

VERIFICACIÓN EXPERIMENTAL DE LA EFECTIVIDAD QUE PRESENTAN LOS ASPIRADORES EÓLICOS PARA LA VENTILACION NATURAL

E.Yarke, M.Fujol, J.P.Jimenez

Universidad Nacional de Luján (UNLU)

Cruce Rutas 5 y 7 - (6600) - Luján - Prov.de Buenos Aires - Argentina

Web UNLU : www.unlu.edu.ar – email Director Proyecto: yarke@abaconet.com.ar

TE: +54-11-2323-420380 int 318 ó +54-11-4902-3001 / 4903-8969

RESUMEN

Los aspiradores eólicos son dispositivos mecánicos de sencilla construcción y económicos en su costo que, combinando la acción del viento y el efecto ascendente de los flujos internos del aire mas caliente, fuerzan la ventilación natural de los espacios interiores sin consumir energía. Empleados inicialmente en recintos industriales, su uso se va extendiendo a otro tipo de edificios. Esto genera la necesidad de conocer mejor su efectividad. En este trabajo se relatan las mediciones efectuadas en la Universidad Nacional de Luján sobre dos aspiradores instalados en un recinto constituido por un único espacio sobre el cual se están aplicando variantes constructivas para mejorar su comportamiento energético en el verano. Los aspiradores eólicos están colocados al tope de conductos metálicos verticales exteriores al recinto y vinculados a él mediante rejillas regulables. Se midieron en la parte superior de los conductos: velocidad del aire interior, temperatura y caudal. Esta información se completa con la brindada por una estación meteorológica con mediciones simultáneas de velocidad y dirección del viento y temperatura exterior. Por ventanas ubicadas en la cara opuesta a la que contiene las rejillas, ingresa el aire de renovación. Los resultados obtenidos brindan una efectiva información de la eficiencia de estos equipos.

ABSTRACT

Turbines ventilator are mechanical devices of simple construction and economic cost that combining the action of the wind with the ascending effect of the internal warmer air flows tend to force natural ventilation without power consumption. Its original use was in industrial buildings, but nowadays its use has been extended to another kind of spaces, generating the necessity to know better its effectiveness. In this paper the measurements conducted on two of these equipment made in the National University of Luján are related. Over an building constituted by a single space we settle two turbines ventilator placed on the top of vertical and exteriors metallic conduits united with it by means of adjustable grids. We establish in the up portion of the conduits, the speed of the inner air, temperature and volume. This information is completed with the information given by a weather station with simultaneously information of speed and wind direction in the area and outer temperature. The removed air inlet is done by a fixed windows opening, located on the opposite wall containing the grids. The obtained results allow to compare and draw conclusions that offering an effective information respect to the efficiency of these equipment.

1 – INTRODUCCIÓN

Dentro de la Universidad de Luján, un espacio único de pequeñas dimensiones (17,64m²) es utilizado por el grupo de trabajo como prototipo experimental. Se instaló allí el Laboratorio de Ingeniería

Bioambiental y la elección de ese lugar respondió a las siguientes consideraciones: 1) Es un recinto separado con respecto al resto de las edificaciones próximas, lo que deja sus cuatro caras libres de la influencia inmediata de otros espacios. 2) Está construido con bloques huecos de hormigón, por lo tanto tiene mediana masa térmica y en esto así como en el tipo de cubierta o carpinterías guarda similitud con las típicas maneras como en la Argentina se construyen las viviendas destinadas a los sectores de pocos recursos económicos, con quienes comparte similares patologías. 3) En su versión original presenta un pésimo comportamiento de verano, ya que en todo momento sus temperaturas internas son superiores a las externas. Esto hace que en lo más riguroso del verano, este lugar sea casi inhabitable. - Fig. 1 y 2



Figuras 1 y 2 – Fotografías del recinto del Laboratorio en su versión original

Por ello se pensó en un plan de mejoras sucesivas (todas de bajo costo) que, de alcanzar un resultado satisfactorio, puedan servir como técnicas posibles a ser transferidas a los Institutos de Vivienda de la región, y de esa manera contribuir a elevar la calidad de las viviendas destinadas a los sectores denominados populares.

