

ANÁLISIS FLUIDODINÁMICO PARA UNA VIVIENDA TIPO. MEDIDAS EN UN TÚNEL DE VIENTO.

N. Salvo, I. de Paul

INENCO – Universidad Nacional de Salta
Buenos Aires 177 – CC 4400 – Salta – Argentina
E-mail: nahuel@ciunsa.edu.ar – depaul@ciunsa.edu.ar

RESUMEN

El fenómeno físico en el cual una vivienda interactúa con el viento constituye un aspecto importante cuando se trata de evaluar los coeficientes globales de transferencia térmica.

Un conocimiento real de las soluciones fluidodinámicas y su dependencia con la aerodinámica de una vivienda constituye una descripción más realista de la dinámica del flujo y del proceso de transporte.

A tal fin se presentan las medidas realizadas en un túnel de viento sobre una maqueta a escala de un prototipo construido por el INENCO en el campus de la Universidad Nacional de Salta.

INTRODUCCIÓN

Las pérdidas térmicas desde una vivienda al ambiente por efecto del viento dependen fuertemente de sus características fluidodinámicas; es diferente la transferencia si el flujo que rodea un objeto es de carácter laminar o turbulento, y en este último caso, si la escala de la turbulencia es grande o pequeña.

Con el objeto de analizar estos aspectos que hacen a la transferencia térmica e importan desde el punto de vista del aprovechamiento más eficiente de los recursos energéticos y la simulación numérica del comportamiento térmico de un edificio se encaró el ensayo en un túnel de viento de una maqueta a escala 1:25 de una vivienda que consta de dos locales separados por un tabique (figura 1). Este prototipo está construido en el campus de la UNSa.

El análisis de las características fluidodinámicas de un flujo que rodea a una vivienda puede llevarse a cabo a partir de la interpretación de los coeficientes de autocorrelación temporal y de la densidad de potencia espectral de medidas realizadas de la velocidad del fluido en posiciones particulares alrededor del objeto inmerso en él. En el presente trabajo se estudian las características de un flujo y su variación por efecto de la presencia de la maqueta.

La velocidad media en el túnel de viento se ajustó a 9.7 m/s y fue medida con una sonda de hilo caliente. En la figura 1 se muestra un esquema de la disposición de la maqueta en el túnel y los puntos de medida.

DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

La experiencia consistió en colocar en el túnel de viento del LACLYFA(UNLP) una maqueta a escala 1:25 y medir la velocidad del flujo en determinados puntos empleando una sonda de hilo caliente que mide las componentes u y v del flujo. La frecuencia de muestreo del sistema de toma de datos se fijó en 500 Hz por canal, con un total de 2 por 8192 datos para ambos canales en cada punto de medida. Se utilizó una sonda DAMTEC R51 en X. Un soft adecuado permite hacer el análisis fluidodinámico y calcular la transformada de Fourier como también los coeficientes de autocorrelación en cada posición medida. El gráfico de potencia espectral de la transformada de Fourier permite reconocer frecuencias características asociadas al flujo: por ejemplo la potencia espectral a bajas frecuencias indica la presencia de valores de velocidad periódicos, con período grande; esto está asociado a la presencia de vórtices grandes que son arrastrados por el flujo. Lo contrario ocurre a frecuencias altas.

Los coeficientes de autocorrelación permiten establecer si una medida realizada en una posición dada, en un instante t_1 , condiciona el valor de la misma medida realizada en un instante posterior t_2 . Si en flujo turbulento existen estructuras características tales como vórtices de velocidad V , de una escala espacial D , dos medidas separadas por un instante $t_2 - t_1 = \Delta t < D/V$ mostrarán un coeficiente de autocorrelación alto, mientras que medidas separadas un intervalo $\Delta t > D/V$ presentarán un coeficiente de autocorrelación bajo.

Si en un gráfico de la función de autocorrelación en función del tiempo, se encuentra que valores altos predominan hasta un tiempo característico τ , éste valor indica la presencia de vórtices grandes si τ es grande y vórtices pequeños si τ es pequeño. Este análisis nos da una idea de la escala de turbulencia y su efectividad en el proceso de disipación térmica ya que, si bien los vórtices grandes transportan más energía, los pequeños son más eficaces en el proceso de disipación térmica.

A partir de lo anterior las mediciones realizadas tuvieron el objeto de estudiar el comportamiento fluidodinámico del fluido que rodea al cuerpo bajo estudio y analizar de que manera influye la geometría de una vivienda sobre el flujo cuando el viento incide en forma normal a esta. En la figura 1 se muestra un esquema de la maqueta utilizada y los puntos de toma de datos. En cada punto del 1 al 4, se respeta la distribución vertical que se muestra en la vista lateral. Contando desde el piso del túnel de viento las diferentes alturas de los puntos para la distribución vertical son 0.02 m, 0.05 m y 0.08 m.

