

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

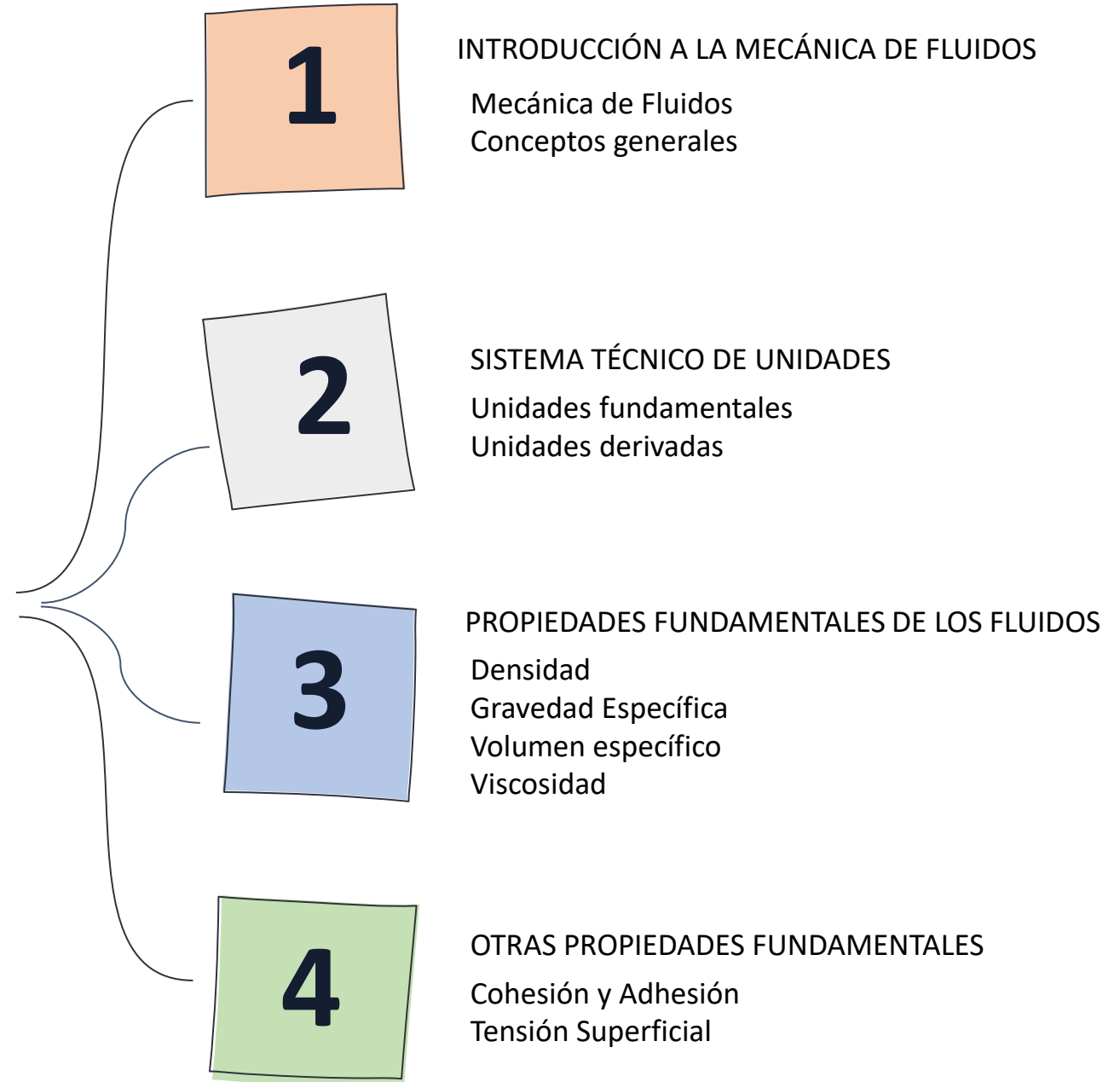
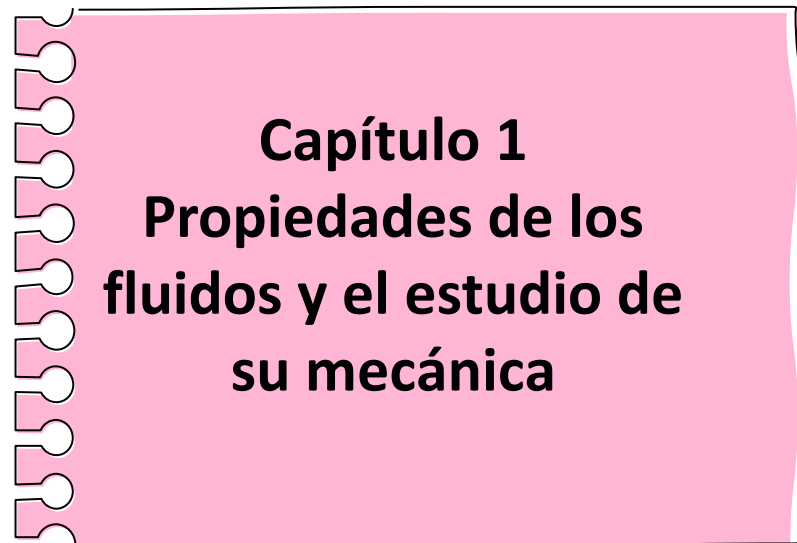
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

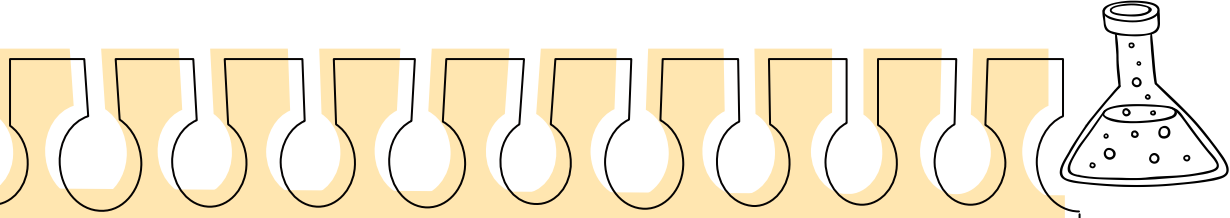
MECÁNICA DE FLUIDOS E HIDRÁULICA



Ing. Fernanda Rivera C.
mfrivera@unach.edu.ec

CONTENIDO



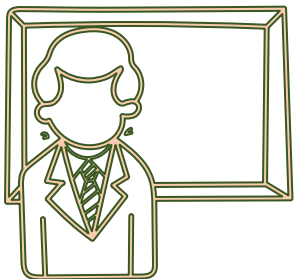


RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Aplicar los conceptos y principios de la mecánica de fluidos, mediante la capacidad de síntesis de los fenómenos en los que intervienen los fluidos y dominio de las leyes que gobiernan su comportamiento.