El programa de mejoras previstas para ser aplicadas en forma sucesiva sobre el recinto, incluye el reemplazo de las actuales ventanas, aislamiento térmico de la cubierta, el cubrimiento de las paredes NE y NO con enredaderas, la introducción de aspiradores eólicos, etc. entre otras medidas. De este programa, en una primera etapa se realizó el aislamiento de la cubierta y se instalaron un par de aspiradores eólicos (Yarke et al, 2006).

Los aspiradores eólicos (también llamadas turbinas eólicas) son dispositivos mecánicos de sencilla construcción y económicos en su costo que, combinando la acción del viento y el efecto ascendente de los flujos internos de aire más caliente, tienden a forzar la ventilación natural de los espacios interiores sin consumo energético. Su inicial empleo se dio en recintos industriales pero poco a poco su uso se va extendiendo a otro tipo de edificios. Esto genera la necesidad de conocer más cabalmente su efectividad dada la ausencia de estudios al respecto, por lo que los eventuales usuarios dependen exclusivamente de la información brindada por los fabricantes, la cual no es totalmente confiable.

Los aspiradores se instalaron al tope de dos conductos de diámetro $\theta=0,25\text{m}$ – Ver Fig.3 y 4 – conectados al espacio interior por dos rejillas regulables para cada conducto de $0,20\text{m} \times 0,20\text{m}$ c/u, hasta totalizar cuatro rejillas de las dimensiones indicadas, ubicadas las inferiores en el cuarto inferior de la pared y las superiores próximas al techo. La mejor ubicación de estas rejillas surgió de acuerdo a las pruebas de humo realizadas sobre un modelo del recinto a escala utilizando un equipo ad-hoc construido por el grupo de trabajo y que se mostró en trabajos anteriores (Yarke et al., 2004) y también en base a experiencias de otros investigadores (Hsin et al, 2002)

En cuanto al funcionamiento de los aspiradores eólicos hay muy poca información disponible de nivel científico, y solo se encontró un trabajo (Lai Ch., 2003) que en base a distintas pruebas con humo en túneles de viento, afirma que si bien a mayor sección se produce mayor caudal aspirado, las

diferencias reales entre $\theta=0,36\text{m}$ y $\theta=0,50\text{m}$ son poco significativas y con $\theta=0,15\text{m}$ no son proporcionales a las secciones de cada caso. Estas pruebas se realizaron con velocidades de aire en el túnel de viento mayores a los 10 m/s muy superiores a las medidas en los alrededores del recinto, cuyos valores medios no superan los 2 m/s.



Fig. 3 y 4 – Aspiradores eólicos instalados al tope de conductos exteriores en la cara SE

2 – OBJETIVO

El objetivo buscado es el de conocer en mayor profundidad cual es la eficiencia de estos mecanismos para su contribución a la ventilación natural de edificios.

3 – METODOLOGÍA

Mediante termoanemómetros provistos con sondas de hilo caliente (marca Testo – Mod 435-2) se midieron en la parte superior de los conductos velocidad, temperatura y caudal del aire interior en cada uno de ellos. Esta información se completa y compara con la brindada por una estación meteorológica (Marca Davis modelo Monitor II) cuyo anemómetro se instaló en las cercanías del recinto y que brinda información simultánea de velocidad y dirección del viento en el área, temperatura exterior e interior, presión atmosférica y humedad relativa. Por ventanas con abertura fija ubicadas en la cara opuesta a la que contiene las rejillas de ingreso de aire a los conductos, ingresa el aire de renovación.

Las sucesivas mediciones en los conductos abarcaron períodos de algo mas de 24hs. entre dos días consecutivos (generalmente desde las primeras horas de la tarde de un día a igual momento del día siguiente). Para aprovechar al máximo la capacidad de memoria de los equipos se hicieron las mediciones cada 20 segundos para el caso del termoanemómetro y cada 1 minuto para el caso de la Estación Meteorológica. El período de mediciones abarcó (en esta etapa) desde el mes de septiembre del 2006 hasta el mes de enero del 2007.