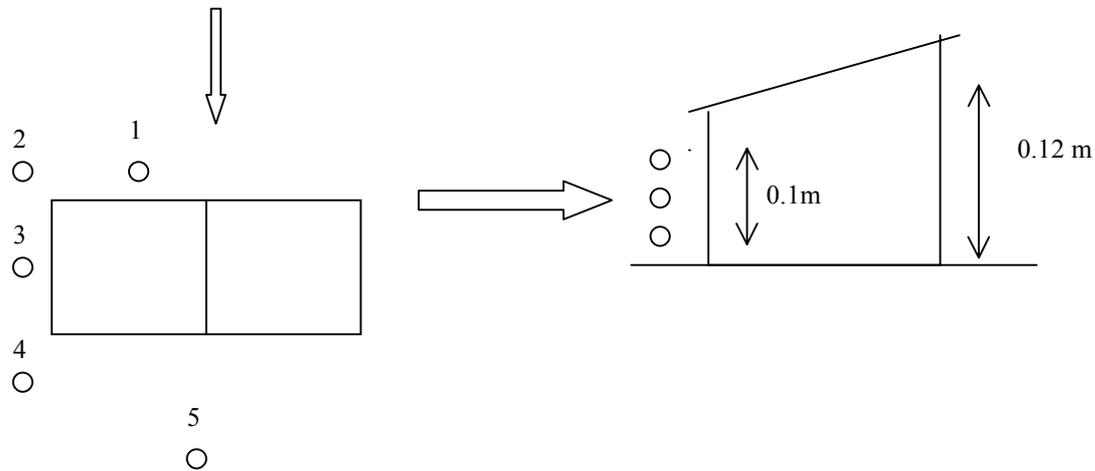


Figura 1

RESULTADOS EXPERIMENTALES

En las figuras 2 y 3 se muestra el coeficiente de autocorrelación de la velocidad del flujo para dos diferentes puntos de medida, cada gráfica esta parametrizada con respecto a la altura z .

Para el punto 1 de medición vemos a partir de la función de autocorrelación que para $z = 0.02$ m hay pequeñas estructuras pero éstas crecen a medida que aumenta z . Se puede apreciar en la gráfica del punto 3 que a la altura de $z = 0.02$ m está caracterizada por estructuras mayores que las correspondientes a otros valores de z . Por otro lado hay que resaltar que el punto $z = 0.02$ m conserva las estructuras durante un tiempo mayor. Recordemos que este punto se encuentra en el costado del edificio, ésto significa que en este lugar se está generando el desprendimiento de la capa límite que se desarrolla en vórtices grandes.

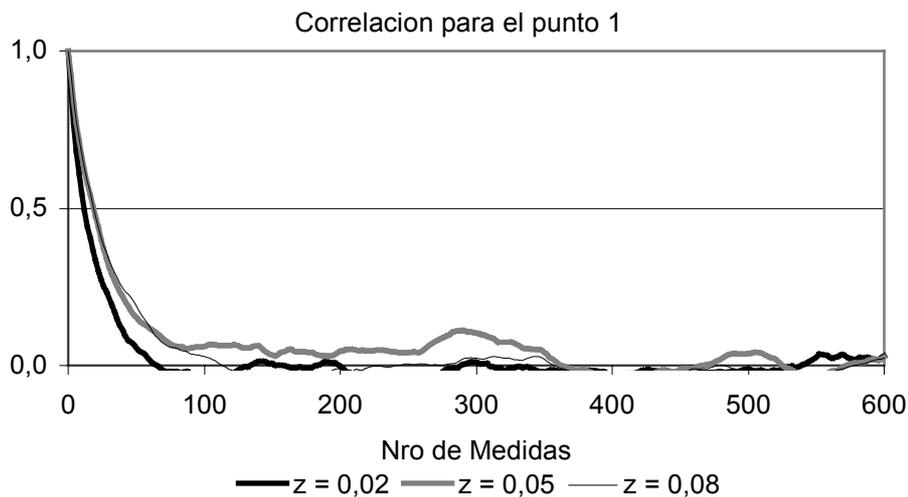


Figura 2

Estas gráficas (Figuras 2 y 3) nos dan la evolución de las estructuras del fluido incidente, cuando nos movemos verticalmente. En la figura 4 se puede apreciar para una altura $z = 0.05$ m como se correlacionan los valores de velocidad del flujo pero ahora considerando un desplazamiento a lo largo del túnel, o sea en distintos puntos alrededor de la vivienda.

