

MEDICION DE INFILTRACIONES

Marcelo Gea

Graciela Lesino*

INENCO

Universidad Nacional de Salta

Buenos Aires 177

4400 - Salta - Argentina

Resumen

En este trabajo se describen la construcción y funcionamiento de un equipo que permite la determinación de los parámetros que caracterizan la infiltración de un edificio en cuanto a los aspectos dependientes solamente de los detalles constructivos, como intersticios, rendijas, etc. Ello se logra con el análisis de la relación entre los caudales y las sobrepresiones que se producen luego de presurizar el edificio con un ventilador. Para poner a punto el equipo se estudiaron tres locales de distintos niveles de infiltración y se analizaron en particular las pérdidas por las rendijas de sus ventanas comparando los resultados con los que se pueden obtener con el Método de Rendija de la ASHRAE.

Introducción

La pérdida de calor a causa de las infiltraciones tiene una importancia primaria en la ecuación del balance energético. Ellas dependen de un gran número de detalles propios de cada edificio, su entorno, el viento y la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior. Su relación con la velocidad del viento y la diferencia de temperaturas no es lineal. Los aspectos dependientes sólo de los detalles constructivos del edificio constituyen la base de la infiltración. Para medir éstos se utilizó en este trabajo el método de presurización mediante ventilador, que se usa comúnmente en otros países y del cual se cuenta con algunos resultados de mediciones en casas solares de Estados Unidos, Canadá y Suecia [1]. El MPV permite estudiar la relación entre el flujo de infiltración y la diferencia de presión entre el interior y el exterior. Una de las ecuaciones empíricas más usadas para vincularlos es

$$Q = C(\Delta P)^n$$

Q = caudal de aire en $\frac{m^3}{s}$.

ΔP = diferencia de presiones en Pa .

C = coeficiente de infiltración.

*Investigador del CONICET

El exponente n se encuentra normalmente entre dos valores físicamente significativos: $n = \frac{1}{2}$ (flujo de orificio) y $n = 1$ (flujo laminar). Comúnmente se toman el Q_{50} o R_{50} que son el flujo o las renovaciones de aire correspondientes a una diferencia de presiones de 50 Pa como medidas representativas de las fugas del edificio. Este es un valor de diferencia de presión que está muy por encima de los valores normales que recibe un edificio, que permite por lo tanto despreciar los efectos del viento y cambios de temperatura durante las mediciones. Para determinar la infiltración real, que provoca la acción meteorológica se pueden emplear distintos modelos empíricos. Estos consisten esencialmente en combinar las variables diferencia de temperaturas y velocidad del viento en el lugar, con los parámetros determinados con el MPV [1][2]. Estos parámetros pueden ser C , n , Q_{50} , R_{50} , o el Area Efectiva de Infiltración, según el modelo que se emplee. Donde

$$AEI = \frac{Q(\Delta P_r)}{2(\Delta P_r/\rho)^{\frac{1}{2}}}$$

representa el área de un orificio perfecto por el cual, a la presión de referencia ΔP_r , pasaría la misma cantidad de aire de densidad ρ como por el conjunto de rendijas. Este trabajo tiene como objetivo probar la capacidad que tiene el equipo construido para determinar estos parámetros.

Equipo de presurización y de medición.

El equipo está formado por una puerta adaptable a marcos de cualquier tamaño, a la cual va montado un ventilador de 1/4 Hp y 1400 RPM, de velocidad variable, que produce una sobrepresión en el interior del edificio (figura 1). Puede trabajarse también en depresión.

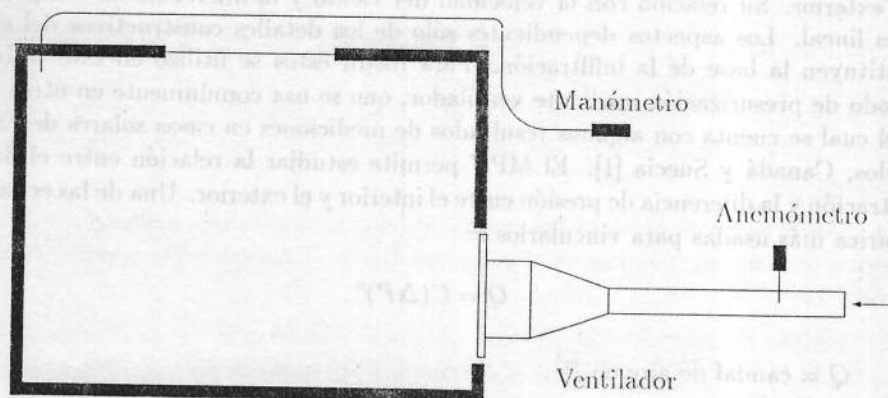


Figura 1. Esquema del equipo (vista de planta)

