

AERODINAMICA DE CUERPOS ROMOS CON GEOMETRIA SIMILAR A LA DE UN DESTILADOR SOLAR

Rolando Nahuel Salvo, Irene De Paul
INENCO - Universidad Nacional de Salta Calle Buenos Aires 177, (4400) - Salta, Argentina
Teléfono: 54 87 255424, Fax: 54 87 255489
E-mail: nahuel@ciunsa.edu.ar

RESUMEN

El propósito de este trabajo es evaluar y describir el comportamiento de un flujo de fluido alrededor de un cuerpo con geometría similar a la de un destilador solar tipo batea con cubierta a dos aguas, empleando los resultados obtenidos de una serie de experiencias realizadas con un túnel de viento. Se describe el movimiento del aire cuando este incide sobre un cuerpo, aerodinámicamente romo. Para esto se realizaron medidas de velocidad del aire en diferentes zonas cercanas al modelo propuesto. Con el objeto de visualizar la influencia de la forma del cuerpo, se prueban diferentes relaciones entre superficie de la base y altura del mismo. Se presenta en forma gráfica los perfiles de velocidad obtenidos y se analizan los mismos.

INTRODUCCION

El principal efecto que produce la presencia de un obstáculo sólido en una corriente fluida es la de modificar drásticamente la configuración fluidodinámica del flujo. Esto implica una modificación en fenómenos de difusión, transporte y mezcla aguas abajo, ya que hay un cambio en la distribución de velocidad.

Los fenómenos de difusión y mezcla en flujos turbulentos están gobernados por generación de vórtices a gran escala. Los flujos de corte, por lo general son sensibles a diferentes perturbaciones, por lo que es factible suponer que la estructura de la estela depende entre otras cosas de factores geométricos de superficies próximas al punto de separación. Las diferentes perturbaciones generadas por la presencia de elementos sólidos presentes en una corriente fluida serán diferentes si uno tiene en cuenta parámetros como ser tamaño relativo del objeto y su disposición en la corriente fluida, ya sea el caso de considerar la repetición de un mismo elemento en la corriente bajo estudio.

Desde el punto de vista aerodinámico el diseño geométrico de un determinado prototipo influye en el movimiento del aire que lo rodea. Los sistemas solares, por ejemplo, funcionan a la intemperie y están expuestos a corrientes de aire, de modo que el balance térmico entre interior y exterior dependerá, entre otros parámetros, de la velocidad del viento. Además, sabemos que cuando un flujo de fluido rodea a un sólido, la forma del perfil de velocidad, dependerá entre otros parámetros de la geometría de la superficie sólida del cuerpo. Por lo tanto, como a su vez los coeficientes de transferencia son función de la velocidad del fluido, es de esperar que la forma geométrica del prototipo a ensayar deba ser considerada cuando uno desea evaluar, por ejemplo, pérdidas por convección.

Un modelo físico tentativo debe comprender las fluctuaciones de presión y velocidad en los bordes del objeto, expuestos a la corriente de fluido. Estas fluctuaciones inducidas por la acción del flujo de fluido, se transforman conforme son arrastradas en fluctuaciones de vorticidad en el punto de separación del flujo que origina la capa de corte de la estela. Está claro que estas fluctuaciones de vorticidad pueden ser amplificadas conforme evoluciona la estela.

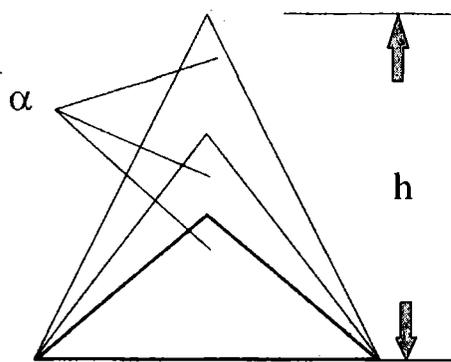
En el presente trabajo experimental se muestran los resultados obtenidos a partir de mediciones realizadas a escala de laboratorio. El objetivo del mismo es tratar de visualizar la influencia de factores geométricos en el punto de separación. Por otro lado, la idea general es la de estudiar en alguna medida los estados de flujo cuando éste se encuentra con la presencia de un objeto determinado.