Puede observarse que los puntos 1 y 2 están caracterizados por vórtices los cuales se desprenden constantemente. En el punto 4, podemos decir, a partir de la forma que tiene la función de autocorrelación que existen estructuras más pequeñas. Esto es lógico de esperar ya que la ubicación del edificio con respecto a la dirección principal del viento hace que la zona por detrás

del objeto se encuentre dentro de la capa límite turbulenta, caracterizada por estructuras más pequeñas que las que predominan en el flujo inicial.

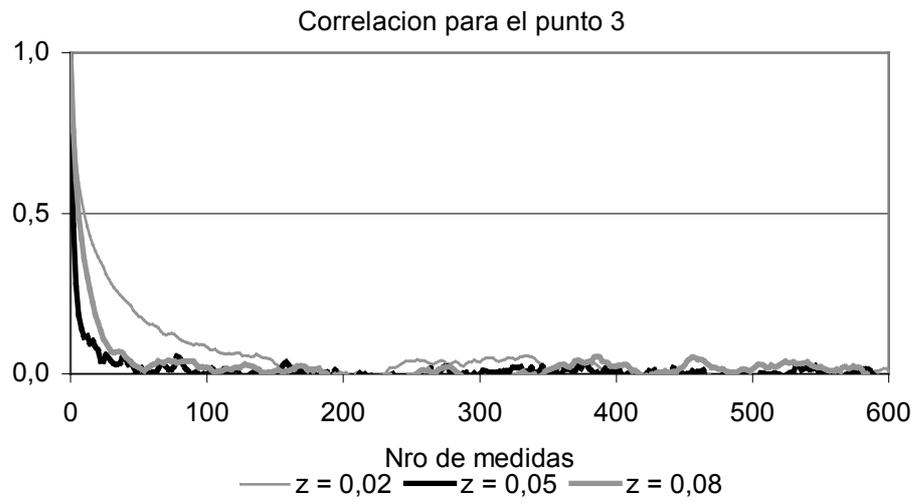


Figura 3

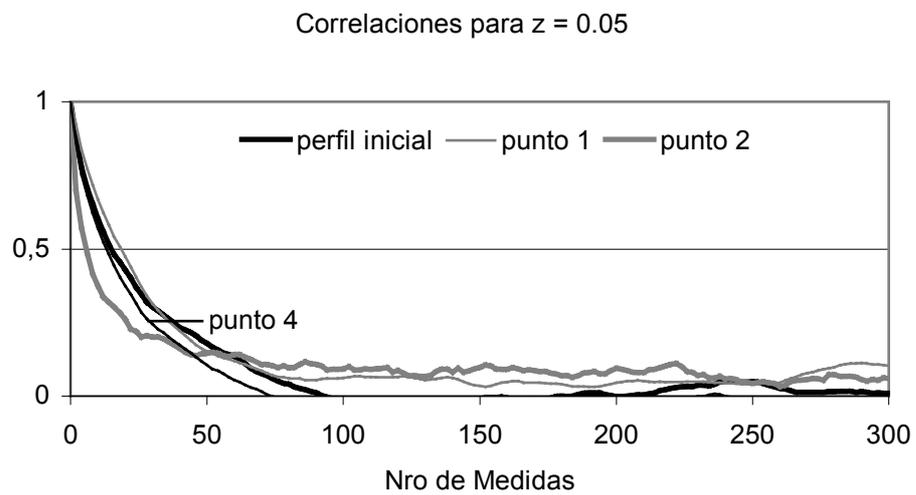


Figura 4

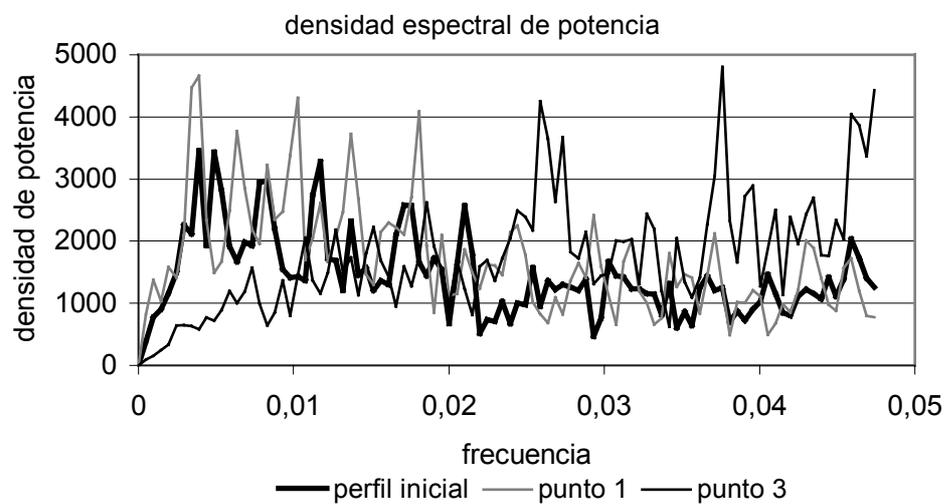


Figura 5

La figura 5 muestra la distribución espectral de potencia para dos puntos de medida, el punto 1 y el punto 3. Se puede apreciar de la gráfica que el perfil inicial tiene concentrada la mayor parte de su energía a baja frecuencia, lo que significa predominan las estructuras grandes. Por otro lado el punto 1 también concentra su energía a baja frecuencia, esta zona que esta al frente del edificio, se caracteriza por tener grandes vórtices. Por otro lado en el punto 3 su energía se concentra a frecuencias mayores por lo tanto en esta zona las estructuras son más pequeñas.

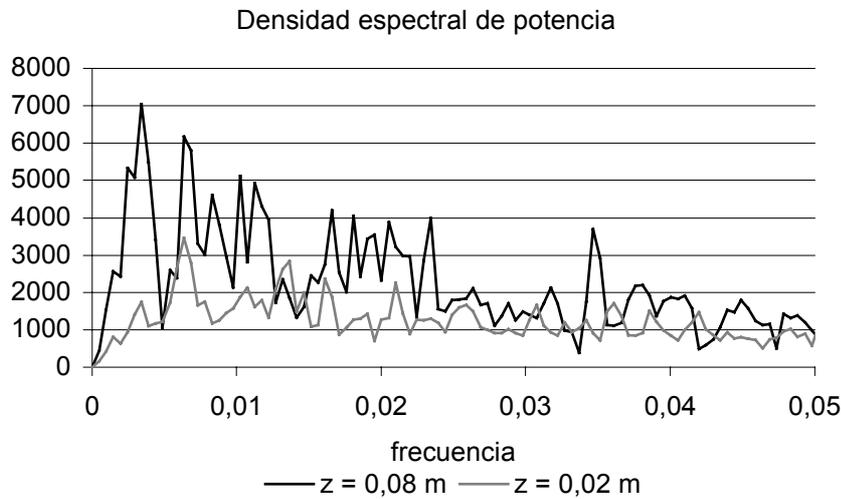


Figura 6

En la figura 6 se muestra la densidad espectral de potencia para el punto 1, que está al frente del edificio, pero ahora se han considerado dos alturas diferentes. Se puede apreciar que cuando $z = 0,02\text{ m}$ la distribución de energía es a lo largo de casi todo el espectro de frecuencia. Esto puede explicarse a partir del efecto de fricción del fluido sobre el piso que hace que se disipe la energía del flujo incidente. Cuando $z = 0,08$ la energía inicial se concentra en picos de baja frecuencia. Por lo tanto se empiezan a generar estructuras de mayor tamaño. Este punto es característico ya que se encuentra al frente del modelo y esta recibiendo la corriente de aire en forma frontal. Por lo que enfrente del edificio y a nivel del piso las estructuras son menores y a medida que se observa a una altura mayor se encuentran estructuras mayores.