La medición del caudal se realiza en la zona de succión del ventilador y en un conducto largo con una tela metálica en su boca. Todo esto permite obtener un perfil de velocidades aproximadamente uniforme correspondiente a un flujo desarrollado. Las medidas se realizaron con un anemómetro marca THERM 2253-2. Para la medición de las presiones se utilizó un manómetro diferencial marca Dywer Magnehelic 2000 - 10 mm, al cual va conectada un sonda que se introduce en el edificio a medir. Se midieron presiones entre 10 y 100 Pa. En los locales con mucha infiltración no se alcanzaron los 100 Pa, pero se procuró trabajar con las sobrepresiones más altas para disminuir los errores. Para la determinación de la infiltración de una determinada ventana o puerta se midieron los caudales antes y después de sellar sus rendijas y se calculó la diferencia.

Resultados

Se obtuvieron los parámetros de infiltración de tres locales.

Local 1: Tiene un volumen interior de $34,20 \text{ m}^3$ con dos puertas y una ventana. Los marcos son de madera y las rendijas son grandes. Por encontrarse dentro de un edificio, se encuentra bastante protegido de la acción del viento.

Local 2: Tiene un volumen interior de $31,4 \text{ m}^3$ con una puerta y una ventana. Los marcos son metálicos y las rendijas son grandes. La ventana da al exterior por lo cual no está protegido de la acción del viento.

Local 3: Tiene un volumen interior de $25,9 \text{ m}^3$ con una puerta y una ventana. Los marcos son de madera y las rendijas son medianas. La ventana da al exterior por lo cual no está protegido de la acción del viento.

Las parámetros de los locales resultaron los que se muestran en la tabla 1:

	LOCAL 1	LOCAL 2	LOCAL 3
C $[\frac{\text{m}^3}{\text{h Pa}^n}]$	308	104	40
n	0,62	0,62	0,51
Q_{50} $[\frac{\text{m}^3}{\text{h}}]$	837	460	301
R_{50} $[\frac{1}{\text{h}}]$	24,5	14,6	11,6
AEI $[\text{m}^2]$	0,025	0,014	0,0090

Tabla 1. Parámetros de infiltración.

Se puede observar como influyen en cada parámetro las características de los locales. El coeficiente de caudal C es una medida de la magnitud de las pérdidas y es muy alto en los locales 1 y 2, donde las rendijas son grandes. El exponente n es una medida de la turbulencia, y es más próximo a 0,5 en el local 3 donde el espesor de las rendijas es más pequeño.

Para la determinación de los parámetros y sus errores se linealizó la ecuación de caudal y presión a:

$$\ln Q = n \ln \Delta P + \ln C$$

Por ejemplo para el local 3, la recta de ajuste es la que se muestra en el gráfico 1. Corresponde a mediciones realizadas en un día sin viento, con valores de sobrepresiones que van desde 30 Pa hasta 100 Pa, con incremento de 10 Pa. Los puntos correspondientes a 10 y 20 Pa se descartaron ya que se alejaban de la relación lineal. Los errores en el ajuste de n y C resultaron en estas condiciones de alrededor del tres por ciento.