DESCRIPCION DE LA EXPERIENCIA

Para realizar la experiencia se propuso la geometría que se muestra en la figura 1. Las dimensiones de los modelos utilizados son: Modelo 1 $h = 40$ mm, Modelo 2 $h = 60$ mm y Modelo 3 $h = 80$ mm.

En los datos que se analizan, la nomenclatura utilizada es: U_{media} y V_{media} son las velocidades en la dirección x e y respectivamente. Las tensiones de corte que se muestran es el producto de sus variaciones turbulentas. (Tensiones de Reynolds)

$$U = u_x + v_y \quad u = U_{media} + U_{turb} \quad v = V_{media} + V_{turb}$$



El modelo se construyó con perfiles de aluminio.

Como el propósito es el de poder investigar cómo varía el comportamiento del fluido que rodea al cuerpo cuando varía su forma, se modificó la altura h . Si se cambia h , manteniendo la superficie de la base del prisma constante, cambia el ángulo α , o sea la inclinación de las dos caras del cuerpo. Lo que se logra con esto es modificar el ángulo de ataque. La experiencia se realizó con un túnel de viento como se muestra en la figura 2.

Las medidas del perfil de velocidad en el túnel de viento se realizaron empleando anemometría de hilo caliente (The StreamLine System).

Figura 1

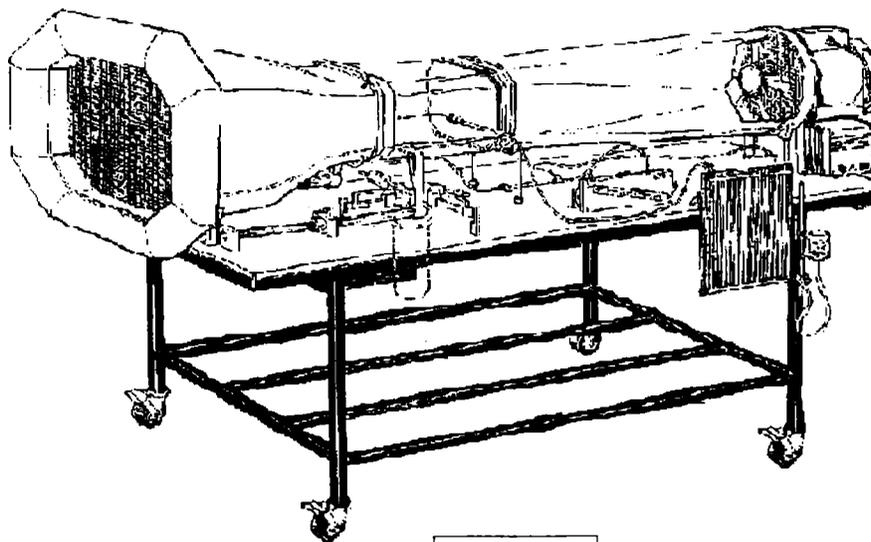


Figura 2

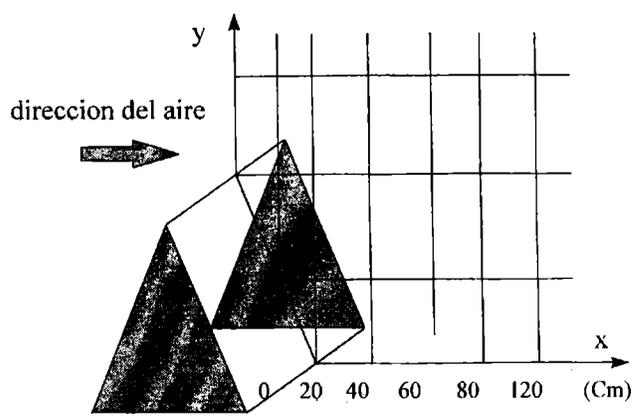


figura 3

La forma del prototipo empleado es semejante a un destilador solar de agua o al techo de una vivienda de geometría muy sencilla

En la figura 3 se muestra la grilla utilizada donde se realizaron las diferentes medidas.

La grilla está ubicada en un plano que se localiza en la zona central del cuerpo, con lo cual sólo se pueden cuantificar efectos bidimensionales en el flujo de fluido.