La posición de los conductos (con sus respectivos aspiradores al tope) si bien se hallan en la misma cara del recinto, ofrecen ciertas diferencias entre sí. El ubicado a la derecha (observando la cara desde afuera) al que denominamos “1” está mas expuesto a los vientos con excepción del cuadrante **S** y recibe radiación solar durante las mañanas. El otro conducto, el denominado “2”, tiene sombra de radiación solar en dos tercios de su altura y sombra de viento en los cuadrantes **SE**, y **S**.

Las mediciones realizadas, tanto con el anemómetro como con la estación meteorológica, se volcaron a gráficos que integran los valores medidos en períodos de media hora y se valoró el funcionamiento

global, así como la influencia que tienen los cambios en la velocidad y dirección del viento, la temperatura interior en el recinto y del aire en los conductos, en función de los caudales extraídos.

4 - ANÁLISIS DE RESULTADOS

a) Funcionamiento Global: Los aspiradores funcionan durante todo el tiempo mas allá de que haya viento o se esté en un período de calma. Esto fue confirmado por las mediciones realizados, obteniéndose un valor mínimo de extracción (para la integración cada 30 minutos) de 45 m³/h equivalentes (con cero de velocidad de viento) y un máximo de 400 m³/h (con 5,3 m/s de velocidad de viento). Los valores medios para todo el período de mediciones fueron de 125 m³/h para el eólico “1” y de 107 m³/h para el eólico “2” lo cual indica que cierto sombreado en algunas direcciones del viento tienen una influencia importante en los resultados globales. En todo el período de mediciones la velocidad media del viento fue apenas de 1,1 m/s

b) Relación entre velocidad y dirección del viento con respecto al caudal: El análisis de resultados en un lapso muy particular (el 25/26 de enero de 2007) es muy significativo respecto de cómo actúan los aspiradores eólicos bajo ciertas circunstancias. Cuando estadísticamente la amplitud térmica media en el mes de enero en la región, es de 11 a 12 °C; entre el mediodía del 25/1 al mediodía del 26/1/2007 solo hubo una amplitud térmica de 1,2 grado °C (de 24°C a 22,8°C) con ausencia casi total de viento y humedades relativas superiores al 85%. En ese lapso, la temperatura interna del recinto fue como promedio 1 grado °C superior a la exterior, manteniéndose esa diferencia con pocas variantes durante el tiempo considerado –Fig. 5

