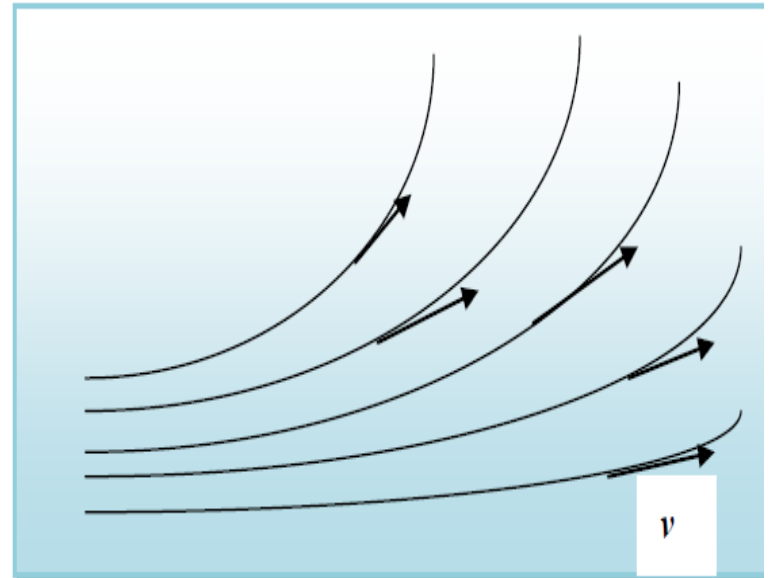
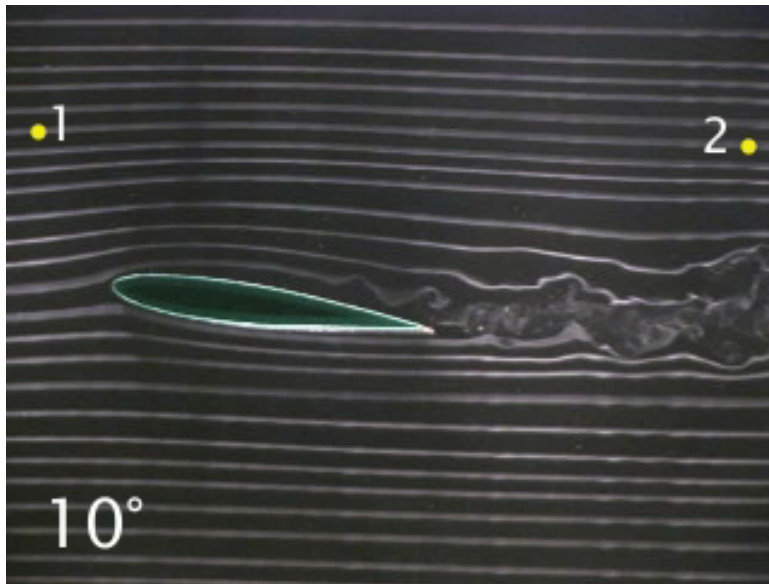


