



III ENCONTRO NACIONAL I ENCONTRO LATINO-AMERICANO

Gramado, RS, 4 a 7 de julho de 1995

DIMENSIONAMIENTO OPTIMO DE AVENTANAMIENTOS

Laura E. COLLET, Arquitecta
Arturo R. MARISTANY, Arquitecto
UNIVERSIDAD CATOLICA DE CORDOBA Facultad de Arquitectura
Obispo Trejo 323 – 5000 - Córdoba - ARGENTINA

RESUMEN

El presente trabajo consistió en la elaboración de criterios de diseño para seleccionar el área óptima de ventana a ubicar en un muro a los efectos de obtener el máximo de eficiencia energética desde los puntos de vista térmico y lumínico simultáneamente. Entre estos dos aspectos existe una contradicción intrínseca: la iluminación natural necesita de la mayor área de ventana posible, pero térmicamente será conveniente una dimensión menor. Para determinar la relación área ventana - área muro se consideraron condiciones de localización geográfica, orientación del aventanamiento y época del año.

ABSTRACT

In consideration of energy efficiency, windows dimension is simultaneous related with thermic and lighting aspects, with intrinsic contradictions. The present work gets together them, to design windows with the best dimension.

PALABRAS CLAVE

Confort térmico; lumínico; ventanas; dimensionado.

CALCULO DE LA EFICIENCIA TERMICA ET

La relación entre la cantidad de calor que puede atravesar la superficie neta de muro con respecto a la que se transfiere en el total del conjunto es lo que denominamos eficiencia térmica.

$$E_T = \frac{Q_m}{Q_{mv}} \quad (1)$$

Q_m : Cantidad de calor que atraviesa la superficie opaca de muro

Q_{mv} : Cantidad de calor que atraviesa el sistema muro-ventana

Para que la relación (1) sea válida debemos considerar que Q_m y Q_{mv} corresponden a una unidad de superficie de muro y a una unidad equivalente del sistema muro-ventana.

En el caso ideal en donde Q_m y Q_{mv} para la misma unidad de superficie son iguales la eficiencia será $E_T=1$, lo que implica una eficiencia máxima en el sistema. Por lo general la transferencia de calor a través de la ventana es mayor a la del muro, con lo que se obtienen valores relativamente bajos de E_T .

La cantidad de calor transferida por unidad de superficie en el sistema es:

$$Q_{mv} = Q_m \frac{A_m}{A_{mv}} + Q_v \frac{A_v}{A_{mv}} \quad (2)$$

donde:

A_m = área neta de superficie de muro opaco.

A_v = área neta de superficie de ventana.

A_{mv} = área total del sistema muro ventana ($A_{mv} = A_m + A_v$)

A partir de (2) la eficiencia térmica se puede expresar como:

$$E_T = \frac{Q_{mv}}{Q_m} = \frac{1}{1 - \frac{A_v}{A_{mv}} \left(1 - \frac{Q_v}{Q_m} \right)} \quad (3)$$

Las expresiones Q_m y Q_v pueden ser determinadas de la siguiente forma:

$$Q_m = A_m \cdot K_m \cdot \rho t$$

$$Q_v = A_v \cdot K_v \cdot (\rho t) + A_v \cdot \tau \cdot E_e$$

donde:

K_m = Coeficiente global de transmisión de calor del muro

ρt = diferencia de temperaturas exterior e interior de diseño

K_v = Coeficiente global de transmisión de calor del vidrio

E_e = Irradiancia promedio incidente sobre el paramento

τ = Coeficiente de transmisión del vidrio

Reemplazando en Q_v / Q_m y desarrollando la expresión obtenemos:

$$\frac{Q_v}{Q_m} = \frac{K_v + \frac{\tau \cdot E_e}{\Delta t}}{K_m} \quad (4)$$

El valor de E_e a adoptar deberá ser el promedio que resulta de distribuir la radiación global para la zona y fecha determinada en 24 horas. Por otro lado este valor de radiación puede ser afectado por el factor (f_p) de protección de la ventana. Así:

$$\frac{Q_v}{Q_m} = \frac{K_v + \frac{\tau \cdot f_p \cdot E_e}{(\Delta t)}}{K_m} \quad (5)$$

De tal manera, la eficiencia térmica es función de la relación de áreas A_v/A_t y de la relación de Q_v/Q_m . Esta relación se muestra en los ábacos de las figuras Nro. 2, 3 y 4. Para el cálculo Q_v/Q_m se puede utilizar el ábaco de la figura Nro.1.