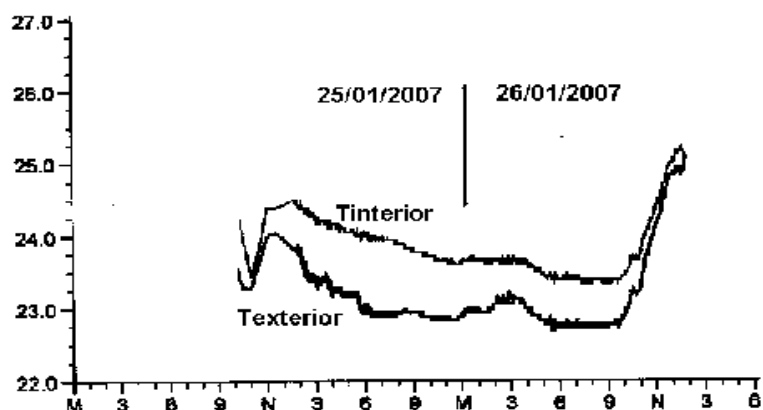


Fig. 5 – Temperaturas interna y externa entre el 25/ 01 y el 26/ 01/ 2007

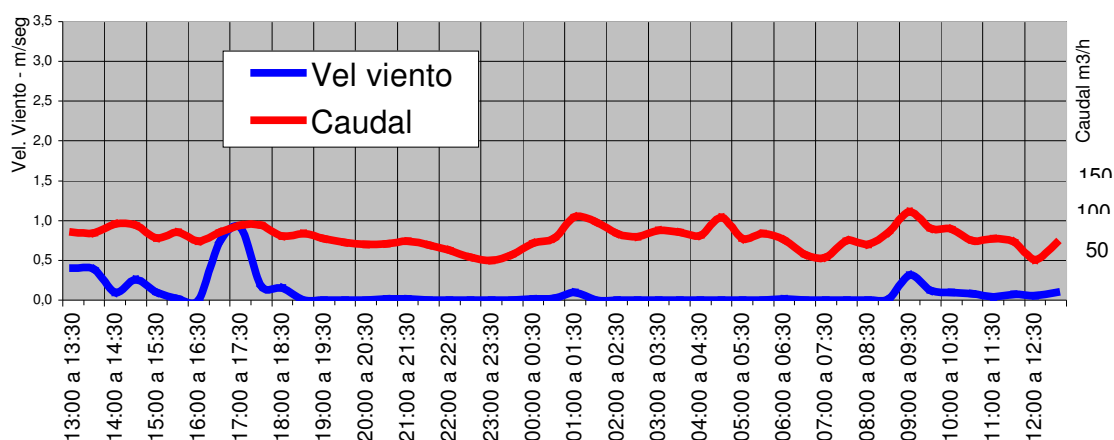


Fig. 6 – Caudal extraído por el eólico “2” bajo ausencia casi total de viento

No obstante, el eólico siguió extrayendo aire del interior del recinto (aunque con caudales no muy significativos) y produjo una extracción media de 80 m³/h – Fig. 6

Otro ejemplo interesante fue el comportamiento del eólico “1” entre los días 25/26 de septiembre de 2006. En esos días, entre las 13hs. del 25/9 y la misma hora del 26/9 hubo vientos permanentes con velocidades entre 1,5 a 3,1 m/s provenientes de los cuadrantes N y NE. La curva de caudales extraídos acompaña las variaciones en la velocidad del viento, mostrando ser bastante sensible a los aumentos de velocidades provenientes de cuadrantes no sombreados.- Fig. 7

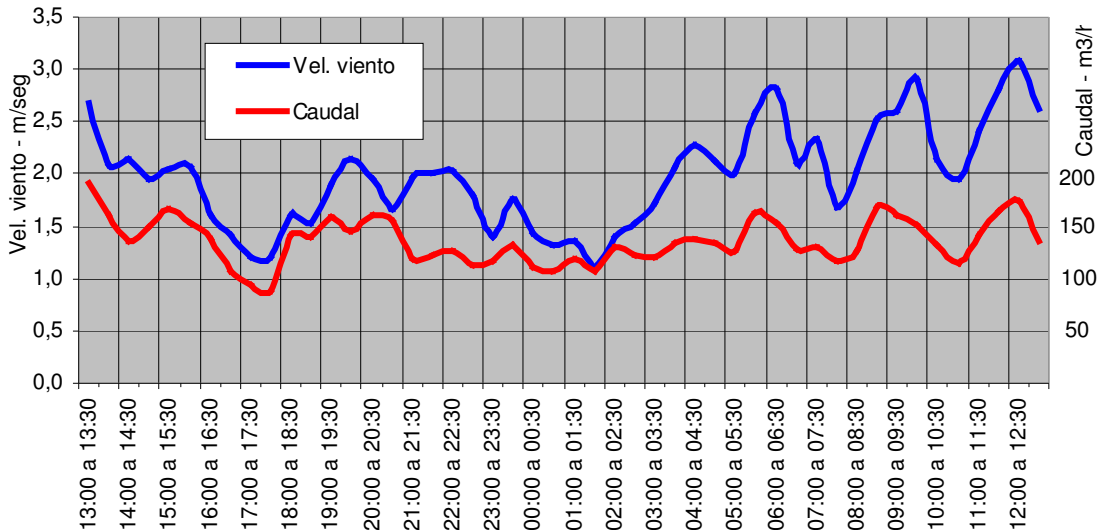


Fig. 7 - Sensibilidad de los aspiradores eólicos a las variaciones en la velocidad del viento

