



**LABORATORIO DE TERMOFLUIDOS**  
**Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica**  
**Universidad Veracruzana**



**PRÁCTICA N°1: Experimento de Osbourne Reynolds**

**ALUMNO(A):**

MATRÍCULA:	APELLIDO PATERNO: APELLIDO MATERNO: NOMBRES(S)		
GRUPO:	HORARIO DE PRÁCTICA:	FECHA:	FIRMA:

**REVISÓ (PARA SER LLENADO POR EL INSTRUCTOR)**

NOMBRE DEL PROFESOR: <b>Dr. José Gustavo Leyva Retureta</b>		
NOMBRE DEL INSTRUCTOS:		
FECHA DE REVISIÓN:	RESULTADO:	FIRMA:
OBSERVACIONES:		SELLO DEL LABORATORIO



## **Introducción:**

La experimentación en la mecánica de fluidos despierta un profundo interés en los ingenieros mecánicos eléctricos, ya que les permite comprender cómo los fluidos se comportan y fluyen en diferentes condiciones. Una de las prácticas de laboratorio más icónicas es el experimento de Osborne Reynolds, que se centra en identificar los regímenes de flujo mediante la observación de la transición entre flujos laminar y turbulento.

El experimento de Reynolds es esencial para comprender los principios básicos del flujo de fluidos, ya que fue pionero en la investigación de la transición de flujo laminar a turbulento. En esta práctica de laboratorio, los estudiantes de ingeniería mecánica eléctrica tendrán la oportunidad de reproducir este experimento histórico y observar directamente cómo cambia el comportamiento del flujo a medida que varían parámetros como el caudal y el diámetro del conducto.

Al explorar el experimento de Reynolds, los estudiantes podrán visualizar fenómenos fluidodinámicos complejos y comprender cómo la estabilidad del flujo puede influir en el diseño y la eficiencia de sistemas y dispositivos mecánicos. Además, esta práctica les brindará una base sólida para abordar problemas prácticos en ingeniería que involucran flujos de fluidos, desde el diseño de tuberías hasta la optimización de sistemas de transporte de fluidos.

## **Objetivos:**

- Observar el comportamiento del flujo e identificar el tipo de régimen al que pertenece.
- Comparar los cálculos reales con la visualización de la experimentación.

## **Equipo:**

- Equipo para estudio de dinámica de fluidos y bombas.
- Tinta para inyectar.
- Equipo para experimento de Osbourne Reynolds.

## Marco Teórico:

### Flujos laminar y turbulento

El flujo laminar se caracteriza por tener líneas de corriente suaves y un movimiento altamente ordenado, mientras que el flujo turbulento se caracteriza por presentar fluctuaciones de velocidad y un movimiento desordenado. La transición de un flujo laminar a uno turbulento no sucede de manera abrupta; más bien, ocurre en una región donde el flujo fluctúa entre ambos estados antes de volverse completamente turbulento. En la mayoría de los casos prácticos, los flujos son turbulentos. El flujo laminar se observa principalmente en fluidos altamente viscosos, como los aceites, cuando fluyen a través de tuberías estrechas o pasajes reducidos.

La presencia de los distintos regímenes de flujo laminar, transicional y turbulento puede ser verificada al inyectar líneas de colorante en el flujo dentro de una tubería de vidrio, tal como lo hizo el ingeniero británico Osborne Reynolds hace más de un siglo. Reynolds observó que las líneas de colorante se comportaban de manera característica: formaban una línea recta y suave a bajas velocidades, indicando un flujo laminar (aunque con cierta borrosidad debido a la difusión molecular); presentaban estallidos de fluctuaciones en el régimen transicional; y zigzagueaban rápidamente y de forma aleatoria cuando el flujo se volvía completamente turbulento. Estos zigzagueos y la dispersión del colorante son señales de las fluctuaciones en el flujo principal y de la rápida mezcla de las partículas de fluido de capas adyacentes.

La intensa mezcla del fluido en el flujo turbulento, como resultado de las rápidas fluctuaciones, mejora la transferencia de cantidad de movimiento entre las partículas del fluido, lo que incrementa la fuerza de fricción sobre la superficie y, por ende, la potencia de bombeo requerida. El factor de fricción alcanza su punto máximo cuando el flujo se vuelve completamente turbulento.

### Número de Reynolds

La transición del flujo laminar al turbulento está influenciada por diversos factores como la geometría, la rugosidad de la superficie, la velocidad del flujo, la temperatura de la superficie y las propiedades del fluido, entre otros. Tras realizar experimentos exhaustivos en la década de 1880, Osborne Reynolds descubrió que el régimen de flujo depende principalmente de la relación entre las fuerzas inerciales y las fuerzas viscosas en el fluido. Esta relación se conoce como número de Reynolds y se expresa para el flujo interno en una tubería circular como:

$$NR = \frac{\text{Fuerzas inerciales}}{\text{fuerzas viscosas}} = \frac{V_{prom} D}{\nu} = \frac{\rho V_{prom} D}{\mu}$$

Donde:

$V_{prom}$ : velocidad de flujo promedio (m/s).

$D$ : longitud característica de la geometría (diámetro en este caso, en m).

$\nu = \frac{\mu}{\rho}$ : viscosidad cinemática del fluido ( $\text{m}^2/\text{s}$ ).

