Bogotá, D.C., 28 de Octubre de 2002

Orden No. 2072

Señores:
ROYALCO S.A.
Atn: Sr. Luis Fernando Quiceno
Director de Mercadeo
Fax: 6229246
Bogotá

Ref: Conductancia Térmica Global en Paneles de PVC.

Apreciados Señores:

Este informe presenta los resultados de someter paneles de PVC, propiedad de ROYALCO S.A. a pruebas de conductancia térmica. Las muestras fueron recibidas en Junio de 2002 en las instalaciones de los laboratorios del CIPEM de la Universidad de los Andes. Las pruebas se realizaron siguiendo las recomendaciones de la norma ASTM C236-89, "Steady-State Performance of Building Assemblies by Means of a Guarded Hot Box".

1.0. Introducción

En la primera parte del informe se describen las muestras sobre las cuales se realizó el ensayo, especificando características físicas relevantes. Posteriormente se describe le procedimiento seguido para realizar el ensayo. Por último se presentan los resultados obtenidos.

2.0. Identificación y descripción de las muestras empleadas

Las muestras empleadas son paneles modulares de PVC (Ver fotografías 1 a 9 en el anexo 1). La muestra No. 2 fue rellenada por Espumlatex y la No. 3 fue rellenada en concreto pobre por empleados de Royalco S.A. en las instalaciones del CITEC, con el panel orientado en posición vertical.

Las dimensiones de los paneles empleados son:

- Alto: 1.235 m
- Ancho: 0.600 m
- Espesor: 0.100 m

3.0. Procedimiento de Prueba

El objetivo del ensayo es determinar el coeficiente global de transferencia de calor de cada uno de los paneles. Este coeficiente determina la cantidad de calor que se puede transferir de un medio de mayor temperatura a uno de menor temperatura a través de un medio de división; entre mayor sea el valor obtenido, mayor es la tasa de intercambio de energía que se presenta, es decir, el medio divisorio es menos aislante. En este caso el medio de división serán los paneles a probar.

En el procedimiento seguido el panel a medir se instala separando dos recintos, y en uno de ellos se genera calor, de manera que entre ambos exista una diferencia de temperaturas; así se genera un flujo de calor a través del panel. La conductancia se determina conociendo el área de transferencia, las diferencias de temperaturas y el flujo de calor que atraviesa la muestra.

Es necesario garantizar que el flujo de calor es constante, es decir, que el sistema se encuentra en estado estable; para ello en el recinto caliente se instala una caja contra el panel. Se monitorea la temperatura en todas las caras de la caja; cuando todas las temperaturas son iguales, no hay intercambio de calor entre la caja y los alrededores, y el sistema se encuentra en estado estable.

3.1. Espacio Empleado

Se emplean dos recintos aislados térmicamente de manera que la transferencia de calor hacia el ambiente externo sea despreciable. En uno de ellos, reconocible como "recinto caliente", se genera calor mediante una resistencia eléctrica. Se instala un ventilador, para garantizar que todo el aire dentro del recinto tiene una temperatura homogénea. En el recinto caliente, contra el panel se instala una caja cúbica de madera con 5 caras; la cara que está abierta se instala contra el panel. En cada una de las caras se instalan Termocuplas para monitorear la temperatura. Se instala una termocupla en contacto con el "lado caliente" del panel, es decir, el que queda dentro de la caja, y otra termocupla a 20 cm de distancia del mismo.

En el recinto frío se emplea un equipo de refrigeración para mantener una temperatura constante. También en este recinto se instalan ventiladores para lograr una temperatura homogénea. Se instala una termocupla a 20 cm de distancia del "lado frío" del panel.

Las interfaces entre los paneles y los extremos de los recintos se sellan con silicona y cinta gris de ducto para evitar que haya una transferencia de calor significativa hacia el ambiente.

Un esquema del montaje empleado se presenta en la figura 1.

