

# Evaluación de la ventilación natural en viviendas de baja altura

Mosconi P.#

CEAH - Centro de Estudios del Ambiente Humano  
Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño  
UNR - Universidad Nacional de Rosario  
Riobamba 250 bis - 2000 Rosario - Argentina  
Tel: 54-41-81 7945, Fax: 54-41-25 7164, E-mail: postmaster@sifasf.edu.ar

## RESUMEN

Se presenta el análisis teórico de la ventilación natural en una vivienda de interés social, de baja altura, entre medianeras, construida por sus ocupantes, en la zona sur de la ciudad de Rosario, área bioclimática templado-húmeda. Los objetivos son: mejorar las condiciones de confort interior y reducir el consumo de energía convencional, basándose en una secuencia de uso de estrategias ventilativas diurnas y nocturnas.

Un sistema urbano puede ser abordado a partir de la identificación de áreas de comportamiento climático "homogéneas" producto de distintos patrones de uso del suelo y densidad edilicia. Los registros de velocidad de viento recabados en estaciones del SMN, "sobrestiman" el potencial ventilativo para viviendas de baja altura. Se estima la velocidad de viento a cualquier altura según una ecuación exponencial simple. Se evalúa el potencial de enfriamiento de las distintas estrategias, el cual será comparado con el obtenido de una campaña de mediciones en el sitio.

## INTRODUCCION

Las áreas rurales, urbanas e intraurbanas registran diferencias climáticas. Dichas diferencias responden a los efectos de crecimiento urbano y a los cambios de la estructura urbana y densidad edilicia. [1] Por lo cual se evidencian variaciones en la "capa límite urbana" asociada con diferentes patrones de uso del suelo y en particular de las grandes superficies abiertas (áreas verdes, con agua, con pavimento, etc). Por lo tanto un sistema urbano puede ser abordado a partir de la determinación de áreas relativamente "homogéneas" en función de los patrones de uso del suelo: densidad edilicia, forma de los edificios, orientación de las calles y masa construida, penetración y protección solar, y localización de las distintas funciones dentro de la trama urbana. Esto nos lleva a reflexionar sobre el grado de "representatividad" de las mediciones de las variables climáticas obtenidas en las estaciones meteorológicas.

La ventilación natural como estrategia de enfriamiento en viviendas de baja altura, es un tema de interés creciente, básicamente porque se relaciona directamente con las condiciones de confort interior y con el ahorro energético.

En países periféricos como el nuestro, y más específicamente en la zona bioclimática templado-húmeda, de la ciudad de Rosario, con temperatura del aire y humedad elevadas, la estrategia de refrescamiento por efectos ventilativos, implica la optimización del flujo de aire para favorecer la evapotranspiración de la piel de los ocupantes y el enfriamiento de la masa estructural del edificio, mejorando las condiciones de confort interior y reduciendo el consumo de energía.

# Investigadora Consejo de Investigaciones UNR, Director Arq. Elio R. Di Bernardo

## DESARROLLO

La escasa información existente sobre el tema se focaliza sobre construcciones aisladas, a pesar de que ciertas esferas del conocimiento como la mecánica de los fluidos reconocen la importancia de los elementos adyacentes y de las características de rugosidad de la superficie. [2]

La ventilación natural puede definirse como el intercambio de aire entre el interior y el exterior, siendo éste un fenómeno intencional a través de aberturas (ventanas, puertas) y de control manual. La misma afecta el confort térmico, el consumo energético y la calidad del aire interior.

Respecto al confort interior es necesario tomar con cuidado los denominados "standards y zonas de confort" utilizados corrientemente en los países desarrollados. El uso arbitrario de dichos parámetros a distintas situaciones geográficas, socio-económicas y culturales trae aparejado un grado considerable de error en la estimación de la energía de funcionamiento en edificios para invierno y verano. En este punto entran en juego la reconsideración de los límites de la zona de confort y del grado de adaptación de los ocupantes al clima local, hecho corriente en los países periféricos e ignorado por los países centrales, "creadores" de los standards. [3]

Para evaluar el efecto ventilativo de las fuerzas de viento en edificios, es necesario contar con datos meteorológicos del mismo: dirección prevalente, velocidad, variación de dirección diaria y estacional, sobre la base de un período largo, siendo usualmente los aeropuertos, las estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional. [4]

El flujo de aire en la capa límite urbana está fuertemente influenciada por vórtices horizontales y verticales generados por la disposición de la masa construida, por lo cual dichos perfiles usualmente no coinciden con los datos obtenidos en las estaciones meteorológicas.

