

## SISTEMAS PASIVOS: INERCIA TÉRMICA

### DESCRIPCIÓN

La inercia térmica es la dificultad que ofrece un cuerpo a cambiar su temperatura. Ésta tiene una vinculación directa con la acumulación de energía: los cerramientos y locales como mucha inercia acumulan más energía.

Así el modo bioclimático de acumulación de energía óptimo es la utilización de la propia inercia térmica del edificio. Los locales con gran masa térmica son estables térmicamente, como por ejemplo, las cuevas ó los sótanos, donde la masa de la tierra que los rodea les da una gran inercia térmica.

Los materiales constructivos con mayor masa, ya sea debida a su volumen o a su densidad, son los que confieren a los edificios del que forman parte, mayor inercia térmica. Los valores altos de la inercia térmica permiten conseguir, en los climas en lo que sea necesario, uno de los objetivos más deseables en un edificio: la estabilidad térmica; la temperatura fluctúa levemente y no se consume excesivamente [energía convencional](#) para su mantenimiento.

### CARACTERÍSTICAS

La inercia térmica es un concepto clave en climas con oscilaciones térmicas diarias importantes, ya que la capacidad de acumulación térmica de las soluciones que conforman un elemento arquitectónico es básica para conseguir el adecuado nivel de confort y ahorro energético en instalaciones de climatización.

La capacidad de almacenar energía de un material depende de su masa, su densidad y su calor específico. Edificios de gran inercia térmica tienen variaciones térmicas más estables, el calor acumulado durante el día se libera en el período nocturno, a mayor inercia térmica mayor estabilidad térmica.

Los materiales ideales para constituir una buena masa térmica, y por tanto inercia térmica, son aquellos que tienen: alto calor específico, alta densidad y baja conductividad térmica (aunque no sea excesivamente baja). Los materiales con mejor inercia térmica son:

- Ladrillos de adobe o bloques de termoarcilla.
- Tierra, barro y césped. En cierto tipo de arquitectura que proyecta casas arropadas o semicubiertas por el terreno, la masa térmica no viene de las paredes sino del terreno con el que está en contacto. Esta característica sirve para proporcionar leves variaciones de temperaturas durante el año.
- Rocas y piedras naturales
- Hormigón y otras técnicas de albañilería. La conductividad térmica del hormigón depende de su composición y técnica de fraguado. Hormigones con piedra tienen una conductividad térmica mayor que otros realizados con cenizas, perlite, fibras u otros aislantes agregados.

- Agua (a menudo grandes tanques llenos de agua dispuestos en la zona soleada).

En los materiales de construcción el calor específico es muy poco variable, en la tabla 1 se indican valores aproximados para los [aislantes](#) y en la tabla 2 para los materiales de mayor empleo en la construcción.

Material	Clave	Densidad ( $\rho$ )	Coef. Conductividad ( $\lambda$ )	Calor específico ( $c$ )	$\rho \cdot c / \lambda$
		Kg/m <sup>3</sup>	W/m.K	J/Kg.K	kW/m <sup>2</sup>
Poliestireno expandido	a	15	0.032	1450	679.7
Poliestireno extrusionado	b	30	0.031	1450	1403.2
Poliuretano	c	33	0.026	1400	1776.9
Poliuretano	d	40	0.023	1400	2434.8
Lana mineral	e	50	0.042	1000	595.2
Lana de vidrio	f	25	0.042	1030	613.1
Vidrio celular	g	160	0.041	1000	3990.0
Corcho	h	150	0.042	1500	5357.1
Cámara aire	i	1.3	0.9	1003	1.5

Tabla 1. Parámetros característicos de aislantes térmicos (Domínguez y Santamaría, 2001)

Material	Clave	Densidad ( $\rho$ )	Coef. Conductividad ( $\lambda$ )	Calor específico ( $c$ )	$\rho \cdot c / \lambda$
		Kg/m <sup>3</sup>	W/m.K	J/Kg.K	kW/m <sup>2</sup>
Hormigón	A	2200	1.65	1000	1333.3
Enfoscado cemento	B	1600	0.9	836	1486.2
Enfoscado yeso	C	1500	0.56	1000	2678.6
Ladrillo macizo	D	1800	0.87	836	1729.7
Ladrillo hueco	E	1200	0.49	836	2047.3
Madera	F	700	0.17	1600	6588.2
Madera	G	800	0.14	1600	9142.9
Vidrio	H	2500	0.95	750	1973.7
Aluminio	I	2700	204	880	11.6
Acero	J	7500	50	450	67.5
Piedra	K	2600	2.3	1000	1130.4
Eloque de hormigón	L	1400	0.56	1000	2500

Tabla 2. Parámetros característicos de materiales de construcción Domínguez y Santamaría, 2001)

Un cerramiento convencional, con el aislamiento por el interior aporta entre el 10-20% de su masa térmica a la inercia del local. Sin embargo, un cerramiento con el aislamiento por el exterior aportará el 90%, y uno que no necesite emplear aislante térmico entre el 40-60% de su capacidad máxima (Neila, 2004).

No se debe confundir masa térmica e inercia térmica con aislamiento. Los materiales utilizados para producir aislamiento, suelen tener una menor conductividad térmica que los utilizados para crear masas térmicas.

## VENTAJAS E INCONVENIENTES

En el diseño de un edificio se examinarán las ventajas y los inconvenientes que puede presentar la inercia térmica en cada caso concreto, y se aplicará de acuerdo a los resultados de este análisis.