# LINEAS DE CORRIENTE

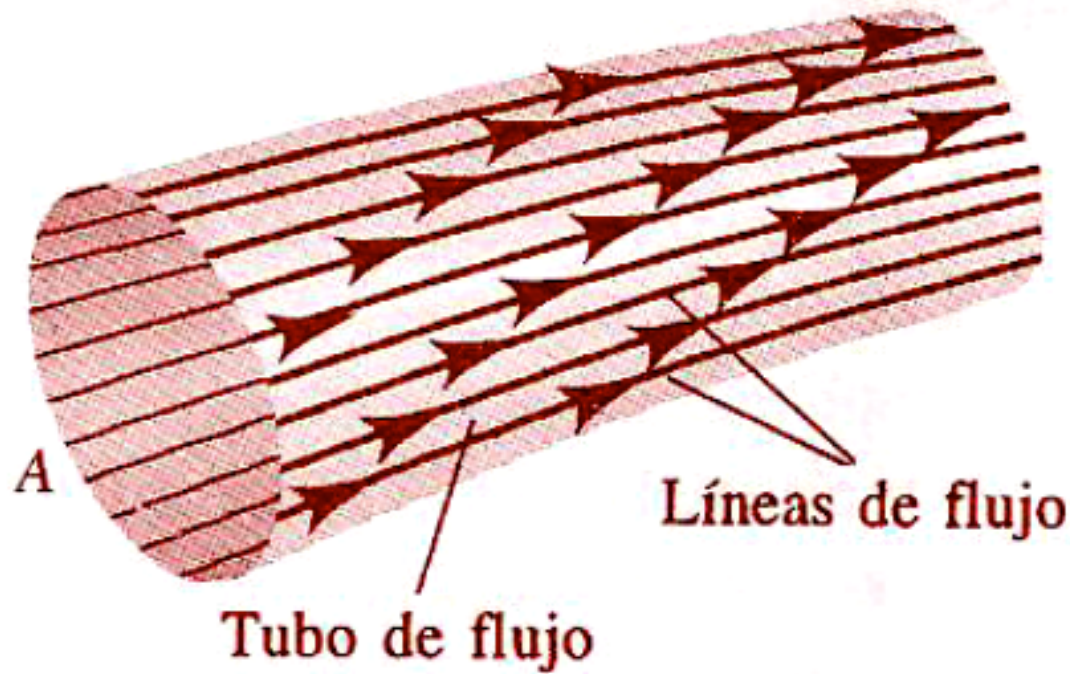
- Las líneas de corriente son líneas imaginarias dibujadas a través de un fluido en movimiento y que indican la dirección de éste en los diversos puntos del flujo de fluidos.
- Una línea de corriente es una curva que, en todas partes, es tangente al vector velocidad local instantáneo.



Las líneas de corriente no se pueden observar directamente de manera Experimental, excepto en los campos de flujo estacionario, en los cuales Coinciden con las líneas de trayectoria y las líneas de traza.

# LINEAS DE CORRIENTE

Es la parte de un fluido limitado por un haz de líneas de corriente. Todas las partículas que se hallan en una sección de un tubo de corriente, al desplazarse continúan moviéndose por su sección sin salirse del mismo. De igual forma ninguna partícula exterior al tubo de corriente puede ingresar al interior del tubo.