CRITERIO DE EVALUACIÓN

Conocer las propiedades físicas de los fluidos y su importancia en la mecánica de los fluidos.





**IMPORTANCIA DE LOS
FLUIDOS PARA NUESTRA
VIDA.**



- En el cuerpo humano, el corazón bombea constantemente sangre a todas las partes del cuerpo a través de las arterias y venas, y los pulmones son las regiones de flujo de aire.



- En los hogares e industrias, los sistemas de tubos para el agua fría, el gas natural y las aguas de desecho.



- En los autos, los componentes asociados con el transporte del combustible del tanque de éste hacia los cilindros.



- En estructuras, como el diseño de edificios, puentes e incluso de vallas publicitarias para asegurar que las estructuras puedan soportar la intensidad del viento.

- Fenómenos naturales como el ciclo de lluvias, los patrones meteorológicos.





MECÁNICA DE FLUIDOS

01

DEFINICIÓN

Es la ciencia física que estudia el comportamiento mecánico de los fluidos (en reposo o en movimiento) y su efecto sobre su entorno, tal como superficies de sólidos o interfaces con otros fluidos.

02

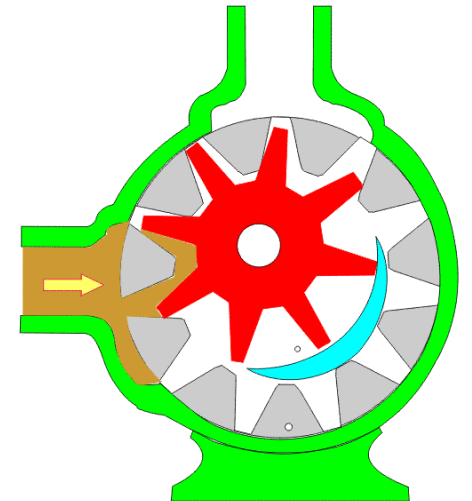
CLASIFICACIÓN

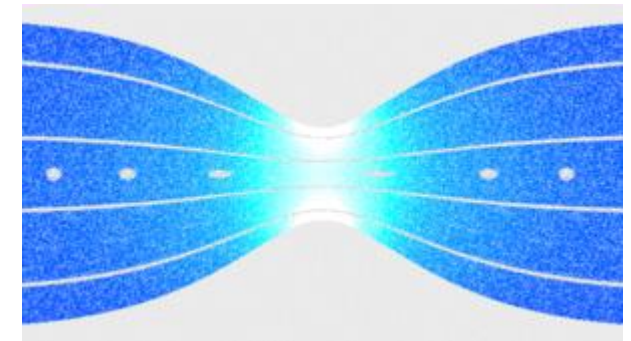
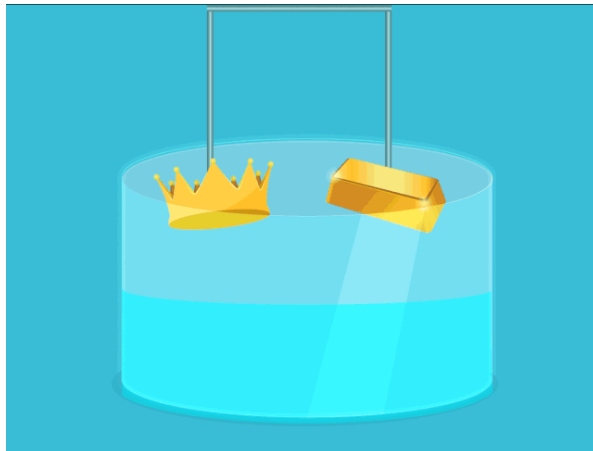
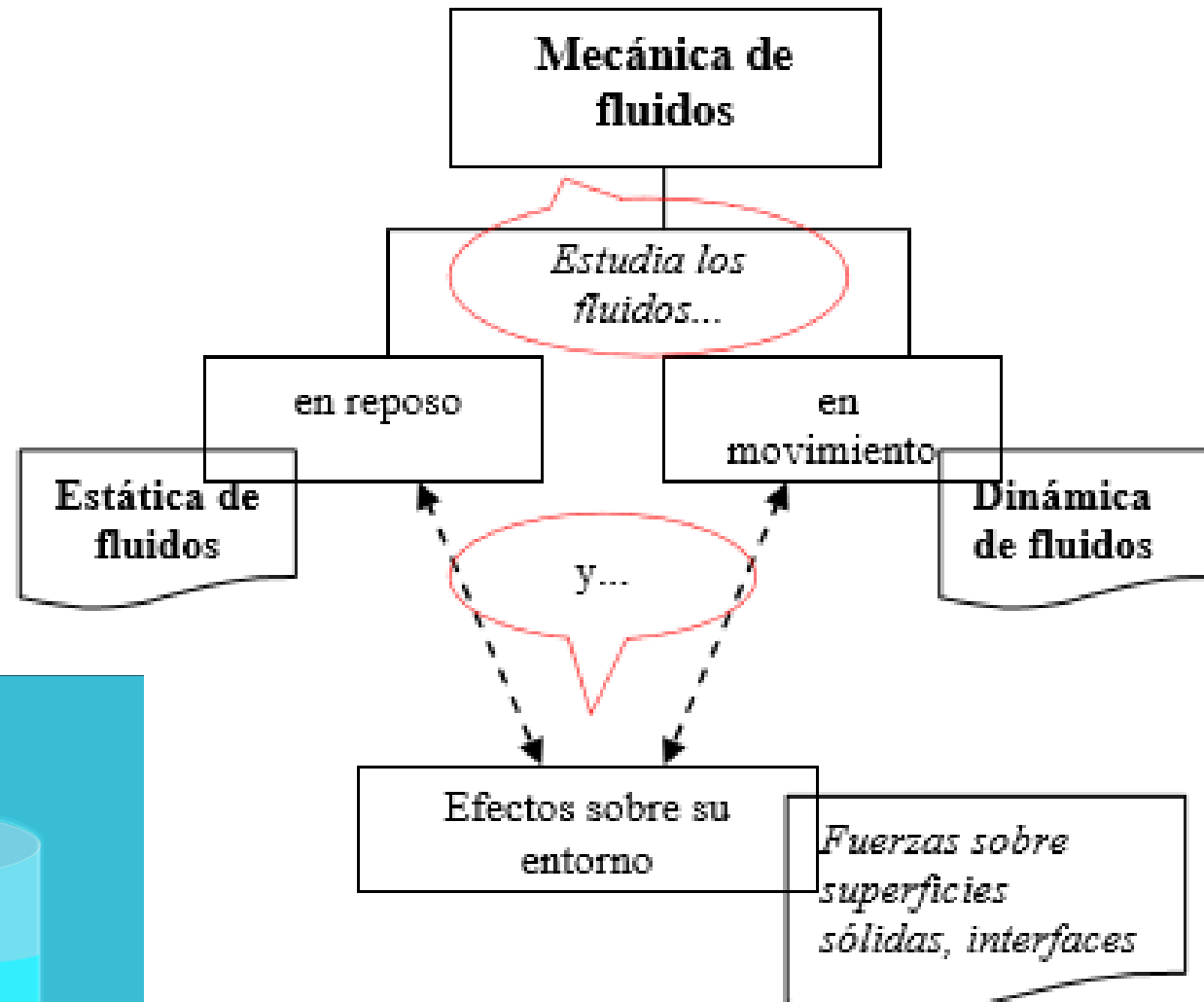
Esta ciencia se divide en tres ramas:

