

# Auxiliar 9

## Capa Límite

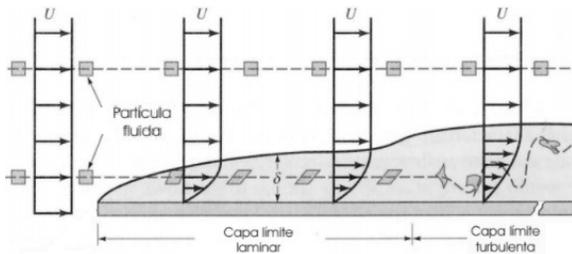
Profesor: Williams Calderón

Auxiliar: Brian Bosch

## Resumen

### Número de Reynolds:

- Según longitud de placa:  $Re_x = \frac{\rho U x}{\mu}$
- Según espesor capa límite:  $Re_\delta = \frac{\rho U \delta(x)}{\mu}$



Se pueden simplificar analíticamente las ecuaciones de N-S y continuidad y resolver.

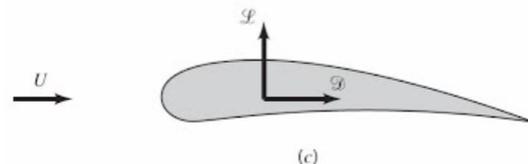
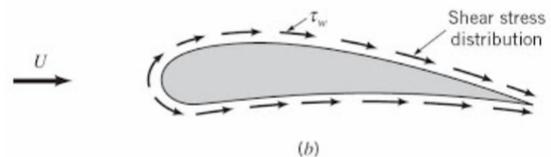
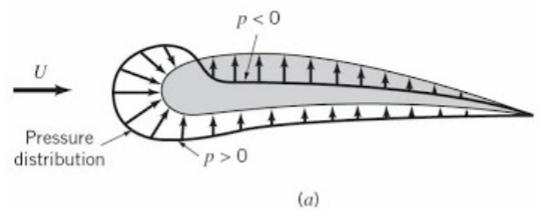
$$\rho \left( u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} \right) = -\frac{\partial p}{\partial x} + \mu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0$$

### Fuerzas de arrastre y sustentación:

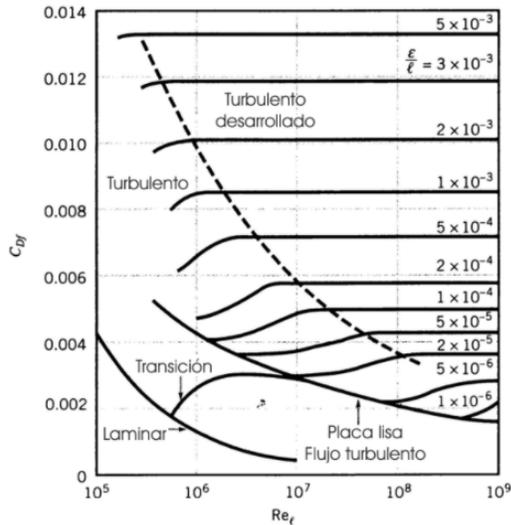
$$F_D = \frac{1}{2} C_D \rho A U^2, \quad F_L = \frac{1}{2} C_L \rho A U^2$$

donde  $C_D$  y  $C_L$  son los **coeficientes** de arrastre y sustentación (*drag* y *lift*) y  $A$  es el área transversal al flujo.



# P1

Estudie el siguiente gráfico correspondiente al valor del coeficiente de arrastre  $C_{Df}$  de una placa plana paralela a la dirección del flujo, el cual depende del **número de Reynolds** según el largo de la placa  $Re_l$  (escala logarítmica), y de su **rugosidad relativa**  $\varepsilon/l$ . A la derecha del gráfico se muestran las ecuaciones aproximadas de cada una de las curvas características.



$$C_{Df} = \begin{cases} \frac{1.328}{Re_l^{0.5}} & \text{flujo laminar} \\ \frac{0.455}{(\log Re_l)^{2.58}} - \frac{1700}{Re_l} & \text{transición con } Re_{x,c} = 5 \cdot 10^5 \\ \frac{0.455}{(\log Re_l)^{2.58}} & \text{flujo turbulento, placa lisa} \\ [1.89 - 1.62 \log(e/L)]^{-2.5} & \text{flujo turbulento} \end{cases}$$

- Investigue acerca de los gráficos en escala logarítmica y cómo leerlos.
- Describa el procedimiento para obtener un valor a partir del gráfico. Considere distintas situaciones donde conoce algunos datos y otros no.
- ¿Qué característica es la que divide el gráfico en distintas regiones y por qué es tan importante diferenciarla?
- ¿Qué cualidades o tendencias puede observar de las distintas curvas del gráfico y cómo podría explicarlas?

## P2

A partir del siguiente gráfico donde se obtuvieron valores del coeficiente de arrastre  $C_D$  para distintas geometrías de cuerpos simples:

Table 9.3

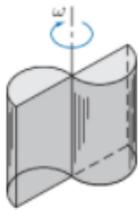
Drag Coefficient Data for Selected Objects ( $Re \geq 10^3$ )<sup>a</sup>

Object	Diagram	$C_D(Re \geq 10^3)$
Square prism		$b/h = \infty$ 2.05
		$b/h = 1$ 1.05
Disk		1.17
Ring		1.20 <sup>b</sup>
Hemisphere (open end facing flow)		1.42
Hemisphere (open end facing downstream)		0.38
C-section (open side facing flow)		2.30
C-section (open side facing downstream)		1.20

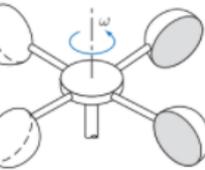
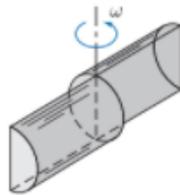
<sup>a</sup>Data from Hoerner [16].

<sup>b</sup>Based on ring area.

Explique conceptualmente cómo se genera torque neto positivo sobre los siguientes sistemas aerodinámicos sólo por la presencia de viento, y plantee un balance de torque sencillo (use parámetros como flujo  $U$ , diámetro  $D$ , altura  $H$ , radio  $R$ , brazo  $b$ , fuerza de arrastre  $F_D$ , coef. de arrastre  $C_D$ , etc).



(a) Turbina Savonius.



(b) Anemómetro.



(c) Circulador de aire.

- ¿Cómo plantearía un modelo simple para estudiar el arrastre en el circulador de aire?
- ¿Cree que el diseño del circulador de aire es óptimo? ¿Cómo cree que se llegó a ese diseño?