

CARACTERÍSTICAS DE UN FLUJO DE FLUIDO ALREDEDOR DE UNA VIVIENDA CONSIDERANDO DISTINTAS ORIENTACIONES

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

Un cuerpo inmerso en una corriente fluida produce cambios en los patrones del flujo. Si consideramos además la forma del cuerpo y su orientación relativa con respecto a la dirección principal del flujo la influencia sobre los parámetros principales de la corriente fluida se verán alterados de manera diferente.

En el presente trabajo se analizan diversos aspectos relacionados con la orientación de un cuerpo y su influencia en el flujo principal en el que está inmerso. Se estudian los coeficientes de autocorrelación temporal y las distribuciones de densidad espectral de potencia de las componentes de velocidad. El análisis de estos coeficientes nos permiten tener un conocimiento más acabado de los coeficientes de disipación térmica y de disipación de momento producidos por el viento sobre una vivienda.

INTRODUCCIÓN

Los patrones de flujo generados instantáneamente por una vivienda modifican los fenómenos de transferencia entre la vivienda y el ambiente exterior. Esta modificación en los patrones del flujo por la presencia de una vivienda, también se ven alterados cuando uno considera la geometría de la vivienda. Otro factor importante a tener en cuenta, para una geometría determinada, es la posible orientación de la vivienda con respecto a los vientos predominantes en la zona donde esta construido el edificio.

La capa de corte generada por la acción de esfuerzos cortantes por la presencia de un sólido presente en una corriente fluida da origen a la capa límite. La velocidad del fluido asciende desde cero en la superficie del sólido hasta el valor del flujo libre. El flujo entre ambos límites esta dominado por los efectos viscosos.

Los flujos originados por el viento están caracterizados por una capa límite turbulenta, la cual sobre una vivienda tiene un espesor de algunos metros. Cuando el flujo incide sobre un costado de la vivienda tal como la esquina recta de la misma, la separación ocurre en forma inmediata. La separación depende entre otros factores, del ángulo de ataque del viento sobre la vivienda. A partir de estas consideraciones, cuando el elemento bajo estudio cambia de posición con respecto a la dirección del flujo principal, los patrones de flujo cambiarán de diferentes maneras detrás del cuerpo.

DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

La experiencia fue realizada en el túnel de viento, perteneciente a la Universidad Nacional de La Plata. Los datos fueron medidos usando una punta en X, marca DAMTEC R51. La frecuencia de muestreo fue fijada 500 Hz por canal, con un total de 2 X 8192 datos para ambos canales en cada punto de medida.

La figura 1 muestra las tres orientaciones empleadas en la experiencia, y una vista lateral de la maqueta utilizada. En cada caso se indica con una flecha la dirección del flujo incidente y también los puntos donde fueron tomados los datos.

En cada punto de medida la punta se movió en forma vertical, con el objeto de poder evaluar la evolución en esta dirección del flujo. Para el caso del flujo principal se midieron en total 18. posiciones sobre el eje vertical. Para los puntos 5 (Experiencia A), 7 (Experiencia B) y 5 (Experiencia C) se consideraron 7 posiciones verticales. Para el resto de los puntos de medida y en las tres experiencias sólo se midió en tres alturas diferentes, que fueron 0.02, 0.05 y 0.08 cm.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

En la figura 1 se muestra, para cada orientación de la maqueta utilizada, la función de autocorrelación para el perfil inicial y para un punto de medida detrás del objeto a una distancia de aproximadamente de 0.1 m. y a una altura de 0.12 m contando desde el piso del túnel de viento, la misma altura se respetó para las tres orientaciones.

A partir de que la función de autocorrelación es la convolución de un dato en un dato t con otro un tiempo posterior, significa que está midiendo la dependencia de un grupo de datos sobre otro grupo de datos previos. Un valor de esta función igual o cercano a la unidad manifiesta una dependencia de lo que sucede en un dado tiempo con lo que sucedió en un tiempo posterior. Esta función es una herramienta importante cuando uno desea estudiar estructuras (vórtices) en un flujo de fluido, ya que el tiempo τ durante el cual la correlación es alta nos da una idea del tamaño de la estructura.