Algunas de las ventajas de uso de la inercia térmica de los edificios son:

- La inercia térmica, asociada a elementos de protección de la radiación solar en huecos acristalados, permiten amortiguar el aumento de temperatura producido por la radiación solar en verano.
- La inercia térmica permite evitar las irregularidades del funcionamiento de los sistemas activos de calefacción.
- La inercia térmica permite el confort térmico interior cuando hay periodos con cambios bruscos de las temperaturas exteriores o de soleamiento, a los cuales los sistemas de calefacción no pueden responder si la instalación no lleva ninguna regulación.

En cambio, la inercia térmica no se aconseja cuando, por razones económicas, se usa la calefacción de forma intermitente en invierno, como por ejemplo, en fábricas, oficinas, escuelas, etc, donde se apaga ésta por la noche.

## DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y/O APLICACIÓN

### Muros de inercia o acumulación

Utilizan materiales de gran densidad, espesor de 25-40 cm, cara exterior de color oscuro, orientación sur ( $\pm 15^\circ$ ). Captan la radiación directa, acumulando el calor para liberarlo por radiación entre 8 a 12 horas. Se recomienda utilizar los muros de acumulación de calor en climas fríos donde hace falta calor durante el día y la noche. Algunas variantes de estos tipos de muros son los [muros Trombe](#), muros de agua y cubiertas de agua.

Los materiales que tienen una elevada capacidad térmica, es decir, un espesor considerable y un gran calor específico volumétrico, así como una conductividad moderada, entre 0.5 y 2.0 W/mK, generan lo que se conoce como efecto de masa térmica. Entre ellos podemos incluir el adobe (y la tierra en general), el ladrillo, la piedra, el concreto y el agua (uno de los más eficientes).

Estos materiales pesados tienen la cualidad de absorber la energía calórica y distribuirla gradualmente en su estructura interna. Dado que requieren una gran cantidad de energía para aumentar su temperatura, los procesos de transmisión de calor por conducción a través de ellos precisan un efecto de “almacenamiento”.

El muro destinado a masa térmica debe tener un grosor apropiado, de modo que el interior del edificio siga siendo fresco durante el día y el calor se transfiera al interior durante la noche. Si el muro es demasiado fino, penetrará el calor en el interior de la vivienda durante el día, justo cuando no se necesita, y no quedará suficiente calor almacenado en la masa para soltarlo durante la tarde o noche, que es cuando más frío hace. Si la pared es demasiado gruesa, puede costarle bastante acumular el calor y empezar a liberarlo en un momento del día en que no se necesita ese calor.

## EJEMPLOS DE APLICACIÓN

Un ejemplo es el Albergue Juvenil en Windberf, Alemania (arquitecto Tomas Herzog). La clásica fachada que protege del clima exterior a través del aislante térmico: resguarda de las pérdidas de calor en invierno y de las ganancias de calor solar en verano. Pero además existe un material aislante térmico transparente (TWD) que deja pasar el sol en invierno, que se ha utilizado en el albergue juvenil de Windberg, Alemania. Un conjunto de muros masivos con orientación sur fue recubierto con celdas de policarbonato en forma de panal de abejas y luego, con vidrio para protegerlo de la lluvia, logrando de paso el efecto invernadero que calentará el muro, en forma similar a un muro Trombe. La diferencia con este último es que las pérdidas de calor al exterior son mínimas dado que el aire quieto en las celdas anulan el enfriamiento por convección.

Otra forma de aislante térmico transparente es una especie de aerogel que se coloca entre dos vidrios para aportar calor solar, luz difusa en los espacios interiores y disminuir considerablemente las pérdidas al exterior en relación a un termopanel normal, pero no permite mirar al exterior.

En cualquiera de los casos se requiere trabajar con la inercia térmica del muro perimetral y/o de los muros y pisos para evitar sobrecalentamientos. Además son necesarios sistemas de control de la radiación solar en verano.

Ver más información en: <http://www.revistaca.cl/2005/10/el-potencial-de-las-nuevas-tecnologias-en-arquitectura-urbana-sustentable/>

## REFERENCIAS TÉCNICAS

Burón, M. y Alarcón, A. *Edificios con estructura, fachadas, y medianería de hormigón, como aislamiento acústico y elementos de eficiencia energética*. SB10 mad Sustainable Building Conference. GBCe.

Domínguez M. y Santamaría S. (2001) *Importancia de la inercia térmica de los cerramientos*. Instituto del Frío. CSIC. CIDEMCO.

Domínguez, M.; González F.; Arías J.M<sup>a</sup> (2003). Transmisión de calor en régimen periódico en cerramientos "Resistencia térmica aparente" XXIX Reunión Bienal de la Real Sociedad de Física. Julio. Vol II.869, 870.

Domínguez M.; González F.; Arías J.M<sup>a</sup>. Resistencia térmica aparente en cerramientos. (Pendiente De publicación en el Instalador)

*Eficiencia energética utilizando Hormigón*. PTEH, ANEFHOP, ANDECE, ANFAH, IECA, OFICEMEN.

Granados, H. (2006) *Principios y estrategias del diseño bioclimático en la arquitectura y el urbanismo. Eficiencia energética*. Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España. 157 pp.

Neila, F.J. y C. Bedoya (2001) *Técnicas arquitectónicas y constructivas de acondicionamiento ambiental*. Editorial Munilla-Lería, Madrid. 429 pp.

Neila, F.J. (2004) *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible*. Editorial Munilla-Lería, Madrid. 443 pp.