TUNEL DE VIENTO

El túnel de viento está construido en fibra de vidrio, con una zona en acrílico (metacrilato), que es la zona de medición, de 30 cm de longitud.

El aire en el túnel se mueve por succión, realizada por un ventilador axial de 1.5 Kw de potencia, montado en la salida de la sección de difusión. La velocidad de giro del ventilador es regulable lo cual permite obtener distintas velocidades. En la entrada del túnel está colocada una malla tipo panal de abeja que cumple la función de uniformizar el flujo.

Para el cálculo de la velocidad del aire se utiliza un manómetro inclinado el cual está instalado en un costado del túnel, calibrado en metros/segundos. En el proceso de calibración del túnel es necesario tener en cuenta la siguiente expresión de la densidad del aire:

$$\rho = \frac{1.293 * P_{atm}(mmHg) / 760}{(1 + 0.00367)T_{amb}(^{\circ}C)}$$

ya que la velocidad se calcula a partir de las medidas de presión que resultan de la expresión $\Delta P = 1/2 \rho v^2$.

SISTEMA DE TOMA DE DATOS

El sistema StreamLine es un sistema de medida integrado, el cual está basado en Anemometría de Temperatura Constante (CTA), en combinación con una PC, el cual cuenta con un sistema automático de calibración e interfaces A/D. Con este sistema de adquisición de datos uno puede realizar medidas de velocidad en forma instantánea, además de poder calcular variables estadísticas como: Velocidad Media, Intensidad de la Turbulencia, Momentos de mayor orden, etc., en uno o más puntos del espacio. El Hardware es controlado por la PC y el soft de aplicación corre bajo Windows.

Los módulos CTA funcionan de acuerdo al principio de Anemometría de Temperatura Constante, donde la sonda forma parte de un puente de Wheatstone, el cual incluye una década de resistencias internas del alta precisión que sirve para determinar la temperatura de operación de la sonda y permite ajustarla con una resolución del orden del 0.1%.

El sistema de calibración permite calibrar las sondas en aire o en otros gases. El módulo de calibración puede ajustar las velocidades desde unos pocos cm/seg. hasta Mach 1.

RESULTADOS

En los gráficos que se presentan a continuación, se muestran los valores medidos para el Modelo 3. Los valores de velocidad están adimensionalizados con respecto a la velocidad del aire en el Túnel de Viento. Su valor es de 8.33 m/seg. A modo de ejemplo se muestran los resultados para las medidas de U_{media} y V_{media} para el Modelo 3. En la primera gráfica se puede observar los valores que toma la velocidad del aire para diferentes alturas. Las distintas curvas están parametrizadas para distintos valores de x (Ver Figura 3)

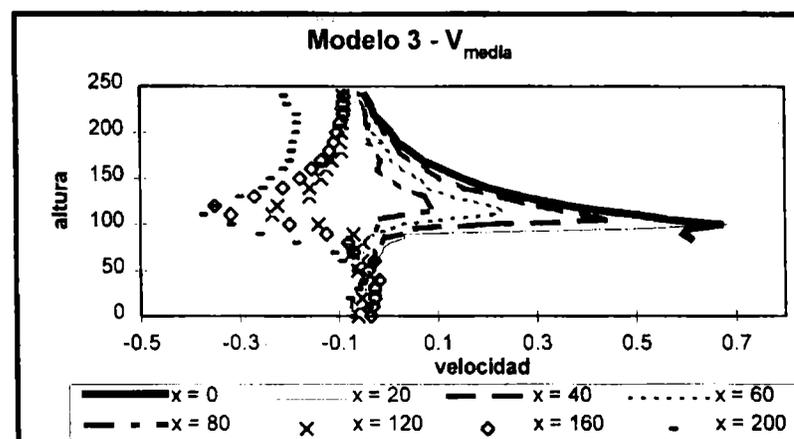


Figura 4

Del análisis de los gráficos se puede evaluar en alguna medida el comportamiento general del flujo y detectar la evolución del punto de inversión de la componente y de la velocidad. Para este caso el cambio de signo en V_{media} se produce a mayor altura, cuando aumenta el valor del parámetro x . En el caso de la velocidad del aire en la dirección x (U_{media}), Figura 5, la misma se mantiene siempre positiva, pero tiene un cambio en el valor absoluto. Estos cambios en el valor absoluto de la velocidad acompañan el cambio en el signo de la velocidad en la dirección y . Este análisis pone en evidencia el efecto de "plataforma" que ejerce la cara que enfrenta el flujo y la succión que se produce en la cara posterior por efecto de la turbulencia.