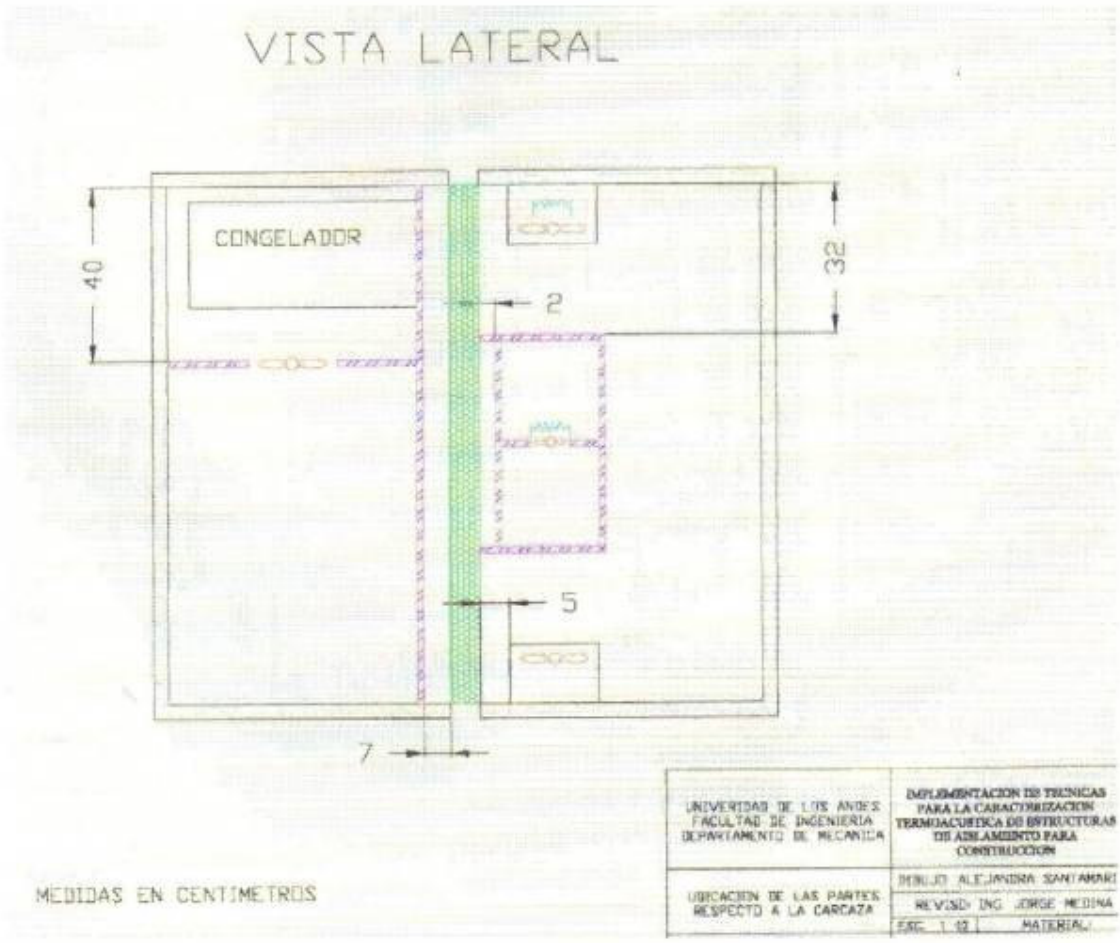


Figura 1: Esquema del montaje empleado para determinar el coeficiente global de transferencia de calor en paneles.

3.2. Toma de muestras

- Para lograr un estado estable se instala el montaje, y se deja prendido durante 24 horas

- Al término de este tiempo, se verifica que las temperaturas de los lados de la caja sean iguales. En caso de que no se logre este equilibrio, el sistema se deja estabilizar durante un tiempo mayor.
- Una vez se ha verificado la uniformidad de las temperaturas de los lados de la caja, se registran las temperaturas de ambos lados del panel, y la potencia consumida por la resistencia durante cuatro horas. Las mediciones de temperatura se tomaron cada 300 segundos, y fueron promediadas.

La conductancia del panel se puede calcular con la siguiente relación:

$$C = Q/\Delta T.A$$

Donde Q es la potencia registrada por el vatímetro, ΔT la diferencia de temperaturas entre las dos caras del panel y A el área de la cajilla de medición.

4.0. Equipos empleados

- 12 termopares tipo K.
- Tarjeta de adquisición de datos FLUKE HELIOS I COMPUTER de 20 canales de tres polos cada uno, disponibles para registro de temperatura. Máxima frecuencia de toma de datos: 60 Hz, precisión: +/- 0.05K.
- Computador dotado de un programa compatible con la tarjeta de adquisición de datos. Debe tomar un registro de temperatura por hora.
  Multímetro con precisión de 0.01 amperios y 0.1 Voltios.