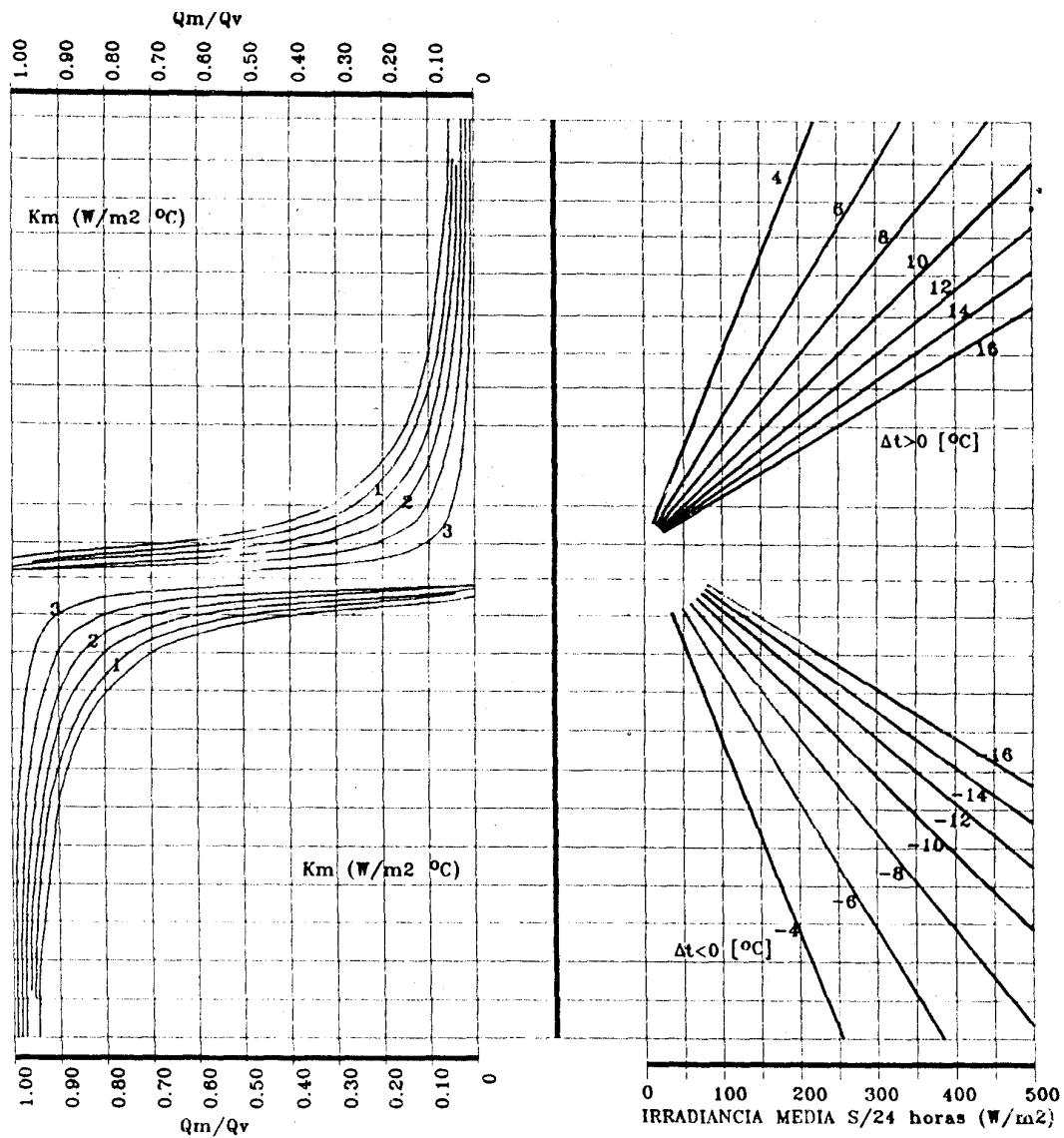


FIGURA 1 - Nomograma para el cálculo de Q_m/Q_v

CALCULO DE LA EFICIENCIA LUMINICA E_L

Para comparar distintas áreas de ventana con respecto a la iluminación natural se consideró como iluminancia de referencia E_R la producida en todos los casos en un punto P del suelo del local sobre una recta a 45° desde el centro de la ventana. E_R representa la iluminancia media necesaria (Enec) para realizar una determinada tarea.

El punto P se encuentra a una distancia del muro igual a, la altura h_v del centro de la ventana, se considera a esta colocada en un muro vertical de ancho a y altura h . Se consideraron las siguientes posiciones básicas de ventana:

$$h_v = 1/3 h \quad h_v = 1/2 h \quad h_v = 2/3 h$$

La iluminancia de referencia E_R , en el punto P, será:

$$E_R = \tau.K1.K2(CC + CRE + CRI).Ech \quad (6)$$

$$E_R = CLD_{correg}.Ech \quad (7)$$

donde:

Ech: Iluminancia exterior sobre plano horizontal.