- ✓ Estática: estudia las leyes de composición de fuerzas en equilibrio o reposo.
- ✓ Cinemática: trata las propiedades geométricas del movimiento de los cuerpos.
- ✓ Dinámica: estudia las leyes del movimiento bajo la acción de fuerzas.

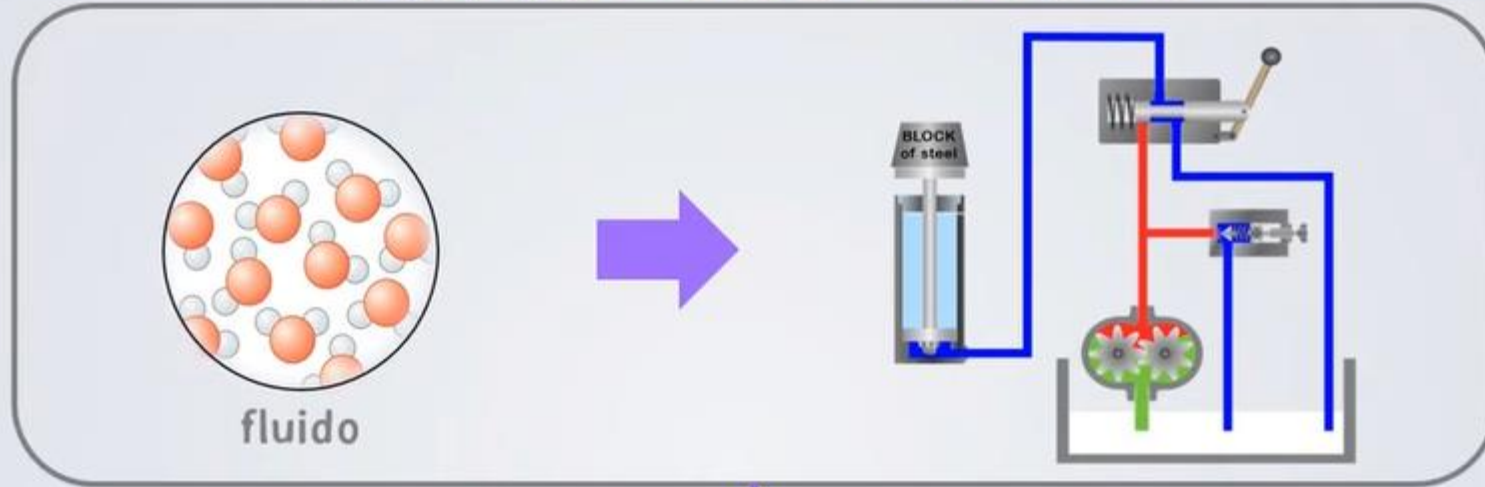


La mecánica de fluidos se ha dividido en diferentes ramas que cubren varios aspectos de la ingeniería, la física, las matemáticas, etc. Están destinadas a solucionar problemas de la vida cotidiana, así como para desarrollar nuevas tecnologías y descubrir nuevos campos de la ciencia.