La velocidad de viento incidente sobre un edificio es generalmente inferior a los datos meteorológicos de velocidad media del viento para una región, por lo tanto, su uso directo "sobrestimarán" la presión de viento sobre el mismo. La razón por la cual la velocidad de viento a la altura del edificio es inferior, es debido básicamente a los efectos de altura, terreno y obstáculos. La velocidad de viento es igual a cero en la superficie de piso y aumenta con la altura hasta aproximadamente los 610 m sobre el nivel de piso. Las mediciones meteorológicas se realizan usualmente a una altura de 10 m en áreas abiertas, mientras que las unidades de viviendas tienen usualmente menor altura y se encuentran localizadas en áreas más protegidas.

ASHRAE plantea que los sistemas de ventilación natural deben ser diseñados para velocidades de viento de la mitad del promedio estacional, siendo dicho valor menor en verano que en invierno y en horas de la noche un 25% inferior que durante el día. [5] [6]

Los efectos de obstrucción producidos por árboles, arbustos y otros edificios, produce turbulencia a gran escala que no solamente reduce la velocidad de viento efectiva sino que altera la dirección del mismo. Por lo cual, los datos meteorológicos deben ser reducidos cuidadosamente al aplicarlos en edificios de baja altura.

### Estimación de la velocidad de viento a distintas alturas

Básicamente los factores que afectan el flujo de aire en viviendas de baja altura son de dos tipos: *de forma* y *de flujo*.

Las variables que intervienen en el primero son las referidas a la geometría del edificio y de sus aberturas expuestas a las fuerzas de viento: área de entrada y salida de aire, forma, tipo de abertura (porcentaje abrible), localización de las mismas con respecto a la dirección del viento, elementos exteriores (aleros y parasoles).

Las que actúan en el segundo tipo se refieren a las propiedades naturales del viento: velocidad, dirección y frecuencia.

En el caso de viviendas de baja altura, la forma del edificio es la única forma que el viento "ve", hecho común en áreas suburbanas y rurales.

A medida que aumenta la densidad edilicia (áreas urbanas), la forma del edificio se convierte en un detalle del todo. En este caso, la forma del conjunto de edificios o masa construida es más importante que el edificio aislado.[7]

Anteriormente se ha planteado la falta de representatividad de los datos meteorológicos recabados en las estaciones para su aplicación directa como input para el estudio de flujo de aire en edificios.

En este caso, se deben confrontar la rugosidad de terreno que rodea el anemómetro y el edificio, así como también la topografía u ondulación del terreno mediante modelos a escala en túneles de viento. El perfil de la velocidad de viento depende de la rugosidad de la superficie que rodea el edificio. Dicha velocidad aumenta a medida que incrementa la altura sobre el nivel de piso.

El perfil de velocidad de viento promedio a cualquier altura puede calcularse con una ecuación exponencial de aplicación simple:[8]

$$v(z)/v(z_{ref}) = \{z/z_{ref}\}^{\alpha} \quad (1)$$

$v(z)$ : velocidad del aire a la altura  $z$  desde el nivel de piso (m/s)

$v(z_{ref})$ : velocidad del aire a la altura de 10 m (m/s)

$z$ : altura desde el nivel de piso (m)

$z_{ref}$ : altura de mediciones meteorológicas (m)

$\alpha$ : exponente rugosidad de la superficie

Dicha ecuación asume que el flujo por viento es isotérmico y horizontal. Supone además que el flujo de aire no variará de dirección como resultado de las diferencias en la superficie de terreno. El valor del exponente  $\alpha$  aumenta con el incremento de la rugosidad de la capa.

La Tabla I muestra la altura de la capa límite y los exponentes para distintas rugosidades de terreno.