# REGIMENES DE CORRIENTES O FLUJOS

## 1. Dependiendo de si el movimiento es ordenado o desordenado:

- Laminar
- Turbulento

## 2. Dependiendo de su variación en el espacio:

- Uniforme
- No-uniforme

## 3. Dependiendo de su variación en el tiempo:

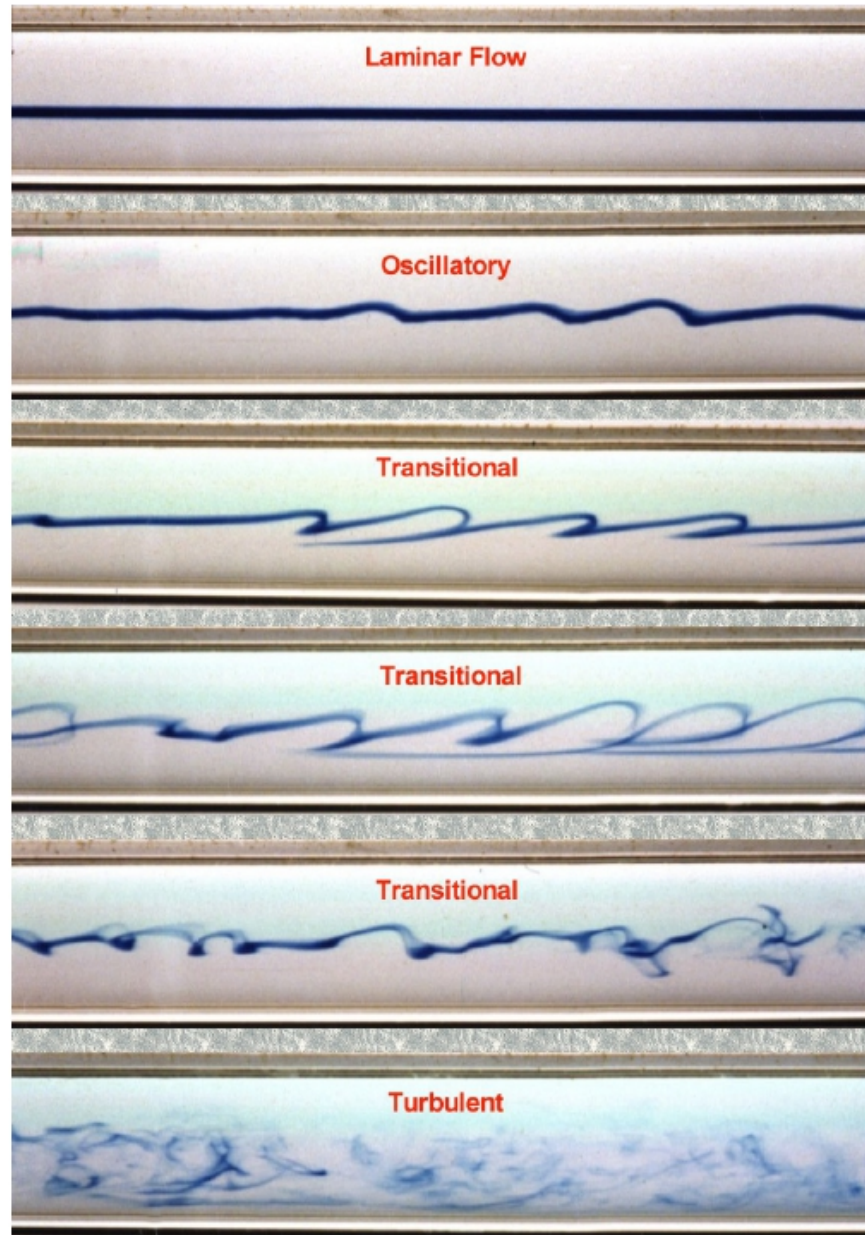
- Permanente
- No-permanente

# FLUJO LAMINAR Y FLUJO TURBULENTO

- ◆ Cuando se analiza un fluido en una corriente de flujo, es importante determinar el carácter del flujo. En ciertas ocasiones el fluido se mueve como en capas o láminas de una manera uniforme y estable, sin mezcla macroscópica de porciones a través de los límites de cada capa.
- ◆ A este tipo de régimen de flujo se le denomina **régimen laminar**. Generalmente presentan este comportamiento los fluidos que se mueven lentamente o a velocidades bajas y presentan altas viscosidades.



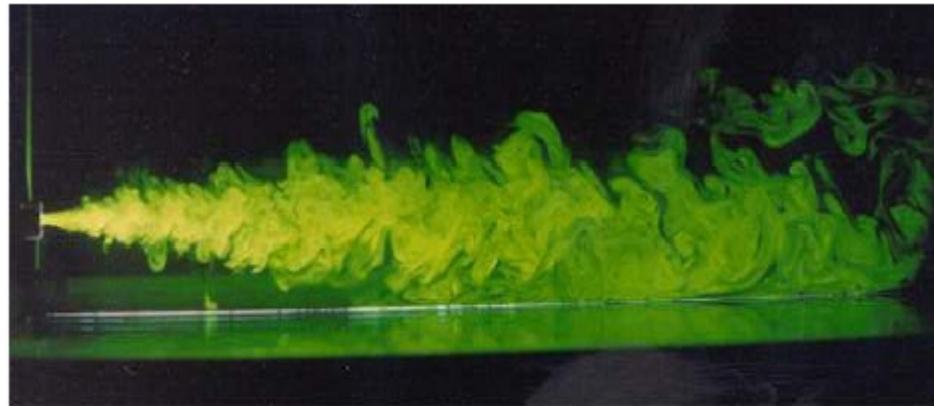
# REGIMENES DE CORRIENTES O FLUJOS





# FLUJO LAMINAR Y FLUJO TURBULENTO

- ◆ Por el contrario, fluidos que se mueven a velocidades altas con bajas viscosidades presentan flujos no uniformes, irregulares con un comportamiento caótico, el proceso de mezcla es intenso a nivel macroscópico. A este tipo de régimen de flujo se le denomina **Régimen Turbulento**.
- ◆ Entre los dos tipos de régimen de flujo existe una región de transición donde predominan los dos mecanismos.