MECÁNICA DE FLUIDOS



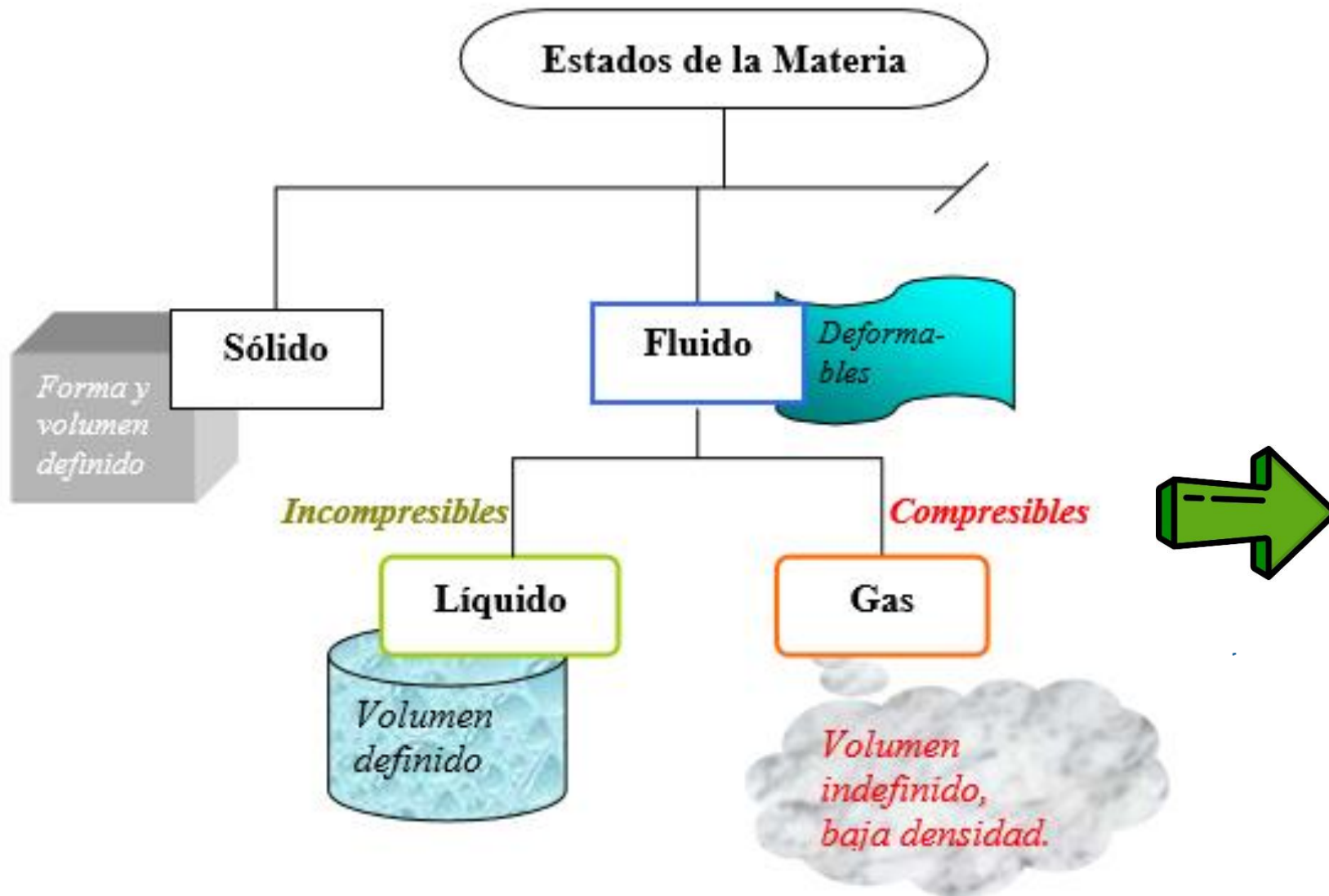
Gases

Neumática

Líquidos

Hidráulica

Oleohidráulica

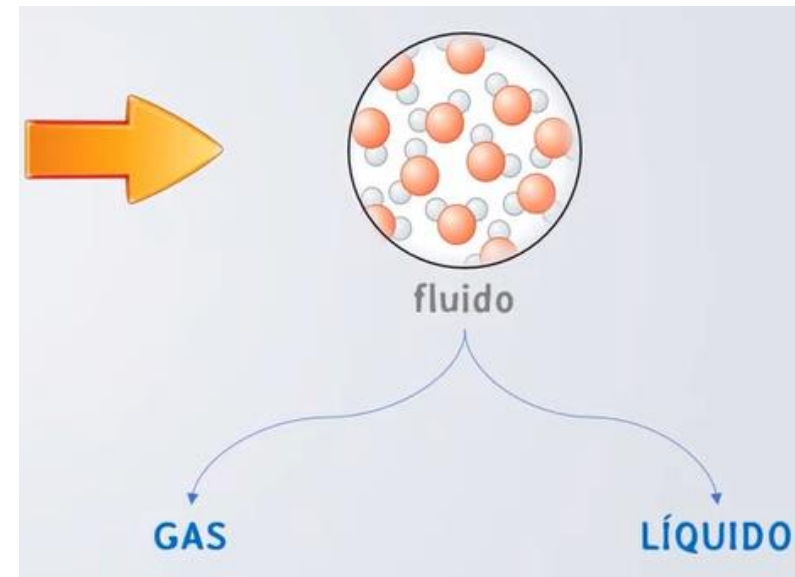


Compresibilidad

Propiedad que provoca que los cuerpos disminuyan de volumen al someterlos a una presión.

FLUIDO

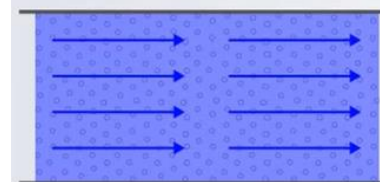
Un fluido es todo cuerpo que tiene propiedad de fluir, y carece de rigidez y elasticidad por lo que su forma siempre se altera según el recipiente en el que se encuentre.



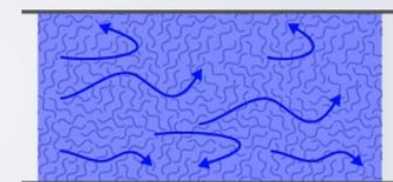
FLUJO

"Se define como flujo a un fluido en movimiento."

