

CONFORT Y COMPORTAMIENTO TERMICO DE EDIFICIOS: APLICACION DE UN METODO DE EVALUACION

John Martin Evans, María José Leveratto,
Mariana Cobos y Lilian Maroto.

Centro de Investigación Habitat y Energía.

Secretaría de Investigación y Posgrado.

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, UBA.

Ciudad Universitaria, Pabellón 3, 4to piso, (1428) Capital Federal.

Fax: (01) 782-8871

RESUMEN

En el marco de la investigación sobre características térmicas de edificios, se desarrolló un programa de computación para analizar las condiciones de confort térmico usando el método de la Norma ISO 7730. Este programa indica el Voto Medio Predecible y el Porcentaje Insatisfecho Predecible con la posibilidad de ajustar las condiciones directamente en un gráfico psicrométrico y ver los resultados. Los datos de la temperatura superficial interior, obtenidos con otros programas, fueron usados para evaluar las condiciones de confort de viviendas en invierno. Los resultados indican la necesidad de mejorar los niveles de aislación térmica para evitar discomfort debido a la disminución de la temperatura superficial interior.

INTRODUCCION

Esta investigación sobre características térmicas de edificios evalúa la necesidad de mejorar los niveles de aislación para obtener condiciones de confort y uso racional de la energía tomando en cuenta la variación de la temperatura superficial y el impacto de los puentes térmicos. Para estudiar los niveles de confort se desarrolló un programa de computación [1] que analiza las condiciones de confort térmico usando el método de la Norma ISO 7730 [2]. Este programa indica el Voto Medio Predecible y el Porcentaje Insatisfecho Predecible con la posibilidad de ajustar las condiciones directamente en un gráfico psicrométrico y ver los resultados en pantalla.

El programa fue utilizado para evaluar las condiciones de confort en las siguientes situaciones:

- El incremento de temperatura necesaria para compensar la disminución de la temperatura media radiante en edificios con aislación mínima en invierno.
- La variación máxima admisible de la temperatura operativa en un edificio sujeto a un régimen periódico de transmisión de calor, tomando en cuenta el ajuste de los niveles de aislación térmica de la ropa.
- La variación máxima de la temperatura exterior.

Los resultados están presentadas en un gráfico que permite realizar comparaciones entre las variaciones exteriores y/o interiores de temperatura con un rango de condiciones deseables de confort. Los resultados indican que a medida que disminuye la temperatura, aumenta la amplitud de temperaturas que definen la zona de confort.

EVALUACION DE CONFORT TERMICO

El programa de evaluación de confort térmico permite calcular el Voto Medio Previsible y el porcentaje de la población que no se encuentra satisfecha bajo las condiciones definidas. Las variables utilizadas son: Temperatura bulbo seco, Humedad relativa, Velocidad relativa del aire, Temperatura media radiante, Nivel aislante de la ropa, Calor metabólico, Trabajo físico.

El programa verifica si las variables están dentro de los límites del modelo y sugiere valores apropiados en pantallas de ayuda. También ajusta el valor de una variable determinada para obtener un nivel de confort establecido.

Los resultados están presentados en la pantalla principal (Fig 1.) con otros datos complementarios tales como:

Resistencia térmica ropa ($m^2 \cdot K/W$)	Superficie ropa/Sup. cuerpo
Temperatura superficial ropa	Nivel de actividad en MET
Presión de vapor de agua (kPa)	Humedad absoluta (gm/Kg aire)
Temperatura operativa	Temperatura resultante

Además, se presentan los resultados en forma de gráficos, tablas impresas o tablas sintéticas. La pantalla principal también muestra las siguientes indicaciones cuando corresponde:

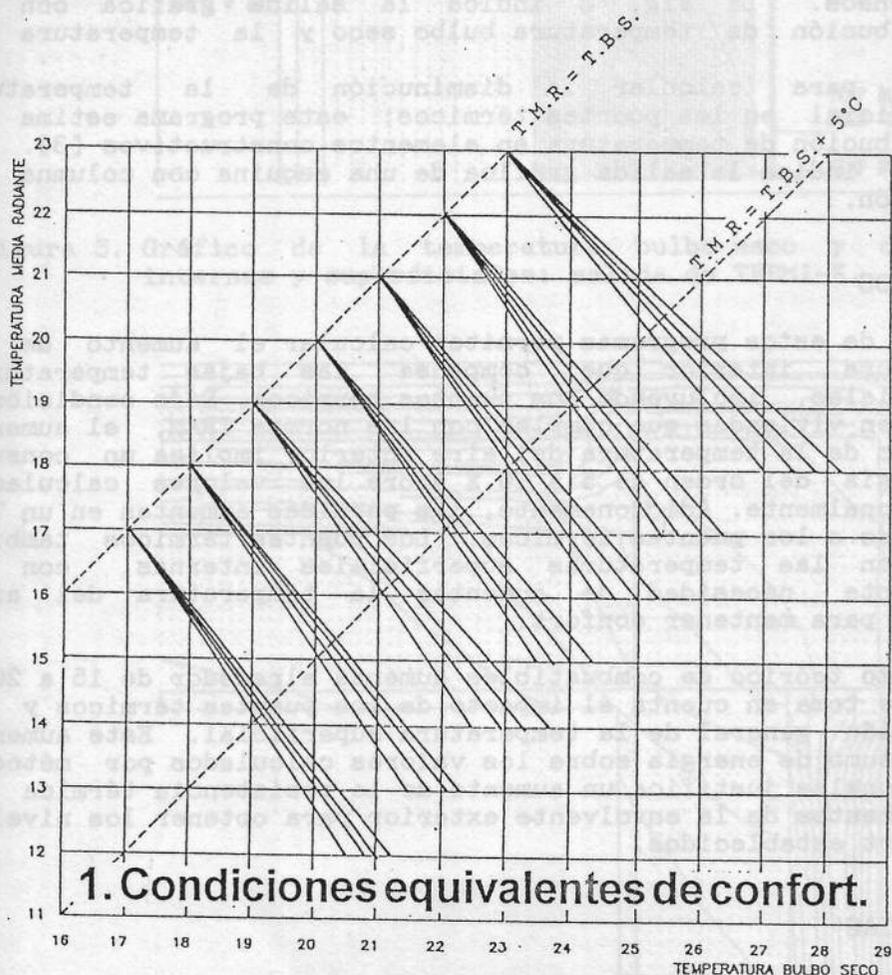
- Alta diferencia entre temp. del aire y temp. superficial.
- Riesgo de condensación superficial.
- Temperaturas fuera del rango de validez del modelo.
- Baja humedad absoluta; puede provocar disconfort.
- Alta humedad absoluta; puede provocar disconfort.

CONFORT	CONFORT TERMICO SEGUN NORMA ISO 7300-1984 CIHE-FADU-UBA
AMBIENTE	TEMPERATURA (BULBO SECO) = 23.0 °C
	HUMEDAD RELATIVA = 50 %
	VELOCIDAD RELATIVA DEL AIRE = 0.1 M/S
	TEMPERATURA MEDIA RADIANTE = 24.0 °C
ROPA	AISLACION DE LA ROPA = 0.70 clo
ACTIVIDAD	CALOR METABOLICO = 68 watts
	TRABAJO = 0.0 watts
OTROS DATOS	VALOR AISLANTE DE LA ROPA = 0.11 $m^2 \cdot ^\circ C$
	SUPERFICIE DEL HOMBRE CON ROPA = 112.22 %
	TEMPERATURA SUPERFICIAL ROPA = 28.63 °C
	ACTIVIDAD EN MET = 1.28 MET
	PRESION DE VAPOR DE AGUA = 1.38 kPa
	HUMEDAD ABSOLUTA = 8.94 gm/kg aire
	TO: TEMPERATURA OPERATIVA = 23.5 °C
	TR: TEMPERATURA RESULTANTE = 23.5 °C
RESULTADOS	PMV: VOTO MEDIO PREDECIBLE = -0.34 NEUTRAL
	PPD: PORCENTAJE INSATISFECHO = 7.36 %

Figura 1. Ejemplo de la pantalla principal del programa CONFORT.