# FLUJO LAMINAR Y FLUJO TURBULENTO

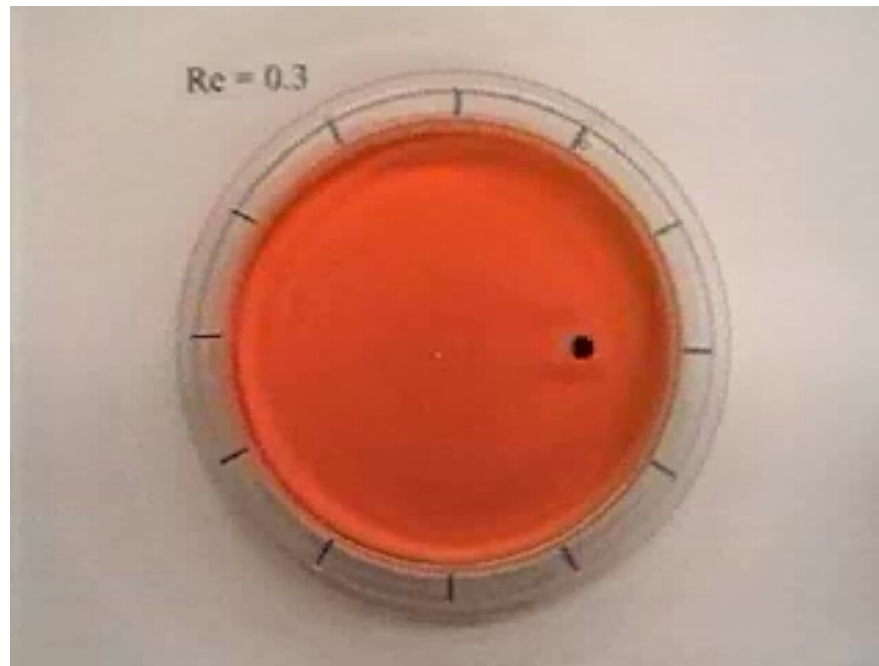
- ❖ En una observación directa de aplicaciones del flujo de fluidos, no es posible diferenciar el tipo de régimen de flujo.
- ❖ **Osborne Reynolds** conocido investigador en la mecánica de fluidos demostró experimentalmente que el régimen de flujo en cañerías cilíndricas dependía de 4 variables:
  1. La densidad  $\rho$  del fluido
  2. La viscosidad  $\mu$  del fluido
  3. El diámetro  $D$  del conducto
  4. La velocidad promedio  $v$  del flujo del fluido

Reynolds demostró experimentalmente que estas variables se relacionaban a través de su conocido N° de Reynolds  $R_e$  sin dimensiones, dado por:

$$Re = \frac{Dv\rho}{\mu} = \frac{\text{fuerzas inerciales}}{\text{fuerzas viscosas}}$$

Para valores de  $Re$  altos, los flujos de fluidos tienden a ser turbulentos, lo cual se consiguen con alta velocidad y baja viscosidad.

Aquellos fluidos que tienen altas viscosidades y/o se mueven a bajas velocidades tendrán  $Re$  pequeños y tienden a ser laminares





Para cada tipo de geometría de flujo, existe un  $Re$  crítico bajo el cuál los flujos son laminares. Ejemplos típicos son:

- a) Flujo de fluidos en cañerías:  
Re crítico  $\approx 2100$
- b) Flujo de fluidos sobre superficies planas:  
Re crítico  $\approx 50.000$
- c) Flujo sobre objetos sumergidos:  
Re crítico  $\approx 1$

**OBS: PARA CONDUCTOS DE SECCIÓN TRANSVERSAL NO CIRCULAR, SE REEMPLAZA EL DIÁMETRO  $D$  POR UN DIÁMETRO EQUIVALENTE  $D_{EQ}$  DEFINIDO COMO:**

$$D_{eq} = 4 R_h$$

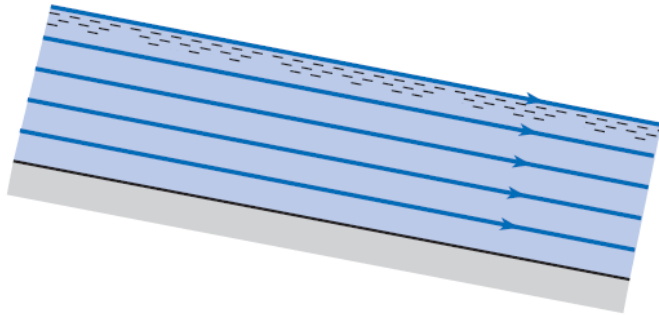
$$R_h = \text{radio hidráulico del conducto} = S / P$$

$$S = \text{área de flujo}$$

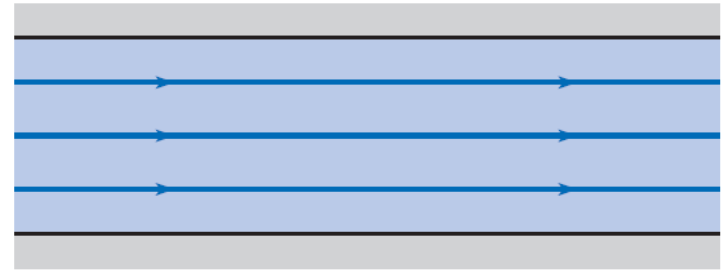
$$P = \text{perímetro mojado por el fluido}$$