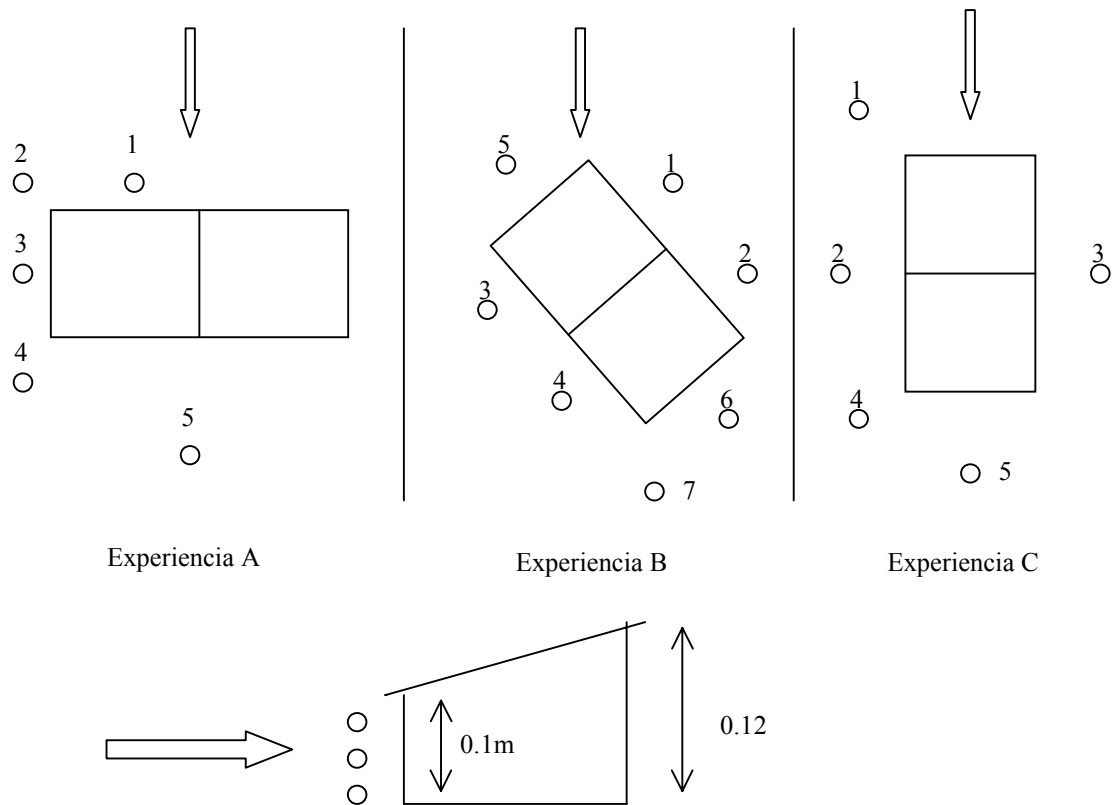


Figura 1

La figura 2 muestra la función de correlación temporal para los primeros 200 datos. A partir del análisis de esta gráfica se puede deducir que el flujo principal esta caracterizado por vórtices de mayor tamaño que los que se encuentran por detrás del objeto bajo estudio.

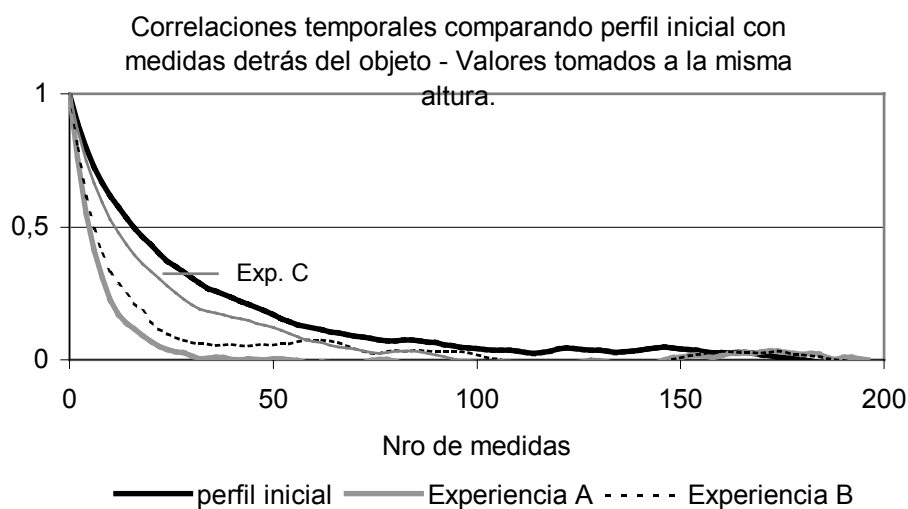


Figura 2

Considerando la geometría de la maqueta y su orientación con respecto al flujo principal se puede deducir que en el caso de la experiencia A cuando el viento incide en forma frontal sobre la vivienda la inclinación del techo hace que por atrás las

estructuras disminuyan rápidamente. En la experiencia B la influencia de la vivienda, que se encuentra enfrentada al perfil inicial a través de una esquina, tiene un comportamiento intermedio en lo que respecta al tamaño de los vórtices que se encuentran por atrás del cuerpo.

