

Universidad Nacional de La Plata

FACULTAD DE CIENCIAS ASTRONÓMICAS Y GEOFÍSICAS

# MICROMETEOROLOGÍA

*Notas teóricas*

Autor:  
Lorenzo Girotti

2025

## 1. Energía

### 1.1. Flujos de energía en una superficie ideal

Consideramos *superficie ideal* a aquella que es relativamente suave, horizontal, homogénea, extensiva y opaca a la radiación. La energía disponible para tal superficie se simplifica de manera tal que solo depende de flujos verticales de energía.

#### 1.1.1. Tipos de flujo de energía

## 2. Fluidos viscosos, turbulentos

### 2.1. Número de Richardson

$$\text{Ri} = \frac{g}{T_v} \frac{\partial \Theta_v}{\partial z} \left| \frac{\partial V}{\partial z} \right|^{-2} \quad (1)$$

El número de Richardson es una buena medida de la turbulencia y provee un criterio simple para la existencia o no existencia de turbulencia en un entorno estable estratificado.

Un  $\text{Ri} > 0,25$  indica poco o casi nulo entorno turbulento. Por lo tanto, un perfil vertical de  $\text{Ri}$  deja estudiar con más exactitud la turbulencia en la PBL.

### 2.2. Número de Reynolds

$$\text{Re} = \frac{UL}{\nu} \quad (2)$$

donde  $U$  es la velocidad característica y  $L$  es la longitud de escala.

## 3. Definiciones

### 3.1. Viscosidad

Es una propiedad molecular del fluido que representa la resistencia interna del mismo a la deformación. En un fluido *ideal* o *no viscoso* se asume un flujo no turbulento o laminar, en consecuencia no hay transferencias de momento, calor ni masa debido a la mezcla turbulenta; sino que las propiedades son transportadas a lo largo de las líneas de corriente producto de la advección. Por otro lado, la condición de no viscosidad implica que ante la interacción del fluido con una superficie o con otro fluido con una gran diferencia de densidad, no habrá fricción entre ellos.

### 3.2. Fluidos Newtonianos

La viscosidad es responsable de la resistencia friccional entre capas adyacentes de fluido; la resistencia por unidad de área se llama *tensión por cortante* y se asocia al movimiento relativo entre las capas.

Los fluidos newtonianos son aquellos en donde hay una relación proporcional entre la tensión por cortante y el cambio del gradiente vertical de velocidad. Donde el coeficiente de proporcionalidad  $\mu$  se llama viscosidad dinámica del fluido. Para flujos se suele utilizar la viscosidad cinemática que es la viscosidad dinámica dividido la densidad, con dimensiones de  $L^2T^{-1}$

### 3.3. Flujos viscosos

En la realidad siempre existe viscosidad en los flujos. Aún así podemos encontrar circunstancias en donde el flujo se vuelva *laminar*.

#### 3.3.1. Flujo laminar

Se caracteriza por ser suave, ordenado y de movimiento lento, donde las capas adyacentes de fluido se deslizan entre sí con muy poca transferencia (solo a nivel molecular) de propiedades a través de ellas. El campo de flujo, la temperatura asociada y los campos de concentración son regulares y predecibles y solo varían gradualmente en tiempo y espacio.

#### 3.3.2. Flujo turbulento

Son movimientos altamente irregulares, casi aleatorios, tridimensionales, altamente rotantes, disipativos y muy difusos (mezcla). Todas las propiedades escalares y las del flujo fluctúan tanto en tiempo como en espacio, con un amplio rango temporal y espacial. Por ejemplo: las fluctuaciones de velocidad en la ABL van desde  $10^{-3}$ s a  $10^4$ s y la correspondiente al espacio va desde  $10^{-3}$ m a  $10^4$ m - del orden del millón en rango. Es por esto que es imposible predecir o calcular exactamente a los movimientos turbulentos como funciones del tiempo y el espacio; normalmente se utilizan los promedios estadísticos de las propiedades.