# FLUJO UNIFORME Y NO UNIFORME

Flujo Uniforme: En un flujo uniforme, la velocidad no cambia de un punto a Otro a lo largo de cualquiera de las líneas de corriente del campo de flujo. Por lo tanto se deduce que las líneas de corriente que describen este flujo Deben ser rectas y paralelas.

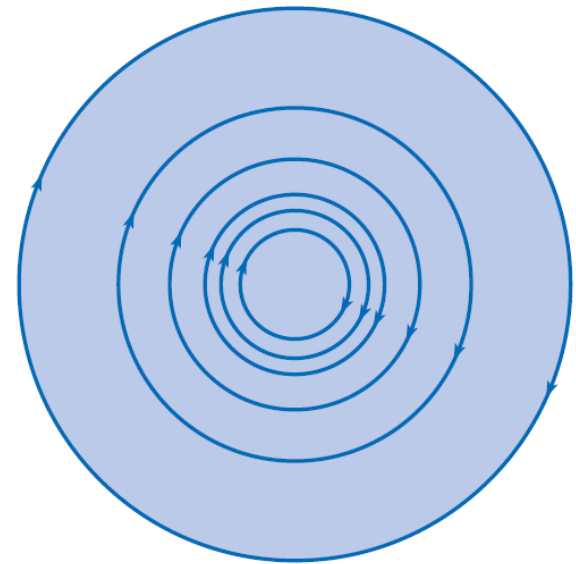
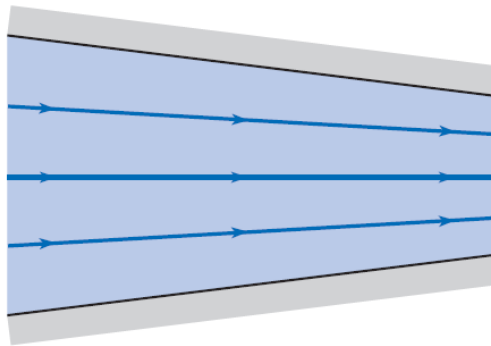


Flujo uniforme en un canal abierto



Flujo uniforme en una tubería

Flujo No-Uniforme: En un flujo no uniforme, la velocidad cambia de un punto A otro a lo largo de la línea de corriente. Por lo tanto el patrón de flujo esta formado por líneas de corriente que son, ya sea curvas en el espacio Convergentes o divergentes

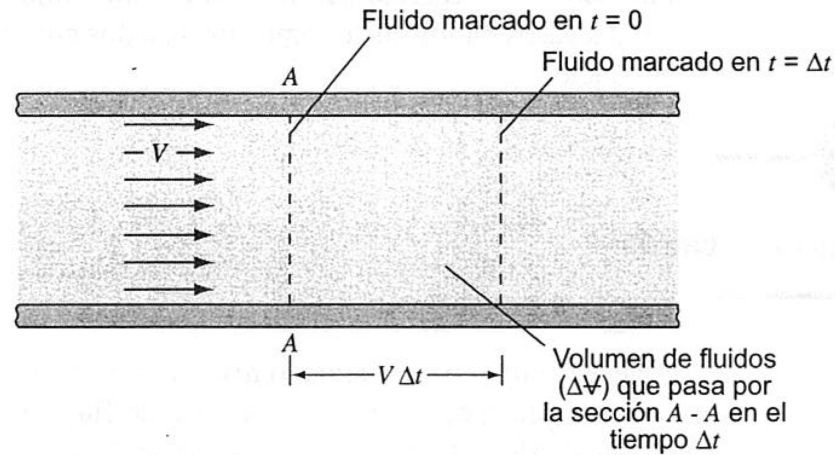


# FLUJO PERMANENTE Y NO-PERMANENTE

Flujo estacionario o permanente: la propiedades del fluido y las condiciones del movimiento en cualquier punto no cambian con el tiempo

Una partícula de fluido, en un punto determinado, tiene siempre la misma velocidad independientemente del instante en el que llegue a dicha posición.