La densidad espectral de potencia se define a partir de la transformada de Fourier de la velocidad del fluido. En el eje vertical de ambas gráficas se tomó el valor de la transformada de Fourier y se lo adimensionalizó con la frecuencia y la velocidad fijada para el túnel.

En las figuras 3 y 4 se muestra la densidad espectral de potencia como función de la frecuencia. Físicamente, estas gráficas nos brindan la información de cuanta energía está contenida en una banda de frecuencia determinada. Solo se representan los valores hasta la frecuencia que se muestran. Esto corresponde a los primeros 200 datos.

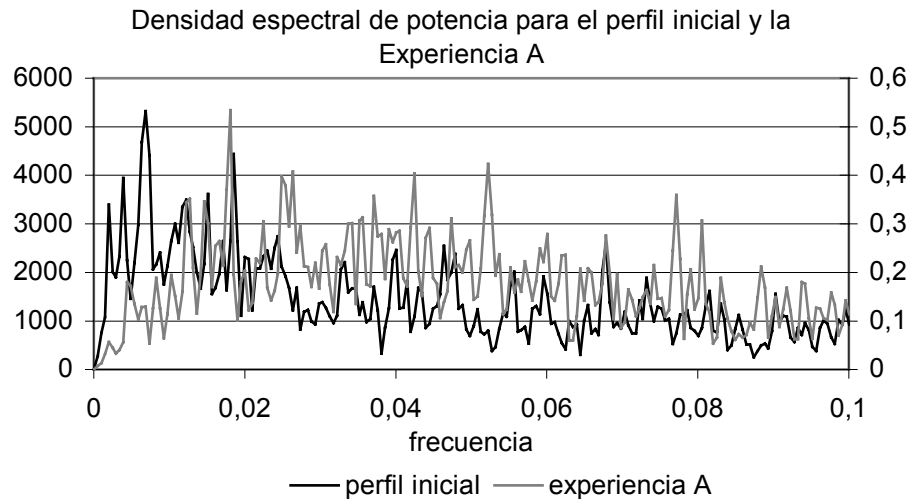


Figura 3

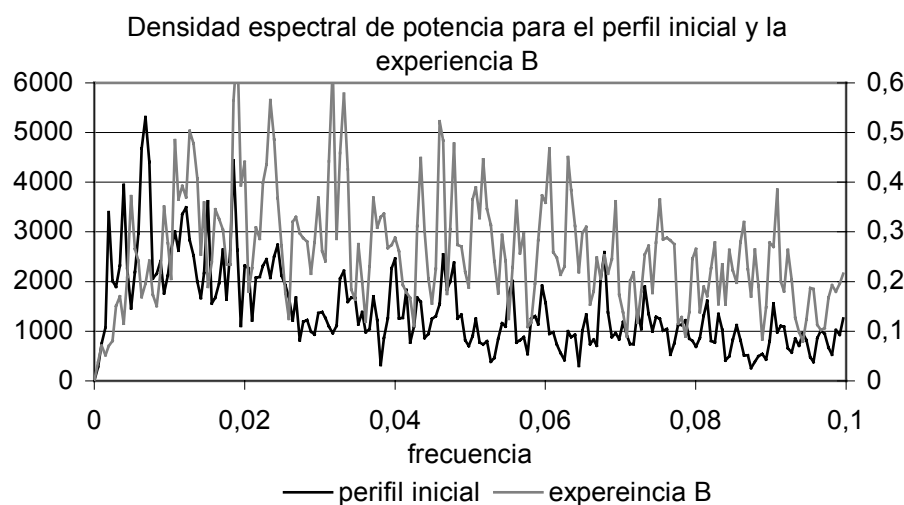


Figura 4

En ambas figuras se compara la densidad espectral de potencia del perfil inicial con la de un punto por detrás del objeto y en la misma posición, con respecto al eje z, como en el caso de la función de autocorrelación temporal. En el eje secundario están referidos los valores del punto por detrás del objeto. Es importante destacar la diferencia en los órdenes de magnitud de los valores en ambos ejes.

Puede observarse que el perfil inicial está caracterizado por picos a baja frecuencia, lo que significa que en este perfil la mayoría de la energía está concentrada en estructuras grandes. Toda esta energía que trae el flujo inicialmente y concentrada en frecuencias bajas, luego de pasar por la vivienda, para ambas orientaciones, se distribuye en frecuencia, obteniéndose valores considerables a frecuencias mayores o sea las estructuras del fluido son menores. Es importante destacar que las gráficas para los puntos por detrás del objeto bajo estudio están referidas al eje secundario.