TABLA I

Tipo rugosidad	Altura capa límite (m)	Exponente $\alpha$
Area rural	270	0.14
Area suburbana	390	0.28
Area urbana	510	0.40

La figura 1 muestra el perfil de velocidad de viento a distintas alturas, para distintas rugosidades de terreno, resultado de la aplicación de la ecuación 1, para el área bioclimática de Rosario, con velocidad de viento de 8 km/h a 10 m de altura según datos obtenidos del SMN para el mes de febrero de 1984.

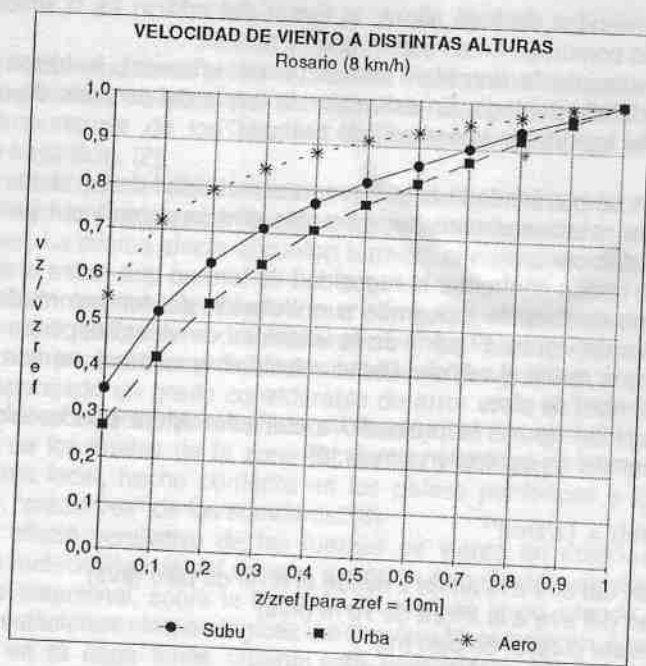


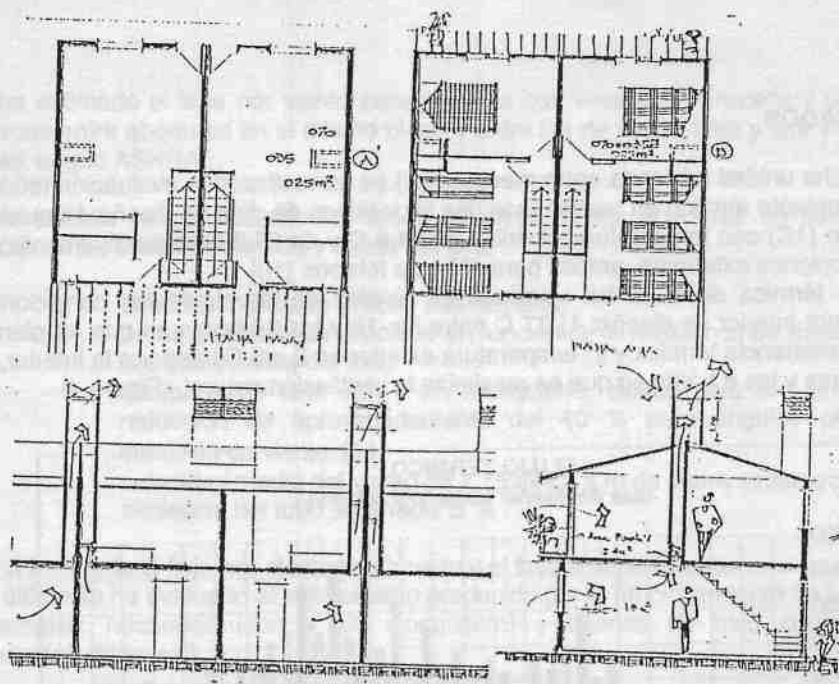
Figura 1

### Estrategia de refrescamiento por optimización de los fenómenos ventilativos

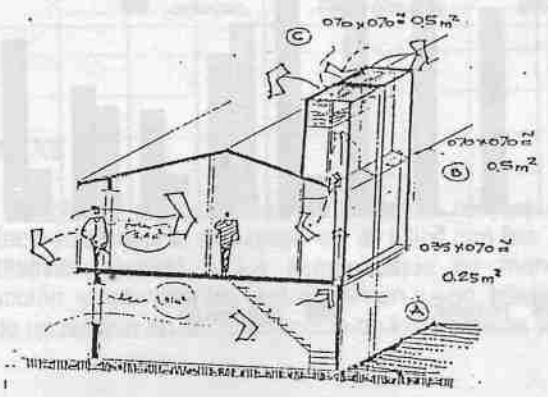
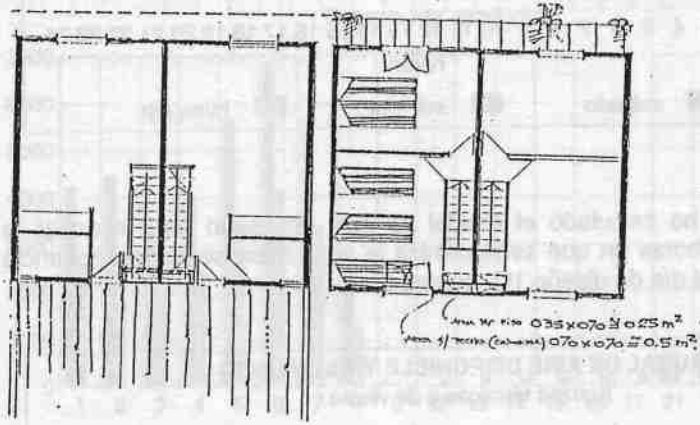
La optimización de las fuerzas de viento para mejorar las condiciones de confort interior en climas templado-húmedos se basa en la propuesta de una secuencia de uso de estrategias ventilativas diurnas y nocturnas. [9] Se ha tomado como objeto de estudio de la evaluación de la eficiencia de las estrategias de enfriamiento, un conjunto de viviendas de interés social, localizado en la zona sur de Rosario, cuyos habitantes están nucleados en la "Cooperativa de Vivienda, Consumo y Crédito Saladillo Sur". Dichas viviendas asentadas en lotes angostos y profundos, en dos plantas, superficie cubierta de 56 m<sup>2</sup>, orientación NNE, cuentan con un área abierta privada de 26 m<sup>2</sup>. La compacidad propuesta responde a criterios de optimización de la envolvente basándose en la reducción de las pérdidas de invierno y de ganancias en verano, por consiguiente, mejorando el confort interior, con un criterio de ahorro energético.