En cambio, cuando los aumentos en la velocidad del viento provienen de cuadrantes con sombra relativa, la sensibilidad es mucho menor, permaneciendo los caudales extraídos en forma relativamente constantes. Tal es el caso del eólico “1” en las mediciones entre los días 4/1 y 5/1 de 2007 cuando el viento con velocidades aumentadas provenía del cuadrante Sur.- Fig 8 –

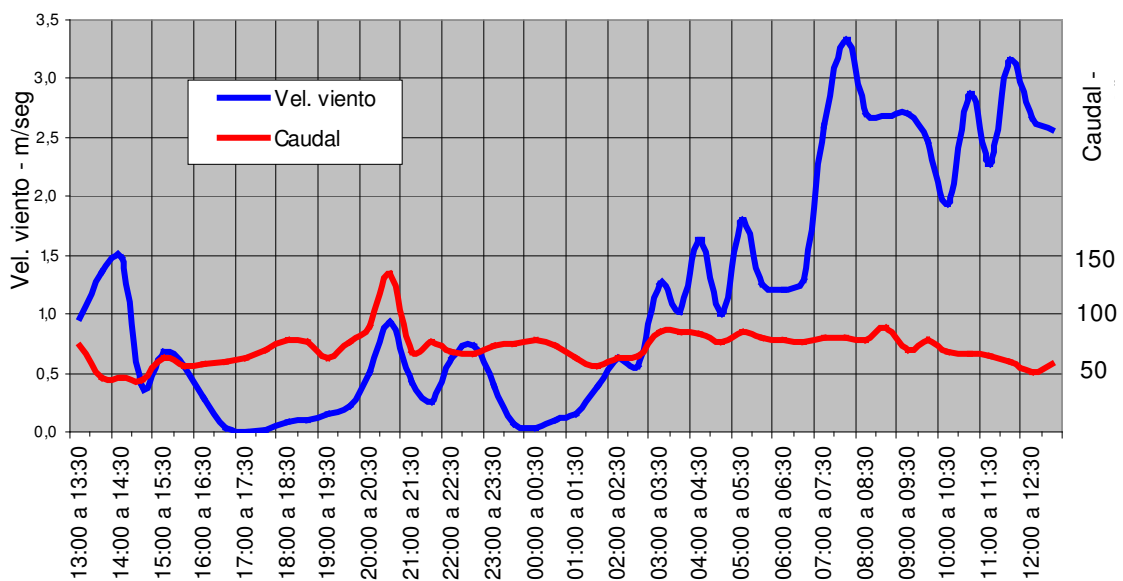


Fig. 8 – Escasa influencia en los caudales extraídos, cuando el aumento de velocidad proviene de cuadrantes sombreados

En general, todas las mediciones realizadas presentan variantes de los ejemplos mostrados, con patrones de comportamiento similares a los aquí descritos.

c) Relación entre temperaturas internas y en el conducto con respecto al caudal: Una mínima diferencia de temperaturas entre el aire interior del recinto y el aire exterior, es suficiente para que los aspiradores eólicos funcionen. Pero una vez superado ese umbral, la influencia de las temperaturas relativas y los delta T entre la temperatura interior y la exterior es poco significativa. En el ejemplo de las mediciones efectuadas entre el 18/9 y 19/9 de 2006 en el eólico “2” se advierte una importante amplitud térmica diaria y una significativa diferencia entre la temperatura interna (mas alta) y la externa – Fig. 9 –