En la figura 5, se compara la densidad espectral de potencia para el flujo atrás del objeto. Puede apreciarse que el caso de la experiencia B está caracterizado por picos en ciertas frecuencias determinadas no así en la experiencia A.

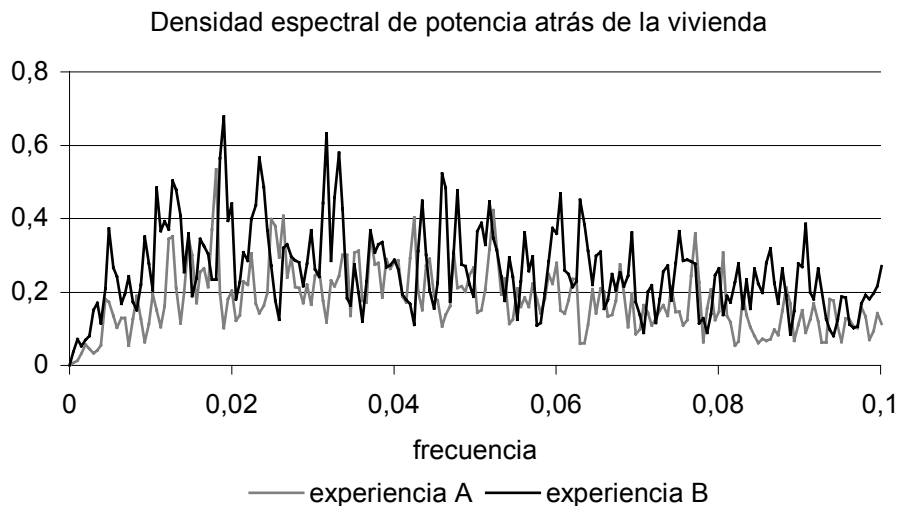


Figura 5

CONCLUSIONES

Una primera conclusión de la experiencia realizada es que los regímenes del flujo por atrás de un objeto son muy dependientes del ángulo de ataque. Ya que a partir de los resultados mostrados se puede observar que cambian los patrones del flujo cuando se lo analiza teniendo en cuenta la orientación relativa de la maqueta, en este caso, con la dirección principal del flujo incidente.

Es importante destacar a partir del análisis de la figura 2 que la variación de la función de autocorrelación implica un cambio de escala en las estructuras de valores grandes a escalas más pequeñas. Esto está relacionado con la variación observada en la función espectral de potencia. Recordando que los procesos de transferencia están dominados principalmente por estructuras de gran escala, grandes vórtices, significaría que las condiciones para objetos por detrás del objeto analizado tendrían un flujo caracterizado de manera diferente. Esta diferencia aguas abajo implicaría una correlación diferente para el análisis de fenómenos convectivos.

Estudiando detenidamente las diferentes orientaciones a partir de las figuras 3 y 4 puede observarse que la orientación óptima frente a un flujo de fluido es la de la experiencia A ya que luego detrás del objeto la distribución de energía es mucho más homogénea y caracterizada por estructuras menores, lo que significa que hay más disipación.

En el caso de las otras experiencias, considerando el punto de vista fluidodinámico tienen el inconveniente que el flujo por detrás de la vivienda, todavía conserva estructuras que son de una escala considerable, esto es importante desde el punto de vista de los fenómenos convectivos e influiría dentro del local.

Para el caso de la experiencia A, la orientación de la vivienda, hace que toda la energía que contiene el flujo inicialmente se distribuya en frecuencia hacia atrás del objeto. Esto es claro debido a la forma del techo de la maqueta, significa entonces que esta forma hace que cree atrás del objeto una zona caracterizada por vórtices pequeños. En el caso de la experiencia B, al encontrarse una esquina de la vivienda enfrentada a la dirección del perfil inicial, esta orientación hace las características del flujo conserve estructuras grandes por atrás del obstáculo. En particular la densidad de potencia es mayor para ciertas frecuencias por atrás del objeto para la experiencia B que para la experiencia A. Esto también puede apreciarse a partir de la Figura 5, la cual muestra la distribución espectral de potencia para dos experiencias. Los picos en determinadas frecuencias puede deberse a que para esta experiencia la vivienda esta en diagonal con el flujo incidente, por otro lado en la experiencia A, el techo que esta orientado a favor del flujo hace que toda la energía contenida se distribuya hacia atrás del objeto.

Por lo tanto un análisis de las condiciones del viento en una zona determinada donde se construirá un grupo de vivienda se torna necesario para que las características térmicas de las mismas se mantengan similares.

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).