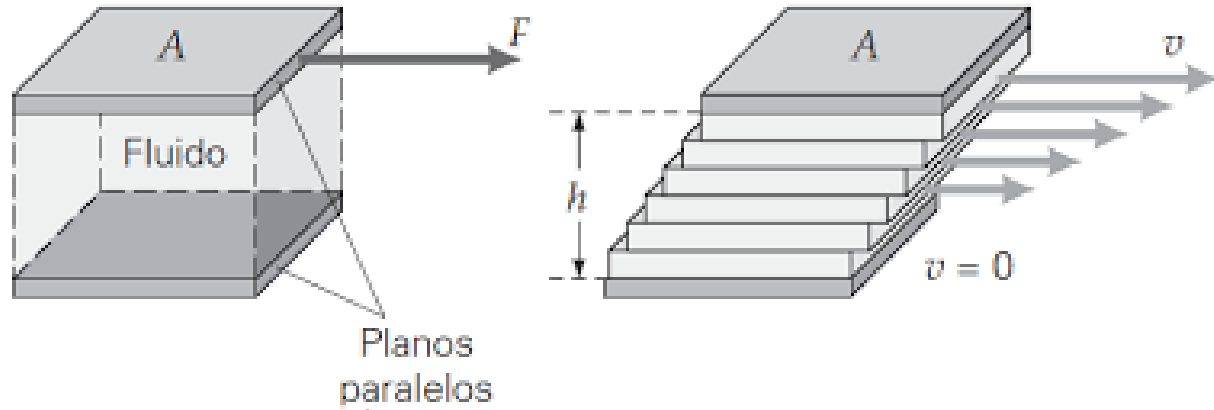
Flujo laminar



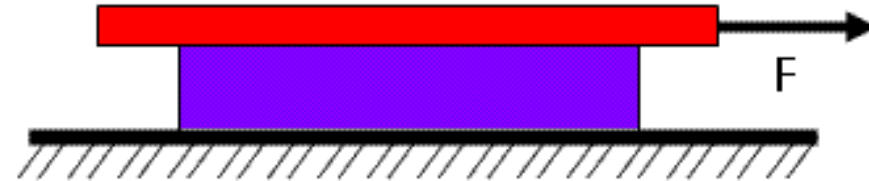
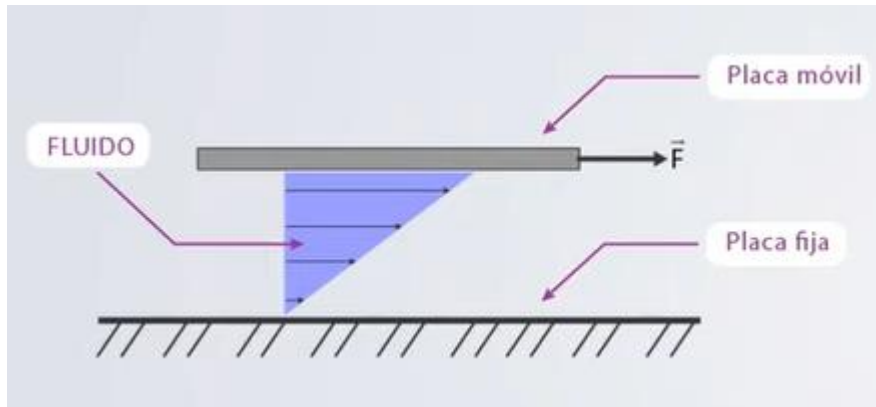
Flujo turbulento



Esfuerzo Cortante



$$\tau = \frac{F}{A}$$



Aplicaciones de la Mecánica de Fluidos en Ingeniería en Recursos Hídricos e Ingeniería ambiental

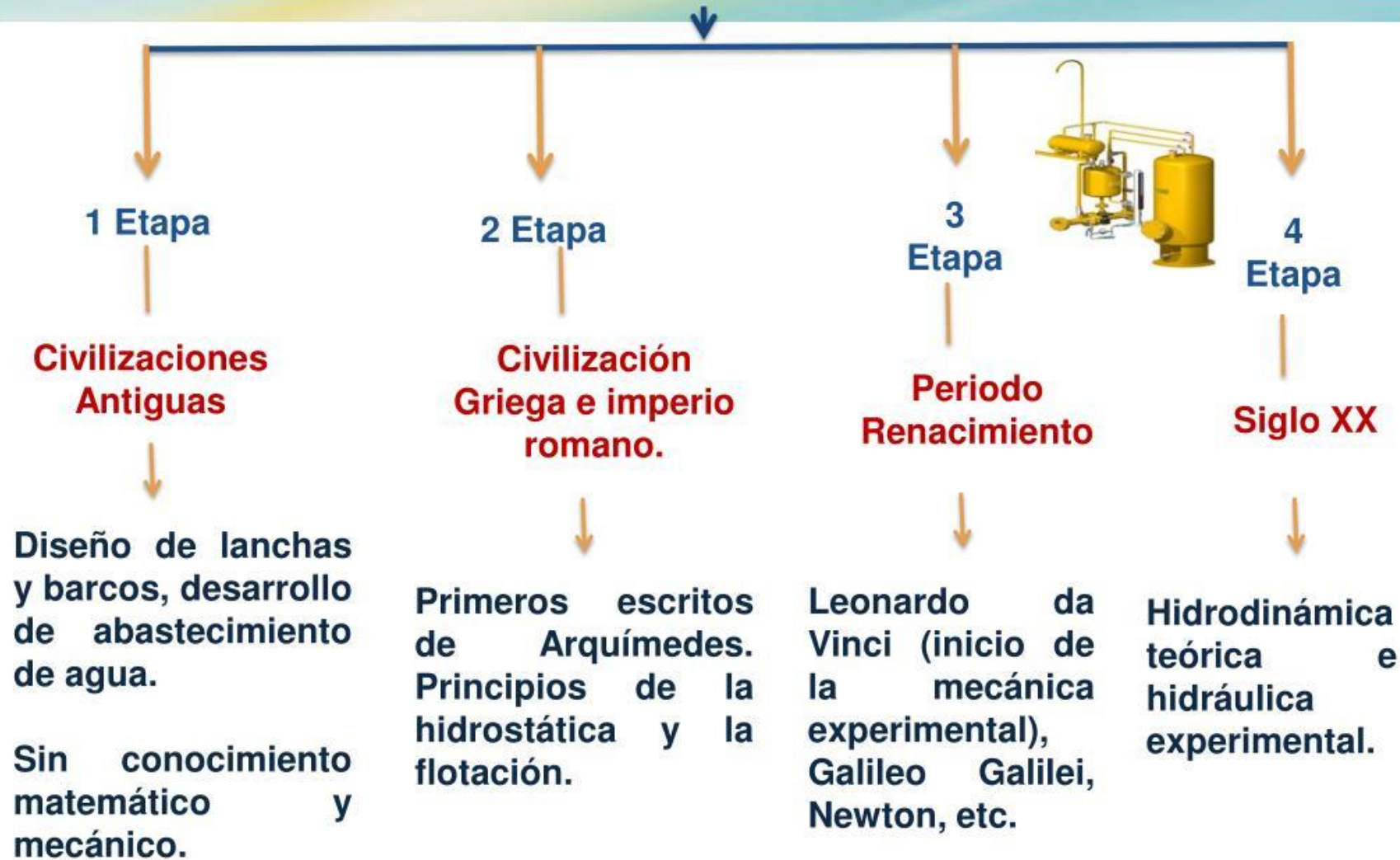
- Hidrodinámica
- Hidrología subterránea
- Hidrología superficial
- Hidráulica fluvial
- Hidráulica marítima
- Ingeniería de costas
- Obras hidráulicas
- Turbomáquinas
- Sistemas de ductos / cañerías



