

CONSERVACION DE ENERGIA EN LA VIVIENDA DE
BAJO COSTO. COMPARACION DE METODOS DE
ANALISIS DE TRANSMITANCIA TERMICA EN VENTANAS

A. Pattini*, C. de Rosa**, A. Esteves***. A. Ravelto****

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda - (LAHV)
Centro Regional de Investigaciones Cientificas y Tecnológicas
(CRICYT) Casilla de Correo 131 5500 Mendoza.
Tel 061-242797 - Tx 55438 CYTME AR - FAX 061-380370

RESUMEN

El conocimiento más profundo de los aspectos de conservación de energía para viviendas, es indispensable para emprender esfuerzos tendientes a la transferencia masiva de tecnologías solares en países en desarrollo.

En nuestro país, uno de los componentes constructivos de comportamiento energético más deficiente es la carpintería exterior, especialmente la utilizada en viviendas de bajo costo a través de entes estatales.

El presente trabajo expone una comparación de dos métodos analíticos que a partir de distintos datos permiten calcular las pérdidas de calor por CONDUCCION a través de ventanas de distinta configuración.

INTRODUCCION

La difusión e implementación masiva de la tecnología solar para calefacción de espacios, en edificios residenciales, presupone un conocimiento preciso del comportamiento térmico de los componentes constructivos y sus potenciales ahorros de energía.

En nuestro país uno de los elementos de la vivienda más deficiente es la carpintería exterior, especialmente la utilizada en la vivienda de interés social.

Las pérdidas de calor que se producen a través de una ventana se efectiviza según dos modos de intercambio de transferencia:

- 1- Conducción a través del vidrio y los perfiles.
- 2- Infiltraciones de aire a través de las juntas de las ventanas.

El diseño de ventanas para la reducción de la transferencia de calor trae consigo el aumento de la complejidad de análisis y mediciones por lo que se hace necesario el acceso a una información precisa acerca de los valores de conductancia de los distintos diseños. Los resultados experimentales son escasos y sumamente costosos para todos los diseños opcionales posibles.

* Becaria de Perfeccionamiento CONICET

** Investigador Independiente CONICET

*** Investigador Contratado CONICET

**** Investigadora contratada CONICET

El presente trabajo expone la comparación de dos métodos analíticos, que a partir de distintos datos permiten calcular las pérdidas de calor por conducción a través de ventanas de distinta configuración.

MÉTODOS UTILIZADOS

1-Mediciones

Se toma como punto de partida para el posterior análisis comparativo de los métodos de simulación numérica, los resultados de los ensayos térmicos de ventanas realizados en el Laboratorio Nacional de Engenharia Civil, Ministerio das Obras Públicas, Transportes e Comunicações de Lisboa, Portugal (3).

Los ensayos fueron efectuados sobre cuatro ejemplos usuales de ventanas de 1.195m x 1.195m de dos hojas verticales constituyendo ventanas de abrir de tipo corriente. (1-ventana de madera con 1 vidrio, 2-ventana de madera igual a la anterior pero con dos vidrios). (En los casos de ventanas con dos vidrios la separación entre los mismos es de 12 mm).

Todos los ensayos fueron realizados en "cámara caliente calibrada" estando el lado frío a temperatura ambiente ($T_f=1a\ 20^{\circ}C$) y el lado caliente a $T_c=40^{\circ}C$.

Referencia	Coef. de transmisión térmica K ($W/m^2\ ^{\circ}C$)
Ventana 1	3,7 ($W/m^2\ ^{\circ}C$)
Ventana 2	2,7 ($W/m^2\ ^{\circ}C$)
Ventana 3	4,5 ($W/m^2\ ^{\circ}C$)
Ventana 4	3,5 ($W/m^2\ ^{\circ}C$)

2- MÉTODOS DE ANALISIS DE SIMULACION NUMÉRICA PARA CALCULAR LA TRANSMISION DE CALOR EN VENTANAS.

a) Norma Th-K77

El CSTB (Centre Scientifique et Technique du Batiment) de Francia propone un método de cálculo del coeficiente de transmitancia a través de la norma Th-K77, destinada solo a fabricantes, para facilitar el estudio de nuevos diseños de ventanas (1).

El cálculo se efectúa distinguiendo el vidrio de la carpintería. Las superficies A_i (área de iluminación) y A_p (área de perfiles) componen la superficie A del vano. La superficie A_i no comprende la sección de vidrio inserta en la ranura del perfil, lo mismo que la parte de carpintería colocada en la mampostería.

El coeficiente K que se calcula es referido a la superficie $A=A_i+A_p$, teniendo en cuenta esto se procede por etapas:

a) En una primera etapa se calcula el coeficiente de transmitancia del vidrio o del conjunto de vidrios utilizados K_v .