CONDICIONES EQUIVALENTES DE CONFORT

La Fig. 2 indica las condiciones equivalentes de confort con variaciones en la temperatura superficial. La línea diagonal [T.M.R. = T.B.S.] representa la situación básica cuando la temperatura media radiante es igual a la temperatura bulbo seco. Las líneas diagonales aproximadamente perpendiculares indican el aumento necesario de la temperatura del aire para mantener confort cuando disminuye la temperatura media radiante. Por ejemplo, cuando la temperatura media radiante y la temperatura bulbo seco es 20°C, se obtiene un cierto nivel de confort térmico con una velocidad mínima del aire de 0.1 m/s, actividades sedentarias y ropa gruesa de invierno. Si la temperatura media radiante disminuye a 18°C, será necesario aumentar la temperatura del aire a 21.4-21.8°C según la humedad relativa (de 20 a 80%). Con una temperatura superficial de 17°C, la diferencia entre la temperatura superficial y la temperatura del aire excede 5°C, produciendo disconfort.



CLO: 1.5
Velocidad del aire: 0.1 m/s
Calor Metabólico: 70 W/m²
Trabajo: 0 W/m²

Figura 2. Condiciones equivalentes de confort.

TEMPERATURA SUPERFICIAL

El programa CONFORT tiene una rutina que permite calcular la temperatura media radiante según la temperatura superficial y dimensiones de cada pared, techo y piso de un recinto. En la primera instancia, la temperatura superficial de los elementos exteriores de una habitación fueron calculados con el método de la Norma IRAM 11.625, usando los siguientes datos:

- Temperatura media de diseño de invierno de las localidades más frías de cada zona bioambiental de la Norma IRAM 11.603.
- Niveles mínimos admisibles de transmitancia térmica con elementos livianos (que requiere mayor transmitancia térmica) para cada zona bioambiental, según la Norma IRAM 11.604.
- Resistencia superficial interior según la Norma IRAM 11.601.

La temperatura superficial también fue calculada usando dos programas de computación:

- TERMI-K para calcular la temperatura superficial en elementos homogéneos. La Fig. 3 indica la salida gráfica con la distribución de temperatura bulbo seco y la temperatura de rocío.
- HEAT2 para calcular la disminución de la temperatura superficial en los puentes térmicos; este programa estima la distribución de temperatura en elementos constructivos [3]. La Fig 3 indica la salida gráfica de una esquina con columna de hormigón.

RESULTADOS

El uso de estos programas permiten calcular el aumento de la temperatura interior que "compensa" las bajas temperaturas superficiales, incluyendo los puentes térmicos. Bajo condiciones típicas en viviendas que cumplen con las normas IRAM, el aumento necesario de la temperatura del aire interior implica un consumo de energía del orden de 5 a 10 % sobre los valores calculados convencionalmente. Adicionalmente, las pérdidas aumentan en un 7 a 9 % debido a los puentes térmicos. Los puentes térmicos también disminuyen las temperaturas superficiales internas, con la consecuente necesidad de aumentar la temperatura del aire interior para mantener confort.

El consumo teórico de combustibles aumenta alrededor de 15 a 20 % cuando se toma en cuenta el impacto de los puentes térmicos y la disminución general de la temperatura superficial. Este aumento del consumo de energía sobre los valores calculados por métodos convencionales justifica un aumento de la resistencia térmica de los elementos de la envolvente exterior para obtener los niveles de confort establecidos.