El diseño del conjunto de viviendas en bloques de cuatro unidades, es el resultado de la interacción de un grupo técnico y sus habitantes. (Figuras 2 y 3). Las suposiciones planteadas en cuanto a la secuencia de uso de las estrategias de enfriamiento se basan en la optimización de los procesos ventilativos:

- 1) *Estrategias diurnas*: se refiere a la maximización de la resistencia térmica de la envolvente para evitar ganancias. Se plantea además combinarla con el uso de un tubo enterrado de chapa galvanizada instalado a nivel de las fundaciones como sistema de enfriamiento para recircular el aire y la utilización de ventiladores de techo para reducir la temperatura efectiva resultante.
- 2) *Estrategias nocturnas*: se optimiza la ventilación natural en función de las fuerzas de viento y de diferencia de temperatura para favorecer la evapotranspiración y el enfriamiento de la masa del edificio.
- 3) *Estrategias combinadas (diurnas-nocturnas)* sobre la base de la disposición de la torre de viento construida de dos modos: sobre la escalera, conformando un único conducto con el tanque de agua y sobre la cumbrera. En ambos casos, con aberturas superiores regulables para captar el viento.



Figuras 2 y 3



## RESULTADOS

Sobre dicha unidad (vivienda entre medianeras) se ha realizado la evaluación teórica del comportamiento térmico en verano, con dos situaciones de días de diseño: Húmedo (1B) y Soleado (1C) con temperaturas medias de 24.6 C y de 25.3 C respectivamente, con y sin protecciones exteriores, ambas para el 21 de febrero. [10]  
 La carga térmica diaria se ha calculado en función de las siguientes condiciones de temperatura interior de diseño: 1) 27 C entre las 10 y las 20 horas en que se plantea la máxima resistencia térmica y 2) temperatura exterior en 2 a 3 C inferior a la interior, entre las 21 horas y las 9 horas en que se maximiza la ventilación natural. (Figura 4)

