

# BIL

Revista

Desarrollo Tecnológico en la Construcción

[www.revistabit.cl](http://www.revistabit.cl)



Especial Propuesta de Reglamentación Térmica

Novedoso Sistema Constructivo Industrializado en Hormigón

Proyecto Puente Canal de Chacao

Una Publicación

# CDT

Corporación de Desarrollo Tecnológico

CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION

# Sistemas de Fachada con Aislación Térmica Transparente

Los materiales empleados en una aislación térmica tradicional, si bien permiten reducir las pérdidas de calor a través de un muro, por su naturaleza y requerimientos constructivos, impiden el aprovechamiento de la radiación solar que llega al muro. En cambio, los sistemas de fachadas con aislación térmica transparente traspasan gran parte de la radiación solar a través de la envolvente exterior de un edificio, para ser utilizada en calefacción y en iluminación natural.

## El aislante térmico transparente

-o TWD ("Transparente Wärmedämmung") como se conoce en Alemania-, tiene la capacidad de aislar térmicamente bajo el mismo principio de los aislantes térmicos tradicionales, es decir, contiene un gran porcentaje de volumen de aire repartido en pequeñas capas. Esto significa que, comparado con un aislante térmico tradicional, presenta también bajos coeficientes de transmitancia térmica (valor "U") pero, al ser translúcido, posee a la vez un alto grado de transparencia a la luz solar, permitiendo que las ganancias de calor del muro sean mayores a las pérdidas del mismo.

## De Distintos Materiales

**-TWD de plástico:** Los materiales plásticos más usados son el policarbonato y el acrílico, los cuales forman cámaras de aire mediante estructuras de celdas tipo panal de abejas, perpendiculares al muro, que actúa como superficie de absorción.

Las celdas de policarbonato constituyen una placa de entre 50 y 150 mm de espesor, según fabricación, presentando un valor "U" de 0,7  $W/m^2K$  y una transmisividad de la radiación solar (valor "g") de 0,65. Las placas con celdas de acrílico poseen un valor "U" de entre 2,3 y 1,4  $W/m^2K$  y un valor "g" de entre 0,6 y 0,7. La temperatura de trabajo máxima admisible bordea los 90 °C, en cambio, para el policarbonato, esta temperatura se acerca a los 140 °C con una resistencia mecánica mucho mayor.

**-TWD de vidrio:** De manera similar a las celdas de materiales plásticos, el vidrio se emplea en forma de tubitos de vidrio con un diámetro exterior de 7 a 10 mm. Una placa formada por dos

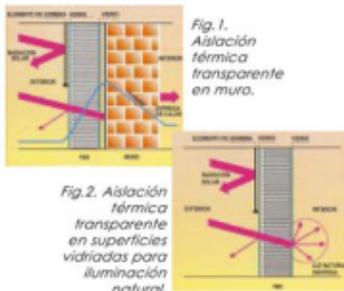
hojas de vidrio con tubitos de vidrio al interior de 7 mm de diámetro y 80 mm de largo, posee un valor "U" de 1,1  $W/m^2K$  y un valor "g" de 0,82. La



Fig. 3. Algunos tipos de aislación térmica transparente: (de izquierda a derecha), placa de policarbonato simple con celdas verticales, placa de policarbonato doble, placa con celdas de acrílico, placa de aerogel.

temperatura de trabajo máxima admisible de los tubitos de vidrio puede alcanzar sin problemas los 265 °C, razón por la cual este tipo de TWD se ha empleado en la cubierta de colectores solares para agua caliente de alta eficiencia.