REFERENCIAS

- [1]. El programa CONFORT con manual de uso puede solicitarse en el CIHE, SIP-FADU-UBA.
- [2]. I.S.O., Moderate Thermal Environments - Determination of the PMV and PDD Indices and Specifications of the Conditions for Thermal Comfort, ISO 7730-1984 (E), 1984.
- [3]. Thomas Blomberg, HEAT2, A Heat Transfer PC-Program, Lund University, Sweden, 1991.

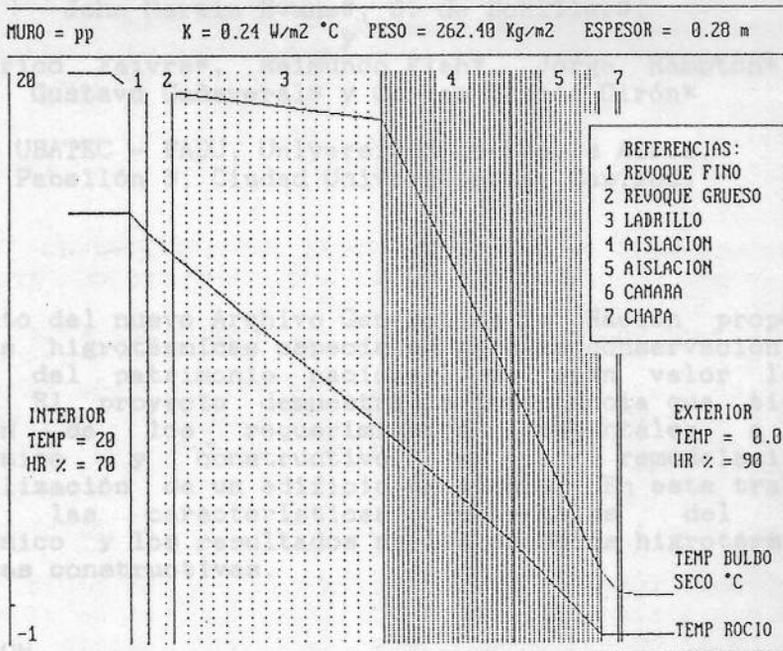


Figura 3. Gráfico de la temperatura bulbo seco y de rocío, internas y superficiales: salida de TERMI-K.

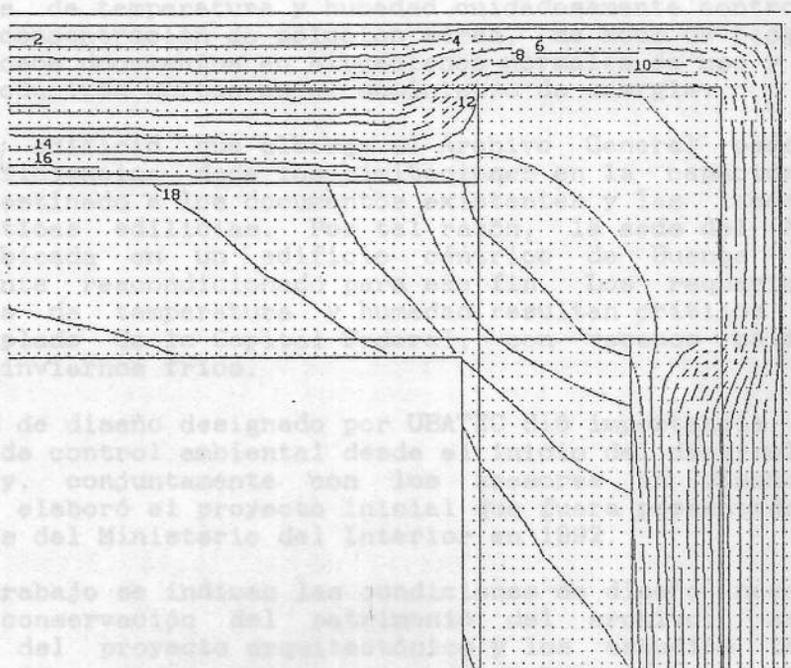


Figura 4. Gráfico de las temperaturas superficiales e intersticiales en puentes térmicos: salida de HEAT2.