- Potabilización y distribución de agua (consumo, riego, etc...)
- Medición de variables meteorológicas
- Rellenos sanitarios (lixiviados)
- Tratamientos de efluentes
- Calidad y gestión ambiental
- Contaminación acústica
- Contaminación atmosférica
- Eolodinámica

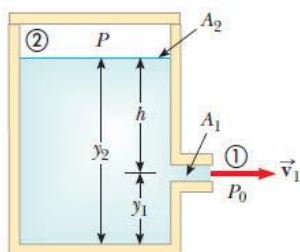


Historia de la Mecánica de Fluidos

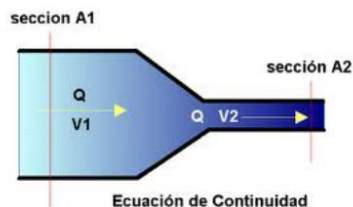




Arquímedes (287-212 a.C.) Leyes de la Flotación.

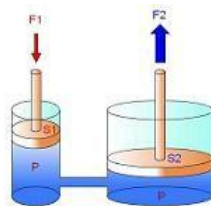


Leonardo da Vinci (1452-1519) Ecuación de Continuidad.



Torricelli (1608-1647) Salida por un orificio. Relación entre la altura y la presión atmosférica.

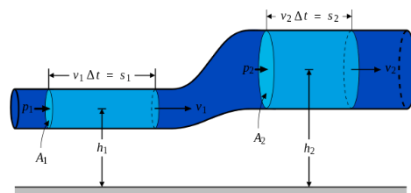
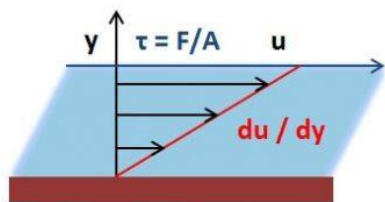
Pascal (1623-1662) Ley de Pascal.

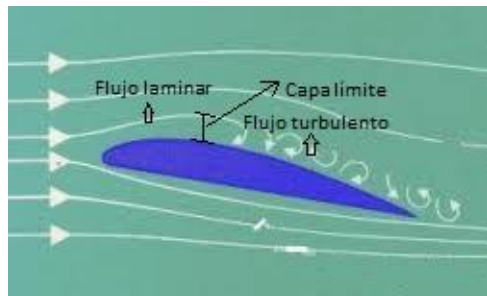
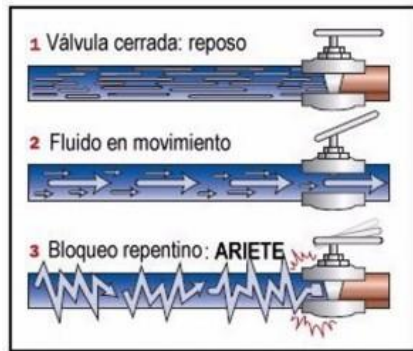
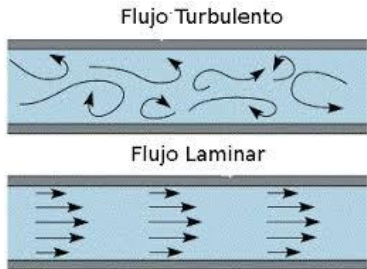


Newton (1642-1726) Ley de viscosidad dinámica.

Bernoulli (1700-1782) Teorema de Bernoulli.

Euler (1707-1783) Ecuaciones diferenciales del movimiento del fluido ideal; formulación del teorema de Bernoulli; Teorema fundamental de las turbomáquinas.





Weisbach (1806-1871) Fórmula de resistencia en tuberías.

Froude (1810-1879) Ley de semejanza de Froude.

Navier (1785-1836) y Stokes (1819-1903) Ecuaciones diferenciales de Navier-Stokes del movimiento de los fluidos viscosos.

Reynolds (1842-1912) Número de Reynolds; Distinción entre flujo laminar y turbulento.

Rayleigh (1842-1919) Propuso la técnica del análisis dimensional.

Joukowski (1847-1921) Estudios del golpe de ariete; perfiles aerodinámicos de Joukowski.

Prandtl (1875-1953) Teoría de la capa límite. Fundador de la moderna mecánica de fluidos.



TAREA

01

Elabora una línea del tiempo destacando avances históricos en hidráulica y su impacto en el control de contaminación hídrica

Sistema técnico de unidades

Dimensión es la medida por la cual una variable física se expresa cuantitativamente.

Unidad es una forma particular de asignar un número a la dimensión cuantitativa.

Unidades Básicas o Fundamentales				
	Unidad	Símbolo	Magnitud	Dimensión
1	metro	m	longitud	L
2	kilogramo	kg	masa	M
3	segundo	s	tiempo	T
4	kelvin	K	temperatura	Θ



superficie

fuerza

velocidad

volumen

presión

caudal

Tabla 1.1. Dimensiones primarias en los sistemas SI y británico.

Dimensión primaria	Unidad SI	Unidad británica	Factor de conversión
Masa $\{M\}$	Kilogramo (kg)	Slug	1 slug = 14,5939 kg
Longitud $\{L\}$	Metro (m)	Pie (ft)	1 ft = 0,3048 m
Tiempo $\{T\}$	Segundo (s)	Segundo (s)	1 s = 1 s
Temperatura $\{\Theta\}$	Kelvin (K)	Rankine ($^{\circ}\text{R}$)	1 K = 1,8 $^{\circ}\text{R}$

Tabla 1.2. Dimensiones secundarias en Mecánica de Fluidos.