CC: Componente celeste.

CRI: Componente de reflexión interna.

CRE: Componente de reflexión externa.

τ : Coeficiente de transmisión para vidriados o laminados.

K1: Factor de pérdidas por obstrucciones.

K2: Factor de pérdidas por suciedad sobre los vidrios.

La iluminancia exterior sobre plano horizontal Ech dependerá del lugar geográfico, de la fecha y de la hora del día, en definitiva de la eficiencia lumínica E_L de la ventana para la localidad considerada, que se define como:

$$E_L = \frac{du}{d} \quad (8)$$

d: Duración del día (horas con el sol sobre el horizonte).

du: Duración del intervalo en el día durante el cual la iluminancia Ech es mayor que un valor Ech_{base} adoptado como mínimo para el cálculo de iluminación interior. El valor de Ech_{base} adoptado para el presente trabajo fue de 5000 lux.

Si $du = d$ la eficiencia sería $E_L=1$, en cambio si en ningún momento del día $Ech > Ech_{base}$ la eficiencia sería $E_L=0$.

Para los cálculos de E_R (iluminancia en P), el valor de $Ech_{cálculo}$ se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$Ech_{\text{calc}} = E_L \cdot Ech_{\text{max}}$$

Ech_{calc} : valor de la iluminancia exterior horizontal eficaz de cálculo.

E_L : eficiencia lumínica ya definida $EL = du/d$

Ech_{max} : Valor máximo de la iluminancia exterior horizontal por cielo cubierto para la fecha elegida.

Considerando entonces que:

$$E_R = CLD \cdot Ech_{\text{calc}} \quad (10)$$

y haciendo el valor $CLD = FC/c$ en donde:

FC: factor de cielo para la ventana desde el punto P.

c: Factor de corrección del FC que contempla todos los aportes positivos o negativos correspondientes a las reflexiones internas y externas, grado de claridad del local, características de la transmitancia de la ventana, etc. Los valores de c pueden obtenerse de las tablas I y II.

TABLA I - Tipos de ventanas





TIPO	ESQUEMA	DESCRIPCION
I		Ventana sin subdivisiones o con una o dos particiones-Vidrio claro.
II		Ventana muy subdividida Vidrio claro.
		Ventana sin subdivisiones o con una o dos particiones-Vidrio translúcido.
III		Ventana muy subdividida Vidrio translúcido

TABLA II - Valores de correccion c para $Av/Am >$

POSICION	TIPO DE LOCAL	TIPOS DE VENTANAS								
		Sin obstrucción			Meda obstrucción			Total obstrucción		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
E	Claro	0,52	0,46	0,38	0,16	0,14	0,12	0,09	0,08	0,07
	Semi-claro	0,48	0,42	0,35	0,14	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06
	Oscuro	0,47	0,41	0,34	0,14	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06
E	Claro	0,61	0,54	0,44	0,21	0,18	0,15	0,12	0,10	0,09
	Semi-claro	0,55	0,48	0,40	0,18	0,16	0,13	0,10	0,09	0,07
	Oscuro	0,52	0,46	0,38	0,16	0,14	0,12	0,09	0,08	0,06
E	Claro	0,63	0,55	0,46	0,22	0,19	0,16	0,13	0,11	0,09
	Semi-claro	0,55	0,48	0,40	0,18	0,16	0,13	0,10	0,09	0,07
	Oscuro	0,52	0,46	0,38	0,16	0,14	0,12	0,09	0,08	0,06

$$\text{Reducción de } c \text{ para } Av/Am < 0.2 \begin{cases} 0,85 c - e_m = 15 \text{ cm} \\ 0,80 c - e_m = 30 \text{ cm} \\ 0,60 c - e_m = 45 \text{ cm} \end{cases}$$

Luego:

$$E_R = \frac{FC}{C} \cdot Ech_{calc} \quad \text{ó} \quad FC = \frac{E_R \cdot C}{Ech_{calc}} \quad (11)$$

En base a todas las consideraciones realizadas la eficiencia lumínica E_L de una ventana es función de todos los factores indicados en la siguiente expresión:

$$E_L = f(A_v/A_m, Ech_{calc}, hv, E_R)$$

En base a los datos anteriores es posible obtener las curvas de FC representadas en los ábacos de las figuras Nro. 2, 3 y 4.