### Números de Reynolds críticos

En aplicaciones prácticas relacionadas con el flujo en tuberías, se establece que, si el número de Reynolds para el flujo es menor que 2000, el flujo se considera laminar. Por otro lado, si el número de Reynolds es mayor que 4000, se puede asumir que el flujo es turbulento. En el rango de números de Reynolds entre 2000 y 4000, no es posible determinar con certeza qué tipo de flujo prevalece; por lo tanto, a esta región se le denomina región crítica.

Si  $\text{NR} \leq 2000$  flujo laminar

Si  $2000 \leq \text{NR} \leq 4000$  región crítica

Si  $\text{NR} \geq 4000$  flujo turbulento

### Experimento de Osbourne Reynolds

Es factible distinguir los distintos regímenes de flujo laminar, transicional y turbulento al introducir trazadores de color en el flujo dentro de una tubería transparente, una práctica que fue realizada por el ingeniero británico Osborne Reynolds (1842-1912) hace más de un siglo. Reynolds observó que los trazadores de color formaban una línea continua y suave a velocidades bajas, lo cual indicaba un flujo laminar (aunque podían presentar cierta borrosidad debido a la difusión molecular). Cuando el flujo entraba en una fase transicional, se observaban interrupciones y fluctuaciones en las líneas de color. Finalmente, cuando el flujo alcanzaba un estado completamente turbulento, las líneas de color se movían de manera rápida y aleatoria, con zigzagueos y dispersión del colorante, reflejando las fluctuaciones en el flujo principal y la rápida mezcla entre las partículas de fluido de capas adyacentes.

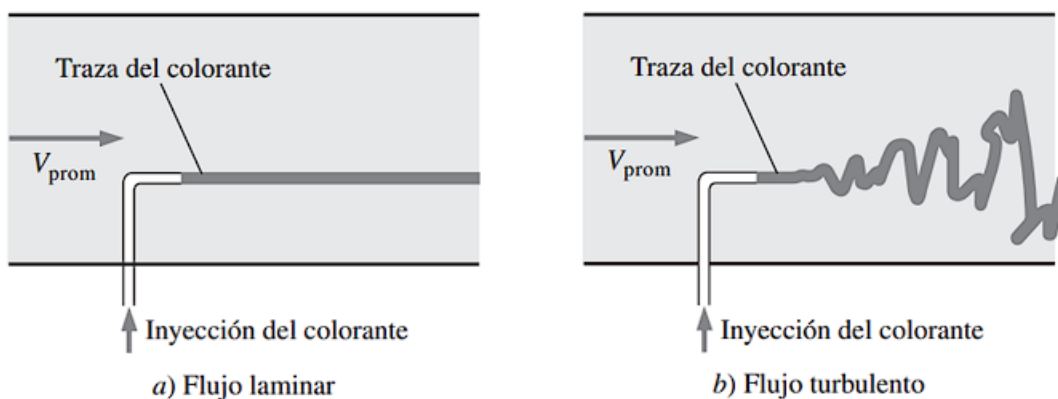


Figura 1: Comportamiento de un fluido coloreado que se inyectó en un flujo donde se observan los flujos laminar y turbulento en una tubería.

La agitación intensa del fluido en el flujo turbulento, producto de las rápidas fluctuaciones, potencia la transferencia de cantidad de movimiento entre las partículas del fluido. Este incremento en la agitación conlleva a un aumento significativo de la fuerza de fricción sobre la superficie de la tubería y, por ende, a una mayor potencia de bombeo requerida. Se ha observado que el factor de fricción alcanza su valor máximo cuando el flujo alcanza un estado completamente turbulento.

### Procedimiento:

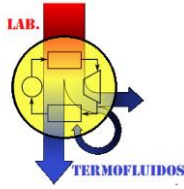
Para la siguiente experimentación, realice el siguiente arreglo de tuberías:

1. Cerrar válvula de bola (V9) de distribución en serie.
2. Abrir la válvula de bola (V8) de descarga de la bomba 1.
3. Cerrar la válvula de bola (V3) de succión de la bomba 2.
4. Cerrar la válvula de bola (V7) de descarga de la bomba 2.
5. Abrir  $\frac{3}{4}$  de giro la válvula de diafragma (V10) para estudio de experimento de Reynolds.
6. Abrir la válvula de diafragma de descarga (V35) de la tubería de estudio de experimento de Reynolds.
7. Realice la conexión de manguera de la tubería de descarga hacia el equipo para el experimento de Osbourne Reynolds.
8. Deposite las mangueras de salida del equipo hacia el tanque TB10.

Verifique que las válvulas del equipo para el experimento de Osbourne Reynolds estén completamente abiertas, proceda a energizar el equipo y regular el caudal del sistema con la válvula 10.

Llene la siguiente tabla:

Caudal LPM	Velocidad m/s	Tipo de régimen (Visual)	Número de Reynolds	Tipo de régimen (Cálculos)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				



**LABORATORIO DE TERMOFLUIDOS**  
**Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica**  
**Universidad Veracruzana**



Conteste las siguientes preguntas:

- a) ¿En qué régimen se logró ver una corriente de tinta lineal?
- b) ¿En qué régimen se logró ver una corriente de línea caótica?
- c) ¿Por qué sucedió esto?
- d) Si se modifica abruptamente el caudal al momento de inyectar la tinta ¿Qué sucedería?
- e) ¿Por qué el diámetro de la tubería y el caudal del fluido influyen en la elaboración del experimento?

**Observaciones:**

**Conclusiones:**