5.0. Resultados Obtenidos

Los parámetros medidos y el cálculo de la conductancia térmica de la muestra se presentan a continuación:

Panel sin relleno:

PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR
Temperatura Promedio - panel lado caliente	°C	27.55
Temperatura Promedio - panel lado frío	°C	-4.43
Diferencia de temperaturas	°C	31.98
Potencia consumida	W	103.4
Área de la medición	m2	0.741
Espesor promedio del panel +/- 0.001	m	0.10
Conductancia Térmica Global	W/m2ºK	**4.363**

Tabla 1: Valores obtenidos para panel sin relleno

Panel relleno de Poliuretano

PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR
Temperatura Promedio - panel lado caliente	°C	31.77
Temperatura Promedio - panel lado frío	°C	-3.18
Diferencia de temperaturas	°C	34.95
Potencia consumida	W	103.4
Área de la medición	m2	0.741
Espesor promedio del panel +/- 0.001	m	0.10
Conductancia Térmica global	W/m2ºK	**3.99**

Tabla 2: Valores obtenidos para panel relleno de poliuretano

Panel relleno de Concreto

PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR
Temperatura Promedio - panel lado caliente	°C	25.548
Temperatura Promedio - panel lado frío	°C	14.862
Diferencia de temperaturas	°C	10.686
Potencia consumida	W	58.3
Área de la medición	m2	0.741
Espesor promedio del panel +/- 0.001	m	0.10
Conductancia Térmica global	W/m2ºK	**7.363**

Tabla 3: Valores obtenidos para panel relleno de concreto

Como se observa, la conductancia térmica global del panel vacío es similar a la del panel relleno de poliuretano, siendo ligeramente inferior la del panel relleno con poliuretano. El panel relleno de concreto, sin embargo, es capaz de transferir mucho más calor entre los dos recintos, ya que la conductancia térmica obtenida es mayor.

De los resultados obtenidos es posible determinar que el panel relleno de concreto es menos aislante que los otros dos paneles probados; comparando el valor de conductancia obtenido con valores reportados en manuales de transferencia de calor, el panel de concreto tiene valores de conductividad similares a los de ladrillos, bloques y materiales de mampostería en general.

La capacidad de aislamiento del panel relleno de poliuretano es ligeramente superior a la del panel vacío; consultando valores reportados se encuentra que es similar a la de materiales de aislamiento como el corcho, la fibra de vidrio y el poliestireno expandido.

Como punto de referencia, es importante considerar que las divisiones de madera compacta tiene un valor de conductancia intermedio entre el obtenido para el panel de concreto y el obtenido para el panel relleno de poliuretano.

Nos suscribimos como sus amigos y servidores, estaremos atentos a cualquier solicitud de aclaración al respecto del ensayo realizado.