Dimensión secundaria	Unidad SI	Unidad británica	Factor de conversión
Área $\{L^2\}$	m^2	ft^2	1 $\text{m}^2 = 10,764 \text{ ft}^2$
Volumen $\{L^3\}$	m^3	ft^3	1 $\text{m}^3 = 35,315 \text{ ft}^3$
Velocidad $\{LT^{-1}\}$	m/s	ft/s	1 $\text{ft/s} = 0,3048 \text{ m/s}$
Aceleración $\{LT^{-2}\}$	m/s^2	ft/s^2	1 $\text{ft/s}^2 = 0,3048 \text{ m/s}^2$
Presión o esfuerzo $\{ML^{-1}T^{-2}\}$	$\text{Pa} = \text{N/m}^2$	lbf/ft^2	1 $\text{lbf/ft}^2 = 47,88 \text{ Pa}$
Velocidad angular $\{T^{-1}\}$	s^{-1}	s^{-1}	1 $\text{s}^{-1} = 1 \text{ s}^{-1}$
Energía, calor, trabajo $\{ML^2T^{-2}\}$	$\text{J} = \text{N} \cdot \text{m}$	$\text{ft} \cdot \text{lbf}$	1 $\text{ft} \cdot \text{lbf} = 1,3558 \text{ J}$
Potencia $\{ML^2T^{-3}\}$	$\text{W} = \text{J/s}$	$\text{ft} \cdot \text{lbf/s}$	1 $\text{ft} \cdot \text{lbf/s} = 1,3558 \text{ W}$
Densidad $\{ML^{-3}\}$	kg/m^3	slugs/ft^3	1 $\text{slug/ft}^3 = 515,4 \text{ kg/m}^3$
Viscosidad $\{ML^{-1}T^{-1}\}$	$\text{kg/(m} \cdot \text{s)}$	$\text{slugs/(ft} \cdot \text{s)}$	1 $\text{slug/(ft} \cdot \text{s)} = 47,88 \text{ kg/(m} \cdot \text{s)}$
Calor Específico $\{L^2T^{-2}\Theta^{-1}\}$	$\text{m}^2/(\text{s}^2 \cdot \text{K})$	$\text{ft}^2/(\text{s}^2 \cdot ^{\circ}\text{R})$	1 $\text{m}^2/(\text{s}^2 \cdot \text{K}) = 5,980 \text{ ft}^2/(\text{s}^2 \cdot ^{\circ}\text{R})$

Propiedades fundamentales de los fluidos

Las propiedades de los fluidos pueden ser Extensivas e Intensivas.

- Las **extensivas** son aquellas propiedades cuyo valor depende de la cantidad total de masa presente, como la masa, la cantidad de movimiento.
- Las **intensivas** son las propiedades cuya medida es independiente de la cantidad total de masa presente, como la densidad, temperatura, peso específico.



Densidad Absoluta

La densidad es una magnitud referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen. Su unidad es Kg/m³, g/cm³ o lb/ft³.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- ρ : densidad
- m : masa
- V : volumen



Densidad Relativa

Es la densidad de una sustancia dividida entre la densidad de una sustancia conocida, en la mayoría de los líquidos se utiliza como referencia el agua. También conocida como gravedad específica, gravedad relativa, densidad aparente.

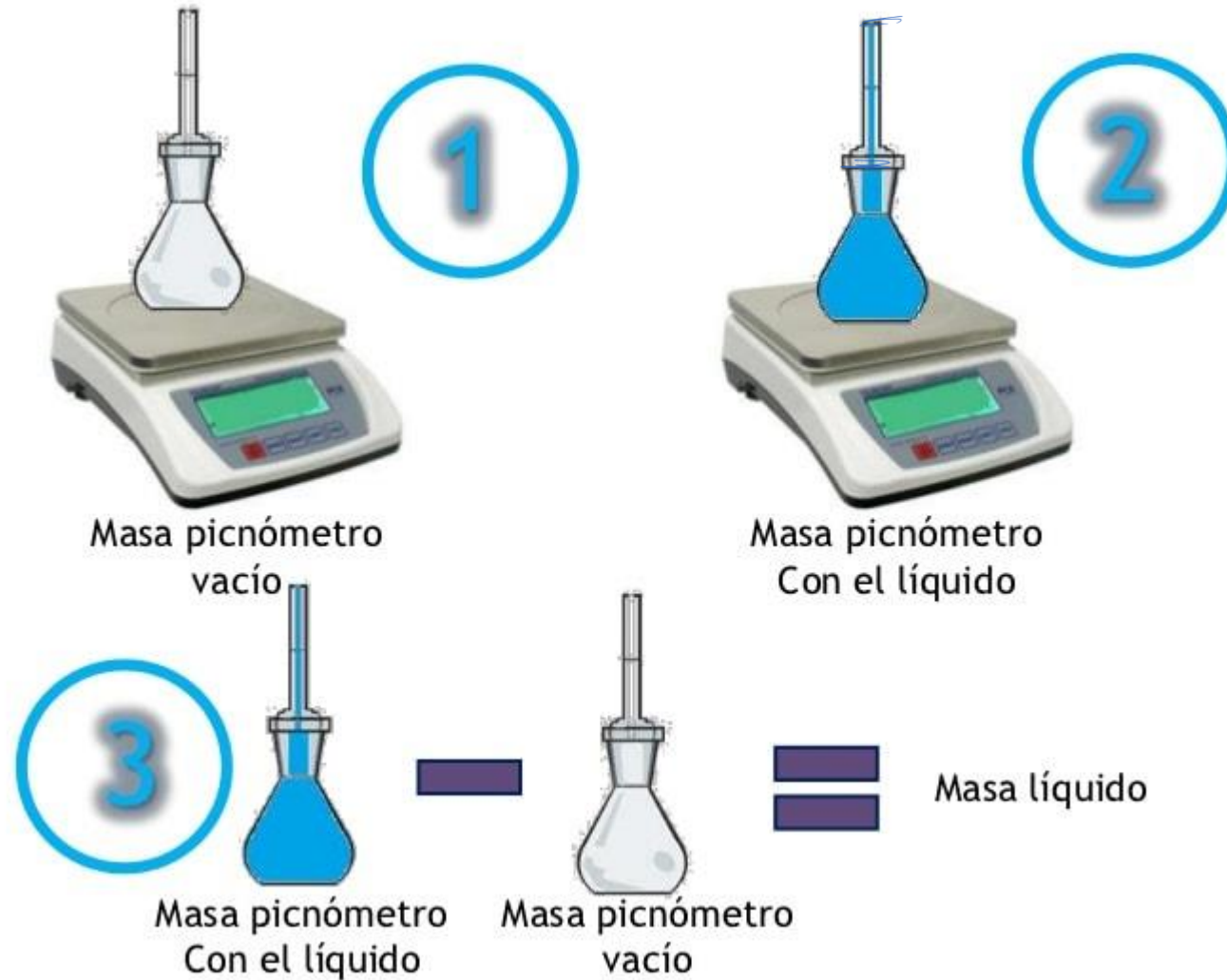
$$\rho_{\text{relativa}} = \frac{\rho_{\text{sustancia}}}{\rho_{\text{referencia}}}$$