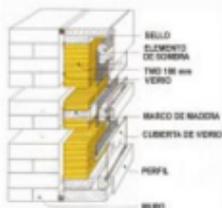
**-TWD de aerogel:** Aunque este material también está hecho de vidrio,



se ha clasificado aparte por tratarse de pequeñas burbujas de vidrio en base a estructuras microporosas con un 10% de material y 90% de aire. Debido a que el movimiento de las moléculas de aire es casi nulo, este material presenta un valor "U" muy reducido. Por ejemplo, una capa de aerogel de 20 mm de espesor, posee un valor "U" de 0,9 W/m<sup>2</sup>K y un valor "g" de 0,5. A diferencia de los otros materiales de TWD, donde la visibilidad a través de ellos es casi nula o muy difusa, el aerogel posee un alto grado de transparencia. La desventaja del aerogel es que al entrar en contacto con el agua, se torna de color blanco y se destruye por capilaridad la estructura autosoportante del material.

## Construcción

La mayoría de los materiales empleados en aislación térmica transparente no son autosoportantes y tienen muy poca resistencia mecánica. En consecuencia, todo material para TWD requiere de una estructura de marcos para la sustentación y de un vidrio que los proteja del viento, lluvia, radiación ultravioleta (para el caso de



materiales plásticos), polvo, así como también contra pequeños impactos (ver fig. 4).

*Figura 4. Ejemplo de un sistema de fachada con aislación térmica transparente en muro con elemento de sombra integrado.*

Los marcos más usados son de madera, plástico o aluminio. Los marcos en base a perfiles de aluminio presentan puentes térmicos, que transmiten el calor al exterior, presentando inclusive riesgos de condensación al interior del sistema. Por ello, es requisito emplear en la estructura de marco un material con baja conductividad, o bien, un sistema de perfiles separados por materiales no conductores.

## Control de la Radiación Solar

Debido a las grandes variaciones que presenta la radiación solar disponible durante el año, es necesario contar con un sistema integrado de control de la misma. Para ello, se emplean elementos de sombra tales como celosías y rollos despleables, alojados en el espacio de aire entre la cubierta de vidrio y el TWD. Durante la noche en invierno, una protección desplegada que posea una alta reflexión a la radiación infrarroja en su cara interior, puede contribuir, además, a aumentar la aislación térmica de un muro (ver fig. 4).

El uso de elementos mecánicos móviles, como las celosías y rollos despleables, requieren necesariamente de un sistema automático que garantice un óptimo control de la radiación solar. Por este motivo, se recomienda un sistema de control central automático, que procesa la información proveniente de sensores de temperatura del aire exterior, del muro y del recinto que se desea calefaccionar.

Una alternativa diferente a los sistemas de control de la radiación solar mecánicos, la constituye el uso de vidrios foto y termocromáticos, los cuales se oscurecen automáticamente cuando la radiación solar aumenta.

## Tipos de Usos

Atendiendo a las características propias del TWD que han sido descritas, es posible distinguir dos tipos de usos:

- En el caso de muros perimetrales, se usa la radiación solar exclusivamente para la calefacción del recinto inmediato al muro.
- En ventanas, permiten utilizar la iluminación natural al mismo tiempo que se mejora la aislación térmica del vidrio.

### Muros (ver fig. 1):

La radiación solar, directa y difusa, penetra por el TWD, llegando en gran cantidad a la superficie de absorción del muro, donde se transforma en calor. La buena aislación térmica del muro, gracias al TWD, impide que el calor se pierda al exterior por convección.

De forma similar al muro Trombe, se requiere un muro con alta inercia térmica, cuya superficie exterior sirva como absorbedor. Para ello, se utilizan normalmente pinturas negras no selectivas, que alcanzan un grado de absorción del 90%. También es factible aplicar al muro de absorción pinturas de color selectivas, pero poseen un grado de absorción de la radiación solar mucho menor que las superficies negras.

Debido a que el muro tiene una conductividad mucho mayor que el TWD, se produce un flujo de calor al recinto, siendo entregado a este último con un desfase de tiempo que depende del espesor del muro y de sus propiedades físicas. De esta manera, se transforma el muro en un sistema de calefacción de bajas temperaturas, que permite inclusive reducir la temperatura de confort del mismo recinto por la



sensación térmica que produce la radiación de calor de los muros.