Cordialmente,

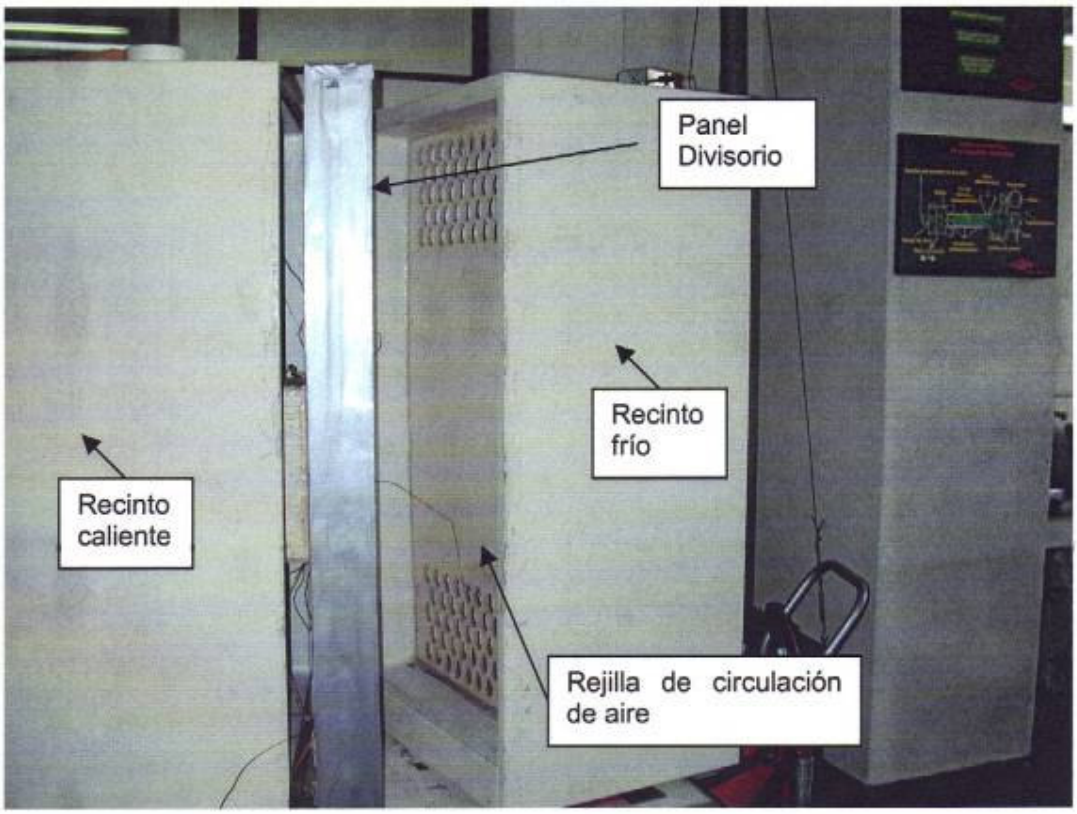
JAIME LOBOGUERRERO
Director CIPEM

JORGE ALBERTO MEDINA
Director de Calidad

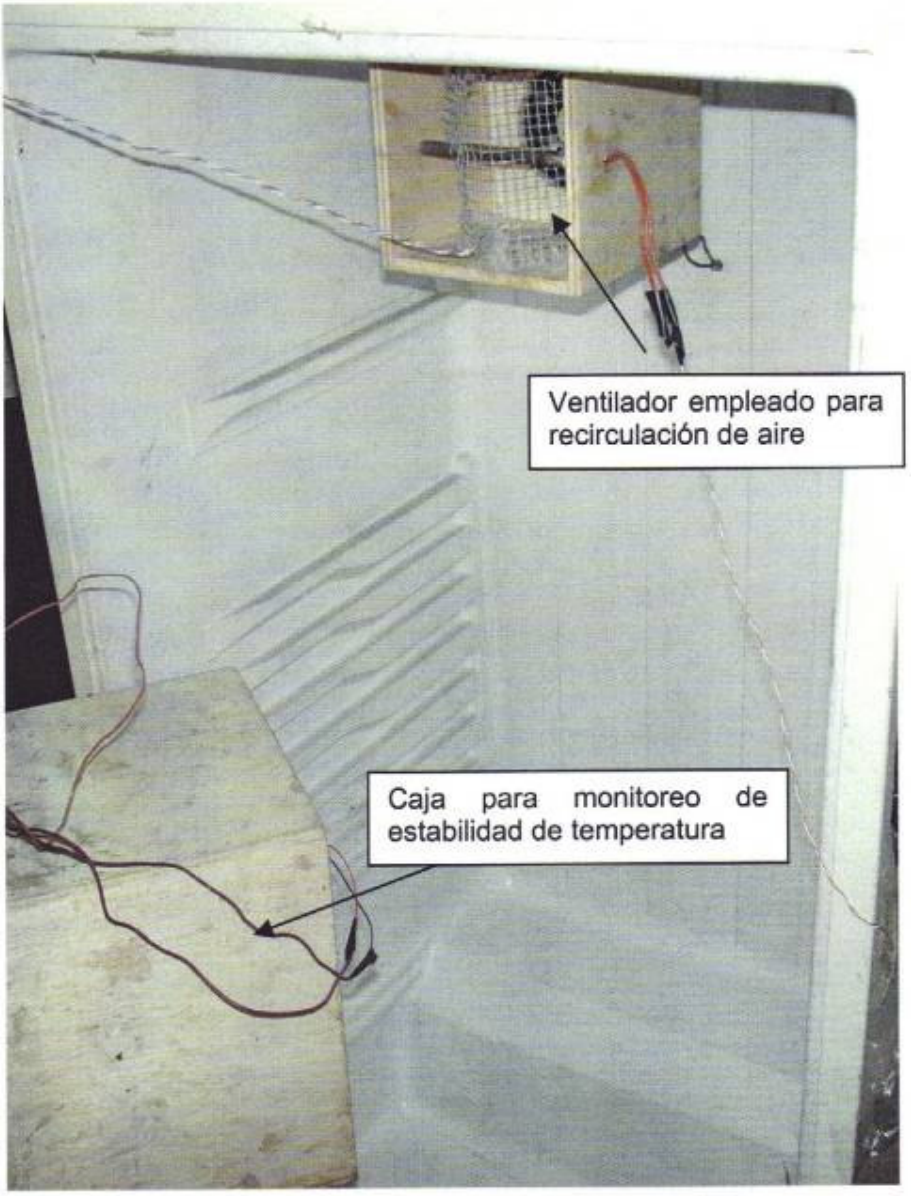
Este informe solo afecta a los objetos sometidos a ensayo. Toda reproducción de este informe requiere una aprobación por escrito del CIPEM Universidad de los Andes. En tal caso, este informe debe ser reproducido en su totalidad. Las muestras objeto de ensayo se almacenarán durante 30 días calendario contados a partir de la fecha de emisión del presente informe.