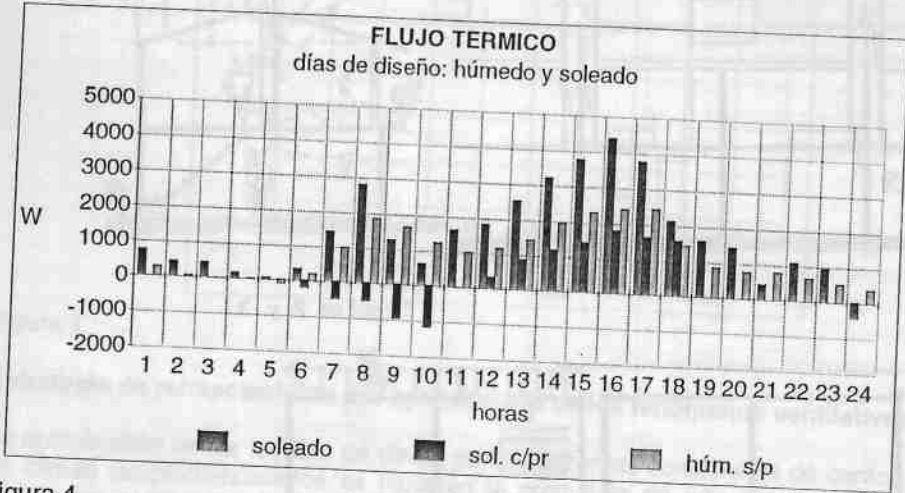


Figura 4

Posteriormente, se ha calculado el caudal de aire necesario para evacuar la carga térmica durante las horas en que se maximiza la ventilación según la secuencia citada anteriormente para el día de diseño 1C. (Figura 5)

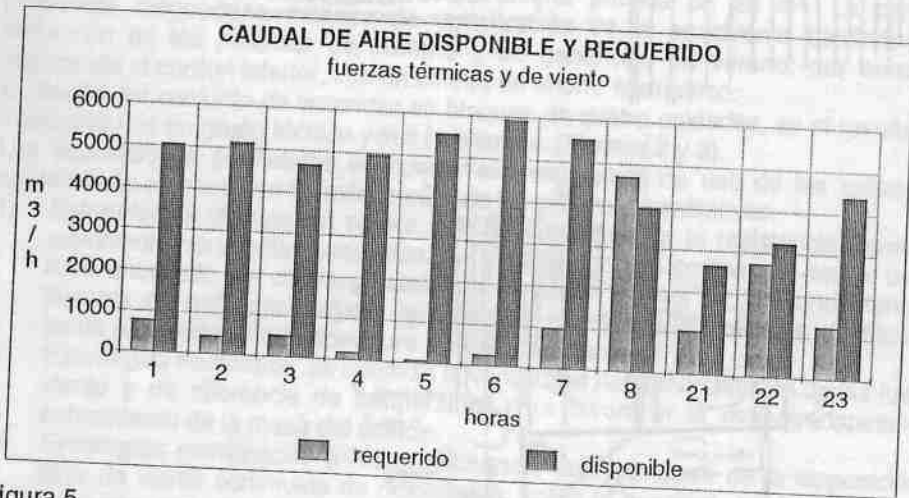


Figura 5

Se ha estimado el flujo por viento para edificios con ventilación cruzada y por fuerzas térmicas entre aberturas en el mismo plano y entre las de planta baja y alta y la torre de viento, según ASHRAE.

Dicho análisis ha considerado las áreas efectivas de las aberturas en función de la relación entre áreas de entrada y salida del aire.