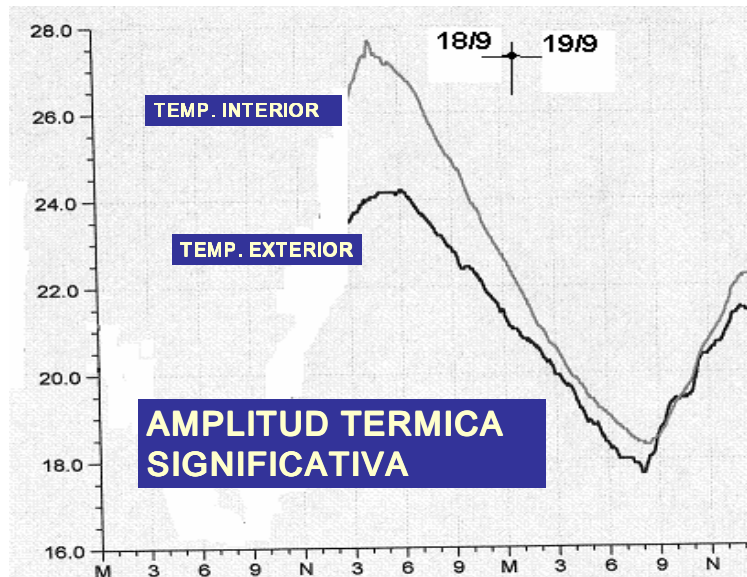


Fig. 9 : Amplitud térmica entre los días 18/9 y 19/9 y delta T entre las máximas interna y externa

Esto llevaría a pensar que los caudales de extracción estarían muy influenciados por ello. Sin embargo cuando se analiza el gráfico correspondiente a la relación entre velocidad del viento y el caudal, se advierte que las variaciones en el viento tienen una influencia mucho mayor que las temperaturas - Fig. 10 -

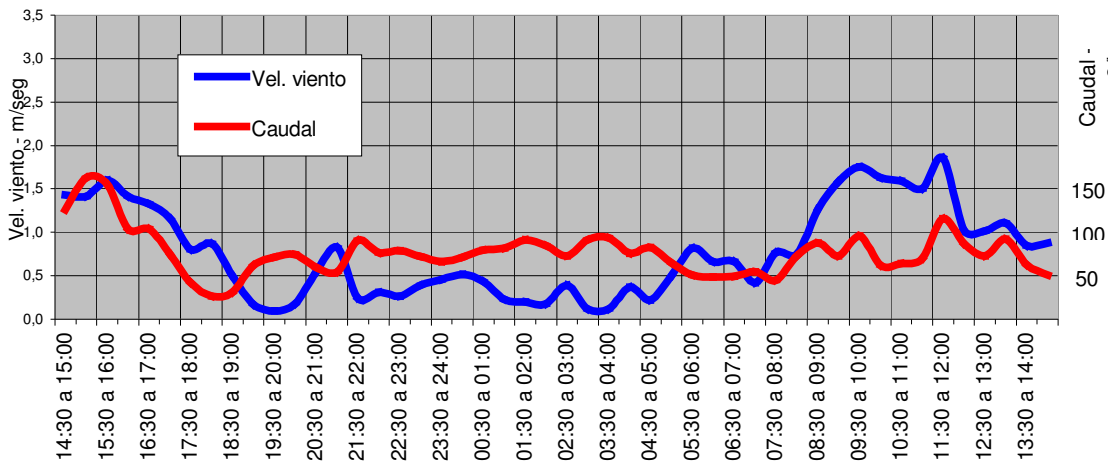


Fig. 10 : Entre los días 18/9 y 19/9 , los caudales extraídos por el eólico “2” están poco influidos por las temperaturas

En donde se nota una mayor influencia de las temperaturas es en los efectos de turbulencia que se producen en el interior de los conductos. Esto se percibe con claridad en las mediciones realizadas en

el eólico “2” entre los días 20/11 al 22/11 de 2006 en donde se midieron la temperatura del aire en el interior del conducto y las variaciones instantáneas de caudal, cuya variabilidad es demostrativa de la turbulencia en los flujos internos por el conducto. – Fig. 11