Para los vidrios simples (1 vidrio) el cálculo es el corrientemente efectuado:

$$K_v = K_i + k_i \frac{P}{A_i} \quad (W / m^2 \cdot ^\circ C)$$

Para las carpinterías con más de un vidrio:

$$\frac{1}{K_v} = \frac{1}{h_i} + \sum \left[\frac{e}{\tau} \right]_v + \sum R + \frac{1}{h_e} \quad (m^2 \cdot ^\circ C / W)$$

donde,

- K_i es el coeficiente de transmisión superficial del vidrio.
- k_i es el coeficiente de transmisión lineal de la junta perisférica del vidrio (que está en función del sistema de ensamblaje de los vidrios y de la resistencia térmica de la cámara de aire.
- P es el contorno del vidrio, en el borde de la ranura.
- A_i es la superficie del vidrio fuera de la ranura.

b) En una segunda etapa se calcula el coeficiente de la carpintería K_p , que está compuesto por los elementos que enmarcan el vidrio, esta K está referido a ventanas metálicas o de madera, y según su espesor. (valores de tabla). En el caso de ventanas metálicas con ruptura de puente térmico el cálculo se efectúa elemento por elemento de la hoja y el marco.

c) En una tercera etapa se obtiene el coeficiente K de la ventana. De manera general, el coeficiente K de una ventana sin protección está dado por la expresión:

$$K = K_v \cdot \sigma + K_p (1 - \sigma) \quad (W / m^2 \cdot ^\circ C)$$

- K_v y K_p son respectivamente la transmitancia del vidrio y de los perfiles.
- σ es la relación entre la superficie de iluminación A_i y la sup. A

Referencia	Coeficiente K Calculado según el CSTB	
Ventana 1	4.07	W/ m ² .°C
Ventana 2	3.02	W/ m ² .°C
Ventana 3	5.30	W/ m ² .°C
Ventana 4	4.28	W/ m ² .°C

3 - Windows 3.1

Los avances en los diseños de ventanas necesitan una información previa de sus comportamientos térmicos, los resultados experimentales no son siempre trasladables a los diseños. La mayoría de los fabricantes de ventanas de los países desarrollados han elaborado modelos computacionales de transferencia de calor, sin embargo estos no son de dominio público, y las suposiciones de trabajo y las capacidades del programa frecuentemente varían de un modelo al siguiente.

El programa WINDOW, elaborado por el Lawrence Berkeley Laboratory de California, USA, tiene en cuenta éstos problemas. El acceso público a él y la documentación de sus algoritmos hacen el programa una referencia standard para diseñadores, fabricantes, empresas, etc. (2).

Con la finalidad de evaluar la transferencia de calor de una ventana determinada, debe especificarse su configuración y sus dimensiones físicas. Esto incluye las propiedades del vidrio (propiedades ópticas visibles, solar total e infrarroja y conductancia), las propiedades termofísicas del espacio de gas (aire o gas de baja conductividad, las características del espaciador y del marco, las condiciones ambientales).

El WINDOW acepta entradas para cada uno de estos componentes, pero para simplificar el proceso de entrada el usuario tiene acceso a bibliotecas de valores para las propiedades del vidrio, gas, espaciador, marco y sustitutos para las condiciones ambientales.

La transferencia de calor a través del área central del vidrio es básicamente un proceso unidimensional. Este proceso es analizado descomponiendo la ventana en un conjunto de nodos y calculando la transferencia de calor entre cada nodo. Bajo condiciones de estado estacionario, las temperaturas de los nodos son tales que el flujo neto de energía que ingresa al nodo es igual al que sale. Para llevar a cabo el balance energético, el WINDOW modela el sistema de vidrio definido por el usuario como un circuito resistivo unidimensional y de estado estacionario. Se usa entonces un método de diferencias finitas para aproximarse a la distribución de la temperatura correcta. A partir de esta distribución de temperaturas puede calcularse cualquier índice de comportamiento deseado. Los efectos del marco y del borde del vidrio son modelizados en forma separada y luego integrados al cálculo final.

REFERENCIA	Coeficiente K Calculado según el WINDOW	
Ventana 1	4.07	W/m ² .°C
Ventana 2	3.02	W/m ² .°C
Ventana 3	5.30	W/m ² .°C
Ventana 4	4.28	W/m ² .°C

CONCLUSIONES

Comparación de los valores obtenidos de cálculo con los ensayados experimentalmente:

REFERENCIA	Coeficiente K (W/m ² .°C)		
	Medición	Window 3.1	CSTB
Ventana 1	3.7	4.07	4.31
Ventana 2	2.7	3.02	3.20
Ventana 3	4.5	5.30	5.62
Ventana 4	3.5	4.28	4.54

Los resultados obtenidos muestran un mejor ajuste con los datos de mediciones del método computacional (WINDOW), con una aproximación entre el 6% y el 10% respecto a los análisis realizados a partir del método francés (CSTB) sobre los cuatro ejemplos seleccionados.

REFERENCIAS

- 1- CSTB, Documento Técnico Unificado. Normas Th-K77. Método de cálculo del coeficiente K de transmisión superficial y lineal.
- 2- WINDOW 3.1 Windows and Daylighting Group. Applied Science Division Lawrence Berkeley Laboratory. University of California.
- 3- Transmisión de calor en ventanas. Laboratorio de Energía Civil. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones. Lisboa, Portugal.