- \* dirección de viento oblicuo a la fachada.
- \* áreas de aberturas *efectivas* en función de la relación entre área de entrada y salida del aire.
- \* aberturas de abrir con y sin mosquetero, siendo para el primer caso la reducción de aproximadamente del 40 % para ángulos oblicuos de dirección de viento. [11]
- \* velocidad media del viento de 1.75 m/s a 5 m de altura según ecuación 1.
- \* eficiencia del tubo enterrado: 5 %

Se ha estimado el flujo por efecto combinado y el flujo real resultante. Por último se ha evaluado el enfriamiento producido por el funcionamiento de las distintas estrategias: nocturnas (con y sin mosquetero) y diurnas de bajo consumo (tubo enterrado). (Figura 6)

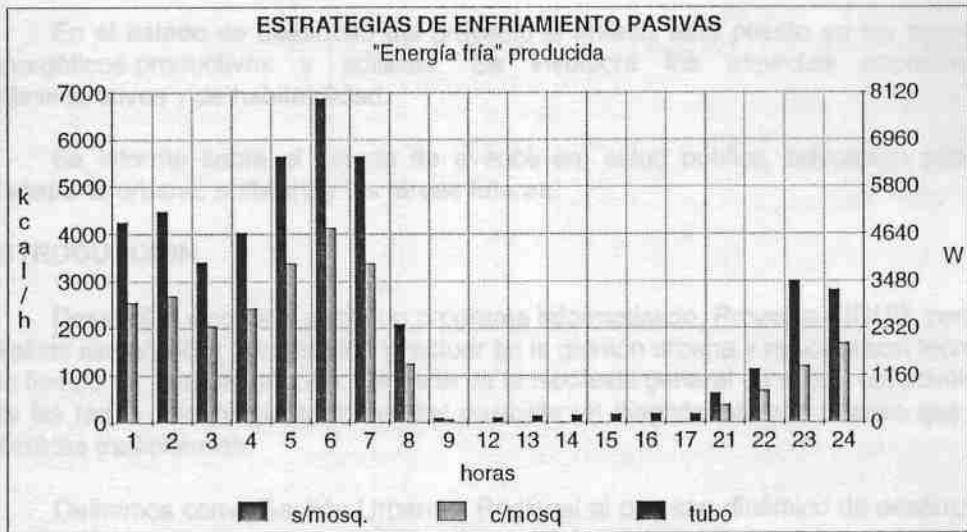


Figura 6

## PERSPECTIVAS

Se plantea corroborar el cálculo teórico realizado con los resultados obtenidos de una campaña de mediciones a realizarse en el sitio, con las distintas configuraciones de torres ventilativas. Debido a los tiempos que se manejan en todo proceso por autoconstrucción, y las variables que entran en juego, básicamente el factor humano, se ha producido un retraso en la construcción de los sistemas ventilativos.

## REFERENCIAS

- 1 Taesler, R.: "Urban Climatological methods and data", Proceedings of the Technical Conference "Urban Climatology and its applications with special regards to Tropical Areas", Mexico 1984.
- 2 Lee, B., Hussain, M. and Soliman, B. "Predicting natural ventilation forces upon low rise buildings", ASHRAE Journal, February 1980.
- 3 Givoni, B. "Comfort, climate analysis and building design guidelines", Energy & Buildings, 18 (1992), pp. 11-23.
- 4 1989 Fundamentals Handbook "Infiltration and Ventilation", Chapter 23 pp. 23.1-23.20.
- 5 Chandra, S., Fairey P., Houston M.: "A handbook for designing ventilated buildings", 1983.
- 6 Fernández Llano, J y De Rosa C. "Potencial de enfriamiento por ventilación en edificios urbanos. desarrollo de un modelo de aproximación. Estado de avance". Actas 13 a. Reunión de Trabajo de ASADES, Tomo II, Salta, 1988.
- 7 idem 2.
- 8 Grosso, M. "Wind pressure distribution around buildings: a parametrical model", Energy & Buildings, 18 (1992) 101-131.
- 9 Di Bernardo, E., Cortés A. y Mosconi P.: "Optimización energética y climatización no-conventional en viviendas de interés social edificadas por autoconstrucción y ayuda mutua", Actas XV Reunión de Trabajo de ASADES, Catamarca 1992.
- 10 Perone D. y Di Bernardo E. "Definición de Días de Diseño para el Area Bioclimática de Rosario". Actas X Reunión de Trabajo de ASADES, Neuquén, 1985.
- 11 Knoenigsberger O., Ingersoll T, Mayhew A., Szokolay S.: "Manual of Tropical Housing and Building, Part 1: Climatic Design", Longman, 1980.