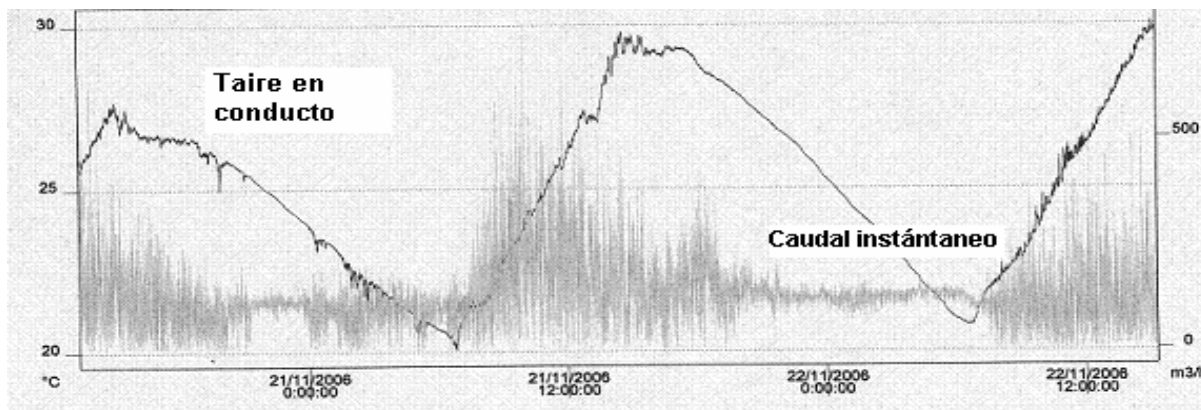


Fig 11 : En este gráfico se advierte que en los períodos de aumento en la temperatura interna del aire en los conductos, se incrementa la turbulencia de los flujos ascendentes. Por la noche y cuando desciende la temperatura interna del aire, los flujos se estabilizan y el caudal permanece casi constante.

5 – CONCLUSIONES

La investigación realizada permite conocer con mayor precisión cuales son los patrones de comportamiento de los aspiradores eólicos en su función de contribuir a la ventilación natural de los edificios.

La mas significativa de las conclusiones es que basta una mínima diferencia de temperaturas entre el aire exterior y el interior para que el eólico extraiga aire del interior de los locales, aunque la ausencia de viento sea absoluta. Esta característica, junto con lo económico de su costo y el que no consuman energía son sus mayores ventajas.

A partir de ese funcionamiento de base, su capacidad de extracción es sensible a la velocidad y dirección de los vientos actuantes, aunque el incremento de los volúmenes extraídos no es directamente proporcional al aumento en las velocidades de los mismos. Cuando el viento proviene de direcciones que puedan estar sombreadas, su efecto es mucho menor aunque la forma aerodinámica de los eólicos mitiga esta circunstancia.

Las temperaturas, en función de la amplitud térmica diaria o de las diferencias de temperaturas entre el aire interior y el exterior dejan de tener una influencia significativa en los caudales extraídos una vez que se supera el umbral de arranque. Las temperaturas influyen con mayor evidencia en cuanto a que contribuyen a aumentar las turbulencias internas de los flujos que se desplazan por los conductos.

Estos aparatos pueden hacer un aporte interesante y positivo a la ventilación natural de edificios no industriales. En el caso particular del laboratorio en donde se instalaron, las renovaciones horarias medias pasaron del valor medido-estimado de 2 renovaciones por hora previo a los eólicos a los valores medidos actuales de 5 renovaciones por hora.

6 – REFERENCIAS

HSIN Y., CHIU-HSIUNG H. y CHIUNG-MIG L. (2002): “Scale Model Analysis of Opening Effectiveness for Windows-induced Natural Ventilation Openings” – Biosystems Engineering N° 82 – 2 – pages 199-207

LAI C. (2003) : “Experiments of the ventilation efficiency of turbine ventilators used for **building** and factory ventilation” – Energy and Buildings 35 pages 927-932

YARKE E., FUJOL M., VITALI L. y SEOANE M. (2004): “Ventilación Natural: Estimación de Parámetros Sobre Modelos a Escala Utilizando Equipamiento de Bajo Costo” – revista AVERMA – Volumen 8 - N°2 – Sección 8 – 01 – La Plata - Argentina

YARKE E., FUJOL M., ALONSO CASTILLO P., VITALI L. y JIMÉNEZ J.P. (2006) :”Evaluación Energética de las Primeras Mejoras Constructivas Realizadas Sobre un **Laboratorio de la UNLU**” – revista AVERMA – Volumen 10 - N°2 – Sección 8 – 09 – Cdad. de Buenos Aires - Argentina