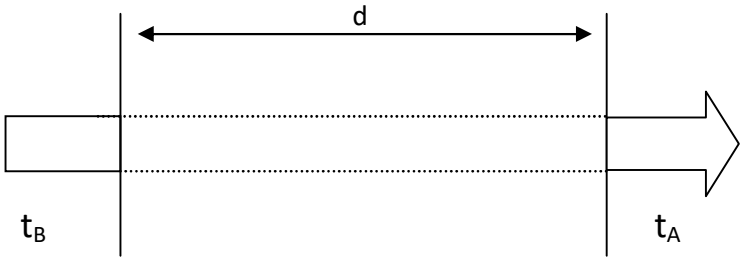
RESISTENCIA TÉRMICA

Hasta el momento hemos estudiado y calculado la transmisión del calor a través de una pared constituida toda ella por un solo material, pero tendremos que tener en cuenta que muchas de las soluciones que adoptaremos para aislar un determinado recinto pasan por la opción de un material para la construcción de las paredes y cada material tendrá un λ diferente, lo cual hará más complejo su estudio, a pesar de ello podemos resolver el problema con el denominado "*método analógico de cálculo*".

Se basa en el hecho de que fenómenos físicos que se rigen por ecuaciones iguales, tienen las mismas soluciones.

Para resolver el problema expuesto (paredes constituidas por más de un material), se procede a realizar una comparación entre la transmisión de la energía eléctrica a través de un conductor y la conducción de la energía calorífica que se produce en una pared, lo cual constituye una metodología de trabajo muy extendida, además de muy útil y simple de aplicar.





En la figura representamos una resistencia eléctrica (dibujo superior) y un material de espesor *d* que nos servirán para ver la analogía entre la resistencia eléctrica y la resistencia térmica de los materiales.

Por la Ley de Ohm sabemos que:

$$I = \frac{V_1 - V_2}{R} \qquad \text{y que: } R = \frac{1}{C} \times \frac{L}{S}$$

Siendo:

- C = la conductividad específica del conductor
- L = la longitud del conductor
- S = la sección del conductor

Por otro lado recordamos la Conductividad térmica:

$$q = S\,\lambda\left(\frac{t_{a-t_b}}{d}\right)$$

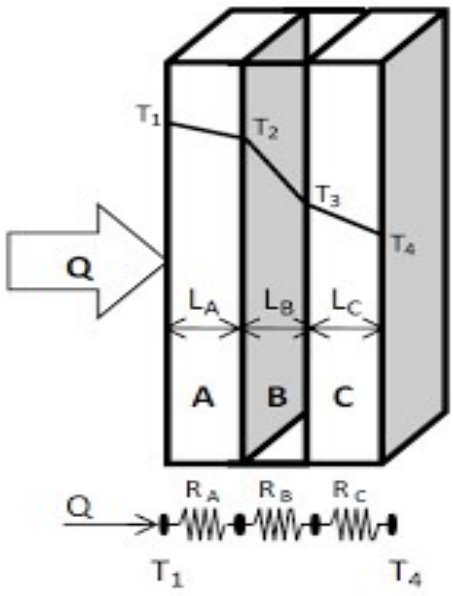
A los factores $\frac{1}{\lambda} \times \frac{d}{S}$ se les denomina *Resistencia Térmica* $R = \frac{1}{\lambda} \times \frac{d}{S}$

La resistencia térmica (R) indica la oposición que ofrece al atravesada por un flujo de calor en determinada pared, de determinado material, de un espesor *d* y con una superficie S, de forma similar a la de la resistencia eléctrica.

La resistencia térmica se expresa habitualmente en *ºK/W* pues λ expresa los W/m ºK; d se expresa en m y S se expresa en m^2. Para comprobarlo sólo tenemos que aplicar la ecuación dimensional de la fórmula de la resistencia térmica.

La inversa de la resistencia térmica se denomina Conductividad térmica, y se define como la cantidad de calor transmitida a través de un material de espesor *d* cuando se encuentra sometido a una diferencia de temperatura.

Finalmente, veamos en una pared compuesta por distintos materiales que la analogía con las resistencias eléctrica puestas en serie:



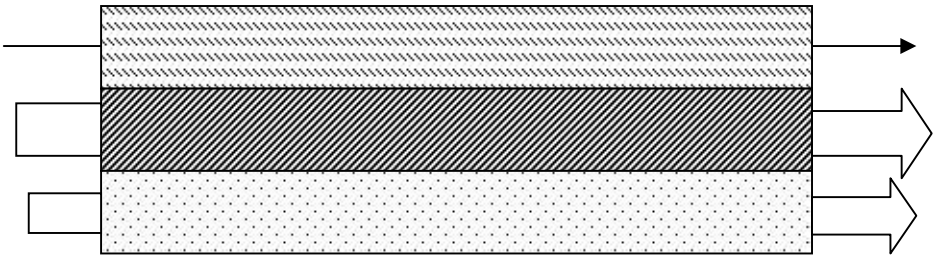
La resistencia eléctrica, equivalente a las tres que se muestran en la figura, sería:

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

De forma idéntica, la resistencia térmica equivalente que existe en una pared compuesta por tres capas de material será igual a la suma de las resistencia térmicas de cada una de ellas.

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

En el caso de que la distribución de los distintos materiales sea como la indicada en la figura siguiente, ésta es comparable a un circuito de resistencias en paralelo, y en consecuencia, la resistencia equivalente será:



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

En consecuencia, la forma de operar en el caso de trabajar con paredes construidas con distintos materiales, para problemas de transmisión de calor se resume generalmente en los tres puntos siguientes:

a. *Calcular la resistencia térmica de cada uno de los materiales que la componen en función de su λ grosor y superficie*
b. *Obtener la resistencia térmica equivalente*
c. *Operar con la fórmula* $q = \frac{t_B - t_A}{R}$

Estudio económico de los aislantes

La crisis del petróleo, el derroche de la energía, la limitación de las reservas energéticas, problemas ecológicos y las necesidades técnicas y de confort propias del nivel de vida actual, han hecho que en los sistemas de calefacción, refrigeración y aire acondicionado se tomen medidas rigurosas en dos aspectos fundamentales:

1. Un estudio profundo de las situaciones y soluciones técnicas adoptadas en las máquinas propias de estas instalaciones, con el fin evidente de aumentar su rendimiento energético.
2. Aumentar o incluir aislamientos térmicos adecuados que sirvan de "barrera" a las inevitables fugas energéticas, intentando conseguir de esta manera que, obteniendo las mismas condiciones de temperatura y humedad, las horas de funcionamiento de la instalación se reduzcan, y en consecuencia, también el consumo.

El objetivo de todo esto es conseguir un ahorro energético y consecuentemente económico mediante determinados aislantes y soluciones constructivas.

Además, debe tenerse en cuenta que en este segundo aspecto es el único en el que puede intervenir el instalador, ya sea antes o después de haberse adoptado un determinado tipo de instalación, pues el primero se encuentra en manos de los fabricantes de las máquinas a instalar, siendo eso sí, responsabilidad del técnico instalador la adopción del sistema y la elección de la máquina que mejor se adapten a las condiciones que se desean conseguir.

Soluciones constructivas más habituales

En las construcciones y viviendas que podemos hallar no es normal encontrar que, por ejemplo, una pared esté formada únicamente por hormigón, por madera, por ladrillo o por yeso.

Resulta una solución constructiva mucho más normal la de encontrar que una pared está formada por una capa de ladrillo macizo, junto a un ladrillo hueco y enlucido éste por una capa de yeso (como en la figura).