# GASTO VOLUMETRICO Y MASICO



$$\text{El gasto masico es } = \frac{dm}{dt} = \frac{\rho dV}{dt} = \frac{\rho L dA}{dt} = \rho VA$$

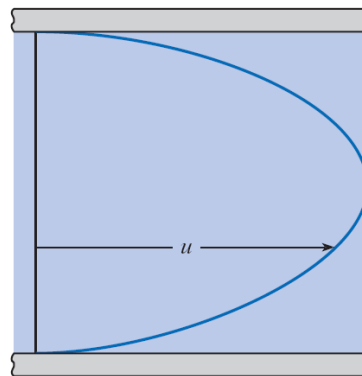
$$\text{El gasto volumetrico es } = \frac{dV}{dt} = \frac{ldA}{dt} = VA$$

# VELOCIDAD MEDIA

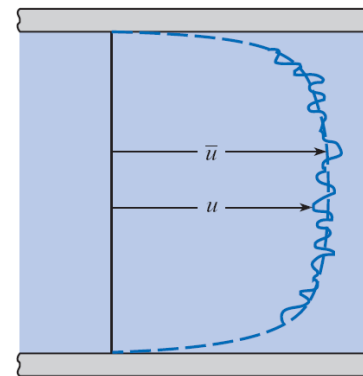
Por definición la velocidad promedio es el flujo dividido entre el área de la sección transversal del tubo:

$$V_{prom} = \frac{Q}{A} =$$

Para flujo turbulento en tuberías, la velocidad media puede ser una aproximación muy cercana a la distribución real de la velocidad. Sin embargo para flujo laminar la velocidad media difiere considerablemente de la velocidad en gran parte de la sección del tubo.



(a)



(b)



# ACELERACION LOCAL Y CONVECTIVA

utilizando el punto de vista lagrangiano, la velocidad “V” (y por tanto sus Componentes  $v_x$ ,  $v_y$ , y  $v_z$ ) en cada punto del fluido dependerá del punto de que se trate y del tiempo que se considere matemáticamente:

$$v_x = f_1(x, y, z, t)$$

$$v_y = f_2(x, y, z, t)$$

$$v_z = f_3(x, y, z, t)$$

En un instante “t” determinado estas ecuaciones nos dan la velocidad del fluido en cada punto del espacio, es decir la configuración del flujo en ese instante; mientras que en un punto determinado (x, y, z) las mismas ecuaciones nos dan la variación de la velocidad con el tiempo en ese punto. Se tiene por tanto.

$$dv_x = \frac{\partial v_x}{\partial t} dt + \frac{\partial v_x}{\partial x} dx + \frac{\partial v_x}{\partial y} dy + \frac{\partial v_x}{\partial z} dz$$

$$dv_y = \frac{\partial v_y}{\partial t} dt + \frac{\partial v_y}{\partial x} dx + \frac{\partial v_y}{\partial y} dy + \frac{\partial v_y}{\partial z} dz$$

$$dv_z = \frac{\partial v_z}{\partial t} dt + \frac{\partial v_z}{\partial x} dx + \frac{\partial v_z}{\partial y} dy + \frac{\partial v_z}{\partial z} dz$$

Y dividiendo los dos miembros de las 3 ecuaciones anteriores por dt se tiene


$$\frac{dv_x}{dt} = \frac{\partial v_x}{\partial t} + \frac{\partial v_x}{\partial x} v_x + \frac{\partial v_x}{\partial y} v_y + \frac{\partial v_x}{\partial z} v_z$$

$$\frac{dv_y}{dt} = \frac{\partial v_y}{\partial t} + \frac{\partial v_y}{\partial x} v_x + \frac{\partial v_y}{\partial y} v_y + \frac{\partial v_y}{\partial z} v_z$$

$$\frac{dv_z}{dt} = \frac{\partial v_z}{\partial t} + \frac{\partial v_z}{\partial x} v_x + \frac{\partial v_z}{\partial y} v_y + \frac{\partial v_z}{\partial z} v_z$$