En cuanto al balance térmico, la experiencia alemana ha demostrado que las ganancias térmicas de un muro con TWD orientado al norte, según el sistema, varían entre 100 a 200 kWh/m<sup>2</sup> durante el período de calefacción. Incluso, la radiación difusa que llega a los muros con orientación norte (sur en el hemisferio sur), es capaz de generar ganancias de calor al interior de los recintos.

**Ventanas** (ver fig.2):

Los recintos que cuentan con aislación térmica transparente en las ventanas, aprovechan mejor la iluminación natural que aquellos recintos con ventanas tradicionales. Esto se debe a que el TWD en la ventana difunde la radiación solar directa, eliminando con ello la posibilidad de encandilamiento.

Por sus características propias, el TWD en las ventanas permite aumentar las superficies vidriadas de un recinto, sin que por ello aumente la demanda de calefacción. Por otra parte, contribuye a aumentar la sensación de confort frente a ventanas que cuentan con poco soleamiento o durante la noche, ya que se eliminan las bajas temperaturas en las caras del vidrio que dan al interior del recinto. Sin embargo y debido a que la visibilidad en las ventanas con TWD es muy baja o casi nula, es necesario contar con aberturas adicionales necesarias para garantizar el contacto visual con el exterior.

**Conclusiones**

Los sistemas de fachada con aislación térmica transparente se han

desarrollado fuertemente en Alemania, pasando por una etapa de prueba, en la década de los ochenta, hasta llegar a experiencias concretas de aplicación en diversos edificios durante los noventa, muchos de los cuales contaron con el apoyo económico de fondos estatales para el fomento de tecnologías que contribuyan a ahorrar energía en los edificios. Estas experiencias y los aspectos que se han señalado resumidamente en el presente artículo permiten concluir lo siguiente:



*Restauración de un edificio de departamentos de los años 50 en Freiburg, Alemania. 120 m<sup>2</sup> de TWD fueron aplicados en muros con el sistema de marcos y elementos de sombra integrados. Las placas de TWD utilizadas tienen un espesor de 10 cm y están hechas de celdas de policarbonato.*

- Los sistemas de TWD amplían las posibilidades de utilizar la energía solar en forma pasiva en la arquitectura, contribuyendo con ello no sólo al ahorro de energía, sino también al confort térmico y lumínico de los espacios interiores.
- La fachada de edificio cobra importancia como superficie vertical de captación de la energía solar, función que se asocia normalmente a tecnologías solares dispuestas sólo en la techumbre de los edificios.
- Los sistemas de TWD se constituyen como un nuevo elemento del diseño en

el lenguaje arquitectónico de las fachadas, siendo además, factibles de integrar en cualquier orientación del edificio (de todas maneras el rendimiento varía según la orientación).

Finalmente, cabe destacar que los sistemas solares pasivos como las fachadas con aislación térmica transparente potencian la relación de la arquitectura con su entorno. Por lo tanto, la correcta aplicación de tales sistemas dependerá en gran medida del conocimiento acabado de las exigencias del material y de las condiciones climáticas del lugar donde la arquitectura se inserte.

**Referencias**

Bine Informationsdienst, Bonn: "Bine Projekt Info-Service N° 3/mai 1996", "Bine Projekt Info-Service N° 3/mai 1996", "Bine Projekt Info-Service N° 10/ november 1997".

- Tomas Herzog u. a., "Solar Energy in Architecture and Urban Planning", Berlin, Alemania 1996.

- Dipl.-Ing. Dieter Stauder, "Zukunftsträchtige Technologie für Fassaden", DBZ 11/95.

- J. Geisler, "TWD aus Glasröhrchen", Sonnenergie 4/95.

- International Energy Agency, Informe: "Advanced Glazing and Associated Materials for Solar and Building Applications" Task 18, sin fecha.

- Catálogo sobre TWD de la firma alemana Okalux Kapillarglas GMBH, sin fecha.