

TALLEX – EXPERIMENTOS DE LABORATORIO EN LA FORMACIÓN DE OCEANÓGRAFOS Y METEORÓLOGOS: MODELO DE UN PERFIL ALAR EN EL PROCESO DE SUSTENTACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE LA TURBULENCIA ASOCIADA

Melina Sol YABRA¹, Gimena CASARETTO¹, Brenda D. DORSCH¹, Mercedes A. RODRIGUEZ¹, Maximiliano S. VITA¹, Julia NEME¹

melina.yabra@gmail.com

¹Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, FCEN, UBA

RESUMEN

Los procesos que suceden en la atmósfera y los océanos que son descriptos en forma teórica pueden ser estudiados bajo condiciones controladas realizando experimentos a escala en el laboratorio. En este trabajo se estudia el comportamiento del flujo de aire en un perfil alar al modificar el ángulo de ataque dentro de un túnel de viento. Para ello se utilizó humo como trazador del movimiento del aire, y un ala a escala. En el mismo se visualiza el efecto de arrastre y sustentación que produce un obstáculo físico, a través de la evolución del flujo laminar y su pasaje a turbulento por detrás del ala. Esta experiencia es fácilmente reproducible en un laboratorio para facilitar la comprensión del alumnado de los conceptos teóricos relativos a la misma.

ABSTRACT

The processes that occur in the atmosphere and the oceans that are described by theoretic laws can be studied by laboratory experiences, with scale experiments under controlled conditions. The aim of the present work is to study the behavior of air flow in a tunnel, where a wing profile is modified by the attack angle of the wind. It was used smoke as a tracer of the movement of air and a wing to scale. The smoke allowed the visualization of the effect of lift and drag that produces a physical obstacle, through the evolution of the laminar flow and its pasaje to turbulent behind the wing. This experience can be easily reproduced in a laboratory and helps students understand the theory behind it.

Palabras clave: sustentación, turbulencia, arrastre, aeronáutica, educación

1) INTRODUCCIÓN

Un túnel de viento es un dispositivo que impulsa un flujo de aire a través de un canal cerrado. El flujo dentro de una tubería o canal puede ser laminar o turbulento dependiendo de su número de Reynolds ($Re = \frac{VL}{\nu}$). Un cuerpo actúa como obstáculo para el flujo, y la forma del cuerpo influye en el flujo, el campo de presión y de velocidad.

Cuando un fluido se desplaza sobre un cuerpo sólido, ejerce fuerzas de presión normales y fuerzas de corte paralelas a la superficie a lo largo del área exterior del cuerpo (Figura 1). La componente de la fuerza de presión y de corte resultante que actúa en la dirección del flujo se llama fuerza de arrastre (FD, o sólo arrastre), y la componente que actúa normal a la dirección del flujo se llama fuerza de sustentación (FS, o sólo sustentación). En un cuerpo con perfil alar resulta de interés analizar cómo influye el ángulo de ataque en la modificación del comportamiento del flujo sobre éste (Figura 1).

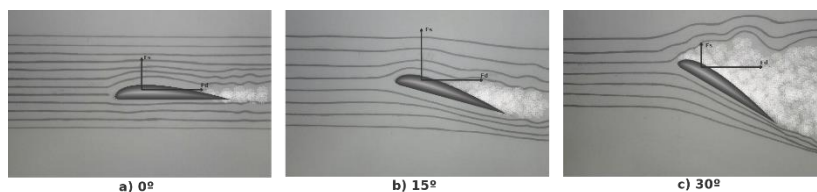


Figura 1. Variación de las fuerzas de arrastre (F_d) y sustentación (F_s) para un perfil alar dentro de un flujo laminar para diferentes ángulos de ataque, a) 0° , b) 15° y c) 30° .

A grandes ángulos de ataque (usualmente mayores a 15°), el flujo se puede separar por completo de la superficie superior de una superficie de sustentación, lo que reduce de manera drástica la sustentación.