$$\frac{dx}{dt} = v_x, \quad \frac{dy}{dt} = v_y, \quad \frac{dz}{dt} = v_z$$

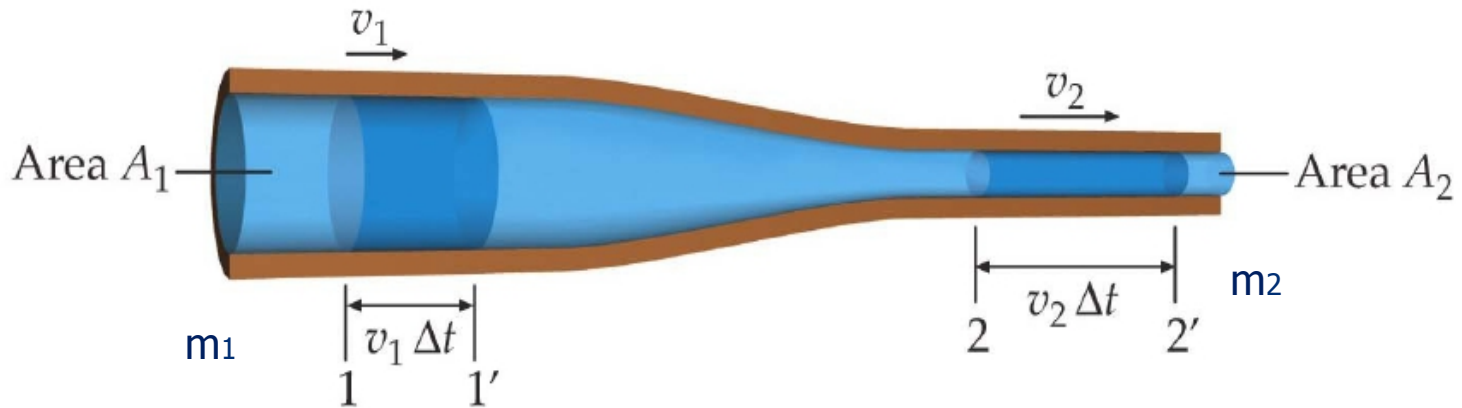
$$\frac{dv_x}{dt} = a_x, \quad \frac{dv_y}{dt} = a_y, \quad \frac{dv_z}{dt} = a_z$$


$$a_x = \frac{\partial v_x}{\partial t} + \frac{\partial v_x}{\partial x} v_x + \frac{\partial v_x}{\partial y} v_y + \frac{\partial v_x}{\partial z} v_z$$

$$a_y = \frac{\partial v_y}{\partial t} + \frac{\partial v_y}{\partial x} v_x + \frac{\partial v_y}{\partial y} v_y + \frac{\partial v_y}{\partial z} v_z$$

$$a_z = \frac{\partial v_z}{\partial t} + \frac{\partial v_z}{\partial x} v_x + \frac{\partial v_z}{\partial y} v_y + \frac{\partial v_z}{\partial z} v_z$$

# ECUACION DE CONTINUIDAD



De acuerdo a la conservación de la masa, la cantidad de masa que fluye a través de la tubería es la misma. Si el flujo es incompresible, la densidad es constante.

$$\dot{Q}_1 = \dot{Q}_2$$

$$\rho_1 A_1 V_1 = \rho_2 A_2 V_2 \quad \text{esta es la ECUACION DE CONTINUIDAD}$$

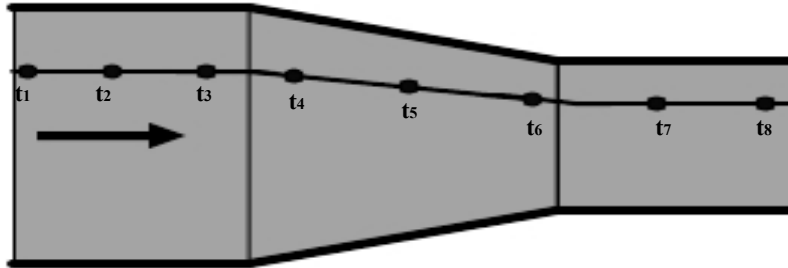
*si el flujo es incompresible y la densidad es constante*

$$A_1 V_1 = A_2 V_2$$

# VOLUMEN DE CONTROL

ENFOQUE LAGRANGIANO :

Identifica una partícula de fluido y la sigue en su movimiento:



ENFOQUE EULERIANO :

No identifica una partícula para seguir su movimiento. Define un campo de velocidades: A cada punto del espacio se le asocia una velocidad. La velocidad depende de su ubicación en el espacio y del tiempo.

$$V(x,y,z,t)$$