ANEXO 1

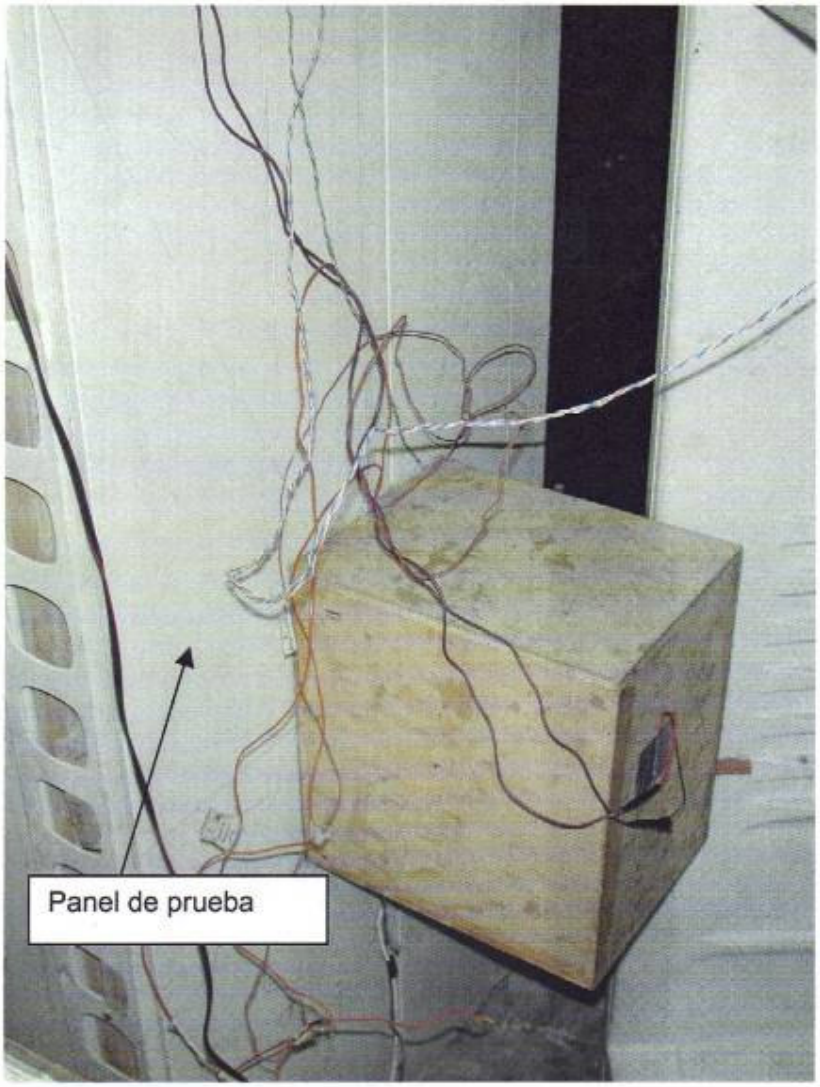
Fotografías del Interior del Montaje Empleado



Fotografía 1: Vista del montaje desensamblado para procedimiento de medición de Coeficiente Global de Transferencia de Calor.



Fotografía 2: Vista del interior de la cámara caliente



Fotografía 3: Vista de la caja para monitoreo de estabilización de temperaturas instalada sobre el lado caliente del panel.