2) METODOLOGÍA

Para esta experiencia se utilizó un túnel de viento construido a partir de una pecera de vidrio (medidas: 50cm x 34cm x 18,5cm), en cuyos laterales se colocó, de un lado, un extractor de aire y, del lado opuesto, un filtro recto que transforma a la corriente de aire ingresante al sistema en un flujo laminar (Figura 2). En el centro de la pecera, sujeto a la cara superior se suspendió mediante cuatro hilos un modelo de corte de un ala de avión realizado en telgopor de área aproximadamente igual a 48 cm². De tal forma que utilizando los hilos se podía variar el ángulo de ataque del flujo de aire sobre el ala de avión. Para estudiar el comportamiento del fluido fue necesario utilizar un trazador, en este caso se utilizó humo. Se midió la velocidad del flujo con un anemómetro digital y el ángulo de ataque con una hoja cuadrículada transparente pegada en una pared de la pecera. Para visualizar el efecto del ala de avión sobre el fluido se grabó cada una de las experiencias con una cámara "slow-motion".

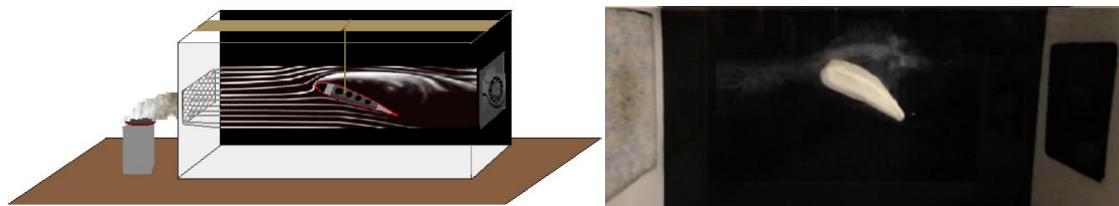


Figura 2. Izquierda: Esquema del túnel de viento y el perfil alar. Derecha: Imagen del flujo de humo con el perfil alar en un ángulo de 20°

3) RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Para un ángulo de ataque nulo en la superficie superior del ala (Figura 3, panel izquierdo), el flujo permaneció como condición laminar a excepción del borde trasero donde se observó el desprendimiento de la capa límite por efecto de la transición a un flujo turbulento. Al aumentar el ángulo de ataque, en la superficie superior, el desprendimiento del flujo fue aumentando (Figura 3, panel central). Para ángulos mayores a 20° , aproximadamente, se observó un total desprendimiento de la capa límite o flujo, es decir un dominio del flujo turbulento. Un pequeño aumento en el ángulo de ataque conduce a un aumento en la sustentabilidad pero a partir de un ángulo crítico (entre 15° y 20°) se genera un efecto opuesto y de forma drástica ya que el arrastre aumenta también, lo cual produce que se entre en pérdida de sustentación. La baja intensidad del flujo no nos permitió notar con precisión el efecto de la sustentabilidad, sin embargo pudo observarse satisfactoriamente la separación del flujo laminar de la superficie superior alar y el efecto de la fuerza de arrastre, el cual actuaba en la dirección y sentido del flujo.

Este experimento sencillo facilitó la comprensión de los conceptos teóricos estudiados en clase y permite poner en práctica dichos conocimientos. El uso de experimentos de laboratorio permite la visualización de muchos de los desarrollos teóricos que en la mayoría de los casos suelen ser abstractos.



Figura 3: Imagen del flujo de humo con el perfil alar en un ángulo de Izquierda: 0° Centro: 10° Derecha: 45°

4) REFERENCIAS

White, Frank M., 1998 "Flow Past Immersed Bodies". *Fluid Mechanics*. 4ed. McGraw Hill. Páginas: 427-494.

Streeter, Victor L., 1999 "Flujos Externos". *Mecánica de Fluidos*. Novena edición. McGraw Hill. Páginas: 315-345.

Çengel, Yunus A., 2006 *Fluid Mechanics, Fundamentals and Applications*. 1ed. McGraw Hill.