CONCLUSIONES

Como primera conclusión del presente trabajo podemos decir de que las características del flujo varían considerablemente alrededor del modelo, sobre todo cuando se consideran diferentes puntos alrededor del objeto bajo estudio. Con respecto a la variación del tamaño de las estructuras, estas ocurren cuando uno observa las características del flujo en diferentes alturas y a lo largo del modelo. Esto último es importante por que estas estructuras influyen en los coeficientes convectivos y se torna importante entender su comportamiento para poder determinar las zonas de mayor pérdida de energía de una vivienda debido al efecto convectivo causado por el viento que rodea a una vivienda.

En otro orden de cosas el análisis precedente sirve para evaluar las características del flujo en distintos lugares alrededor del edificio que se esté monitoreando. El cálculo de la densidad espectral de potencia es importante ya que nos permite establecer el tipo de estructura que esta en contacto con el modelo, además de demostrar de qué forma un fluido utiliza su energía interna para cambiar su condición fluidodinámica.

REFERENCIAS

- 1) V. Natarajan M. K. Chyu – “Effect of Flow Angle of Attack on the local Heat/Mass Transfer From a Wall Mounted Cube” -. Transactions of the ASME. Journal of Heat Transfer Vol 116, pp 552 – 559.
- 2) U. Boldes, J. Colman – “About some aspects of the wake flow of a small cypress tree ,in a free stream with a power law mean a velocity distribution” – Journal of Wind engineering and industrial aerodynamics 61 pp 25 – 50 - (1996).
- 3) H. H. Bruum – “Hot-wire amemometry – Principles an signal analysis” – Oxford University Press - (1995).