PASOS OPERATIVOS

Lumínico

1. Se elige la posición de la ventana.
2. Se fija la iluminancia de referencia E_R , según sean las necesidades lumínicas del local.
3. Se determina la eficiencia lumínica de la ventana para la localidad y fecha elegida.

$$E_L = du/d$$

4. Se determina la iluminancia de cálculo (Ech_{calc})

$$Ech_{calc} = E_L \cdot Ech_{max}$$

5. Se determina c en función de:

- Espesor del muro.
- Tipo de ventana.
- Tamaño de ventana ----- pequeñas ($A_v/A_m < 0,2$)
----- normales ($A_v/A_m > 0,2$)

6. Se determina el factor de cielo FC

Térmico

7. Se determina el valor de irradiancia media corregida sobre 24 hs.
8. Se calcula $\Delta t = t_e - t_i$
9. Se determina Q_m/Q_v

Dimensionado

10. Con los valores de FC y Q_m/Q_v obtenidos y en base a los ábacos de las figuras 2, 3 ó 4, se determina la relación A_v/A_m óptima.

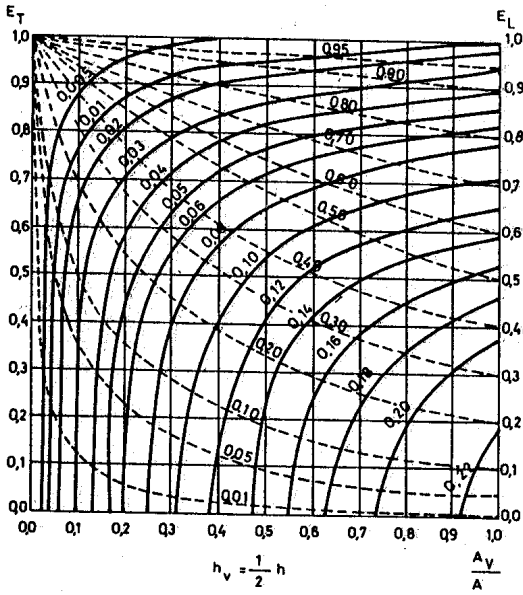


FIGURA 2

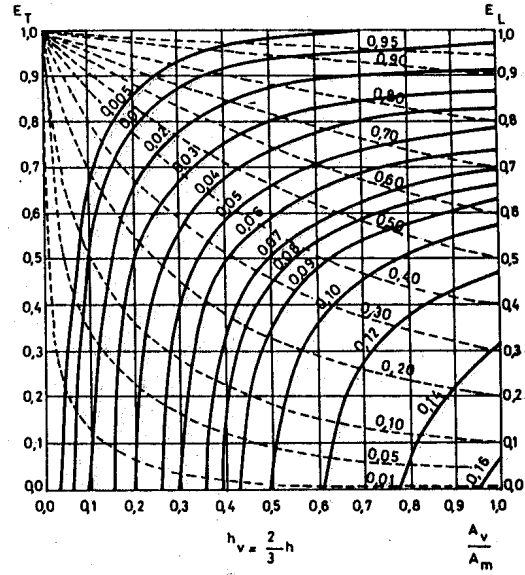


FIGURA 3

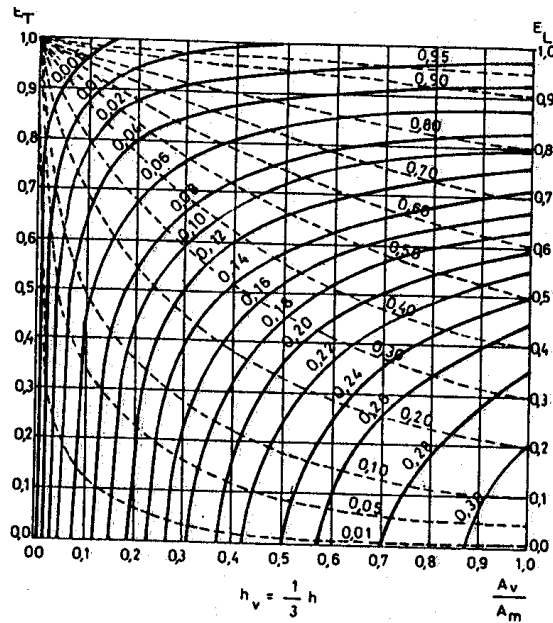


FIGURA 4

BIBLIOGRAFÍA

1. COLLET, MARISTANY, Diseño Bioclimático de Viviendas, Ediciones EUDECOR, Córdoba, Argentina, 1995.
2. IRAM, Normas, Buenos Aires, Argentina.

3. MASCARO L., Iluminación Natural, Ediciones SUMMA, 1972.
4. RED SOLARIMETRICA NACIONAL - Datos Estación Solar 43, Córdoba, Argentina.
5. WERNLY, LANDABURU, COLLET, Dimensionado Optimo de Aventanamientos, ASADES, Catamarca, Argentina, 1992.
6. WERNLY, LANDABURU, COLLET, MARISTANY Iluminación Natural, CIAL, FAU, UNC, 1992.