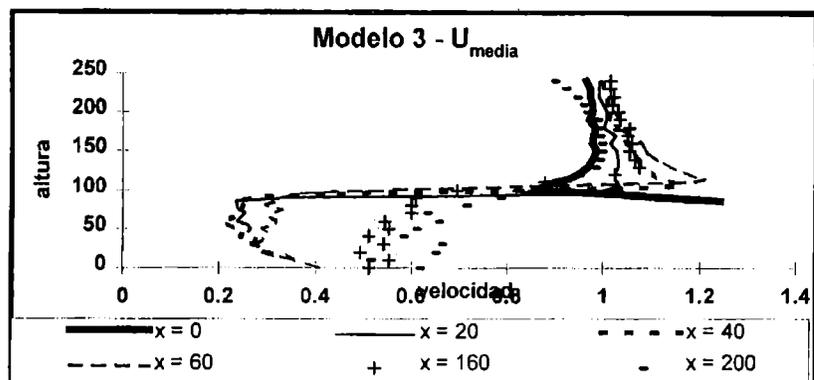


Figura 5

Una primera conclusión a partir del análisis realizado es que la variación de los valores se debe a que unas medidas están siendo realizadas dentro de la Capa Límite y otras fuera.

La gráfica que se muestra a continuación, Figura 6, muestra las Tensiones de Corte turbulentas. Las mismas están definidas por el producto de $U_{turb} * V_{turb}$ donde cada una de ellas es la variación temporal con respecto a la velocidad media.

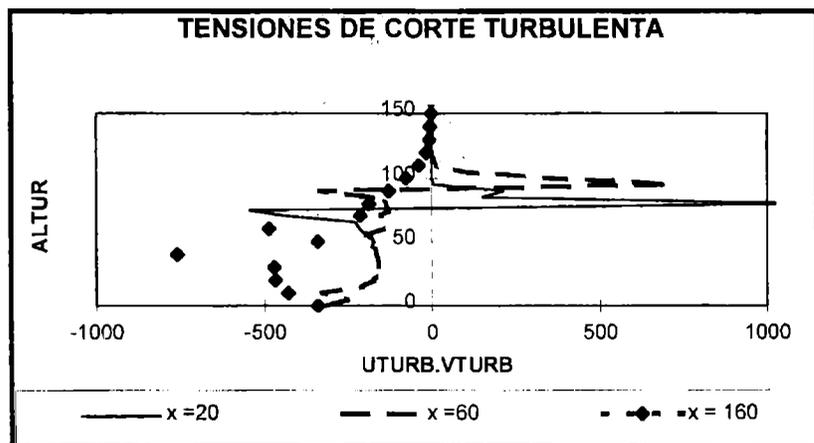


Figura 6

Un análisis similar de la altura donde se producen las máximas variaciones en las tensiones de corte, permite ubicar el límite entre la Capa Límite generada por el obstáculo y el flujo en el túnel. Dentro del rango de medidas de la experiencia se observa que la altura de la Capa Límite se estabiliza aproximadamente en una altura de $5h/8$ para una distancia aguas abajo del orden de dos veces la dimensión vertical del cuerpo en el Modelo 3, mientras que en el Modelo 1 lo hace a una altura de $3h/4$ a una distancia de $1.5h$. La zona de turbulencia detrás del modelo se puede estimar a partir de la posición en función de x de los puntos de inversión de la velocidad. Esto último es un factor importante a tener en cuenta cuando uno desea colocar varios objetos similares.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- TURBULENCE. J. O. Hinze. Second Edition. Mc Graw Hill Book Company.
- 2.- WIND TUNNEL TESTING. AIn Pope, N. S. John Wiley and Sons, Inc. New York.

NOTA: El presente trabajo ha sido financiado parcialmente por el Consejo de Investigación de la UNSa.