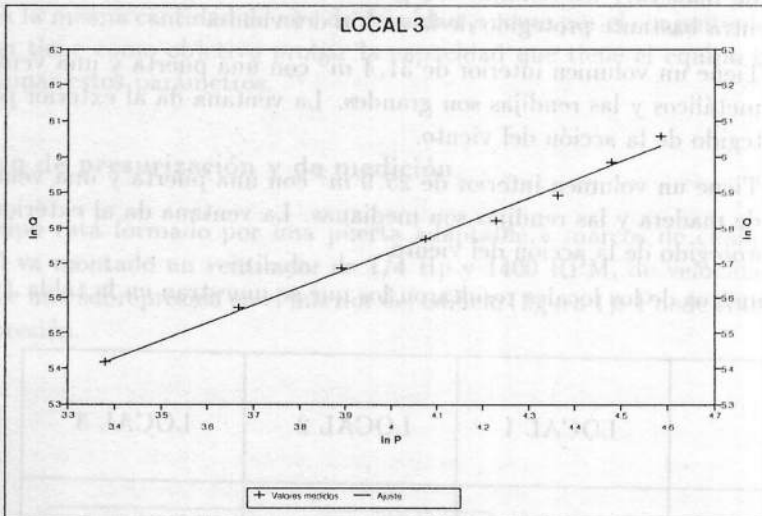


Gráfico 1. Valores medidos y ajuste para $\ln Q$ vs. $\ln P$

Para la puesta a punto del equipo se cotejaron los caudales obtenidos con el método de presurización con los que se pueden obtener con el Método de Rendija de la ASHRAE. Este método provee los valores de flujo de aire por metro de rendija para velocidades de viento que van desde 8 a 48 km/h para distintos tipos de ventanas y para distintos espesores de rendijas [3]. Para hacer la correspondencia entre los valores de velocidad de viento y las sobrepresiones que éstos producen se utilizó la siguiente relación, considerando un punto de estancamiento en el local a estudiar:

$$v = \sqrt{\frac{2 \Delta P}{\rho}}$$

Para obtener el caudal que fluye durante la presurización por las rendijas de una ventana determinada se midieron los caudales antes y después de sellar dichas rendijas y se calcularon las diferencias. Se obtuvieron valores aceptables para los distintos tipos de ventanas. Por ejemplo, para una ventana tipo banderola de 3,6 m de rendijas con un espesor medio de 2,2 mm se obtuvieron los siguientes caudales (Tabla 2):

PRESION [Pa]	VELOCIDAD [$\frac{km}{h}$]	CAUDAL [$\frac{m^3}{h}$]	
		M. Rendija	Presurización
10	16	36	28
20	23	55	38
30	28	70	69
40	32	82	89
50	36	92	97
60	39	100	111
70	42	108	120
80	45	116	129

Tabla 2. Comparación entre los caudales obtenidos por la presurización y los del Método de Rendija.

Conclusiones

La determinación de los parámetros que indican la calidad de un edificio en cuanto a su estanqueidad puede realizarse con un equipo como el acá descrito, que resulta de un costo bajo en relación a otros métodos para medir infiltraciones, y tiene la posibilidad de ser transportado y adaptado a cualquier tamaño de puerta.

Se debe tener especial cuidado en disminuir los errores que se originan principalmente por la acción del viento durante las mediciones y por la variación del tamaño de algunos intersticios con el aumento de la presión.

De nuestra experiencia se concluye que es necesario contar con un ventilador de mayor potencia o bien realizar una multipresurización para estudiar una vivienda completa. Esto deberá ser estudiado en futuros trabajos.

El cálculo de los parámetros descrito en este informe constituye una primera etapa para la determinación de la infiltración resultante de la interacción de la acción meteorológica con el edificio. Los modelos conocidos que tienen en cuenta la velocidad del viento y la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior utilizan éstos parámetros y otros coeficientes que tienen en cuenta factores como la distribución de las rendijas o el entorno del edificio a estudiar. Sus valores típicos conocidos corresponden

a viviendas de otros países. Un análisis completo de las infiltraciones deberá contar con un modelo que tenga en cuenta las características de las viviendas de nuestra región.

Agradecimiento

Expresamos nuestro reconocimiento al Sr. Juan González y al resto del personal del taller del INENCO por la construcción del equipo utilizado.

REFERENCIAS

1. A. K. Persily, R. A. Grot. *Air Infiltration and Building Tightness Measurements in Passive Solar Residences*, *Journal of Solar Energy Engineering*, 106, May 1984.
2. M. H. Sherman. *Estimation of Infiltration From Leakage and Climate Indicators*, *Energy and Buildings*, 10, 1, Feb.1987.
3. Carrier Air Conditioning Company. *Manual del Aire Acondicionado*, Marcombo, S.A. de Boixareu Editores, 1974.

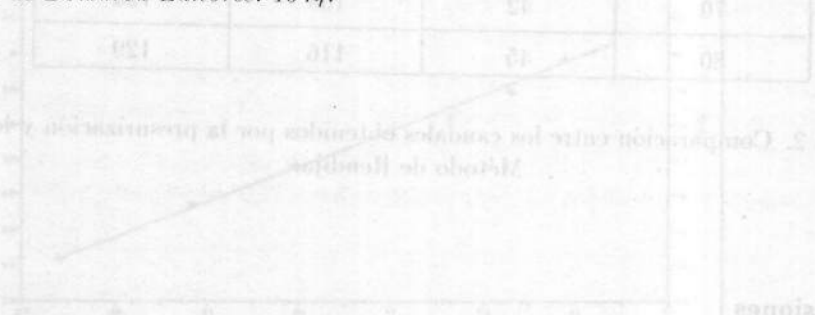


Tabla 2. Comparación entre los cambios obtenidos por la presión y el método de filtrado.