$$\rho_{\text{relativa}} = \frac{\rho_{\text{líquido}}}{\rho_{\text{agua}}}$$

$$\rho_{H_2O@4^{\circ}C;1Atm} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{H_2O@4^{\circ}C;1Atm} = 62,4 \text{ lb/pe}^3$$

Densidad en Líquidos



Volumen específico

$$v = \frac{V}{m}$$

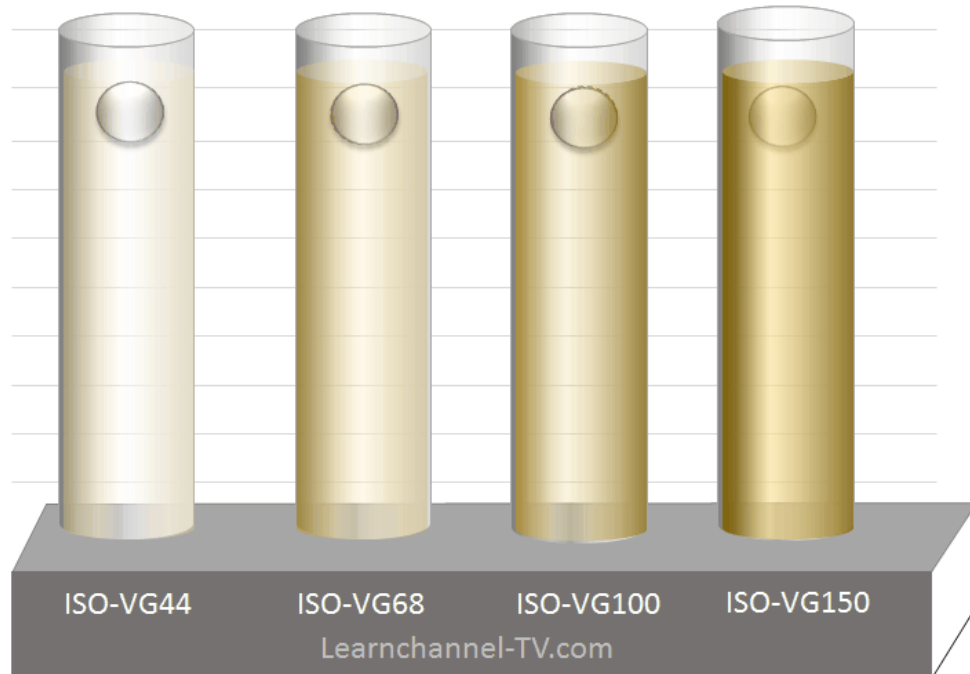
- v : volumen específico
- V : volumen
- m : masa

Peso específico

$$\gamma = \frac{w}{V} = \frac{m \cdot g}{V}$$

VISCOSIDAD

Aceite hidráulico- Comparación de la viscosidad



Es la resistencia que tienen ciertas sustancias para fluir y para sufrir deformaciones graduales producto de tensiones cortantes o tensiones de tracción.

Todos los fluidos poseen viscosidad debido a las colisiones entre sus partículas, que se mueven a diferentes velocidades.

Así, cuando el fluido es obligado a moverse, dichas partículas generan resistencia de fricción, retardando o impidiendo el desplazamiento.

Los únicos fluidos que no tienen viscosidad son los fluidos ideales o superfluidos, que son fluidos en los que la fricción es nula, es decir, que pueden fluir interminablemente.

Tipos de viscosidad

Viscosidad dinámica (μ). También llamada viscosidad absoluta, se entiende como la relación entre el gradiente de velocidad (velocidad de movimiento de las partículas) y el esfuerzo cortante.

Ésta depende además de la temperatura: a mayor temperatura, menor viscosidad.

$$\mu = \tau \cdot \frac{dy}{dv} \text{ N s/m}^2$$

o bien ($1 \text{ N} = 1 \text{ kg m/s}^2$),

$$\mu = \tau \cdot \frac{dy}{dv} \text{ kg/(m s)}$$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

ν : viscosidad cinemática (m^2/s)
 μ : viscosidad dinámica ($\text{kg/m}\cdot\text{s}$)
 ρ : densidad del fluido (kg/m^3)

Viscosidad cinemática (ν). En un fluido a temperatura constante, la viscosidad cinemática se calculará dividiendo la dinámica entre la densidad del fluido.





TAREA

02

Análisis de Modelos Reológicos en Contaminantes Líquidos

📌 **Objetivo:** Estudiar cómo los modelos reológicos afectan la dispersión de contaminantes en cuerpos de agua.

📝 **Actividad:**

- Investiga casos reales donde la viscosidad de contaminantes afectó su dispersión (ej. derrames de petróleo, descargas industriales).
- Selecciona dos contaminantes líquidos con diferentes comportamientos reológicos.
- Explica cómo la viscosidad influye en la dispersión de contaminantes en ríos y lagos.

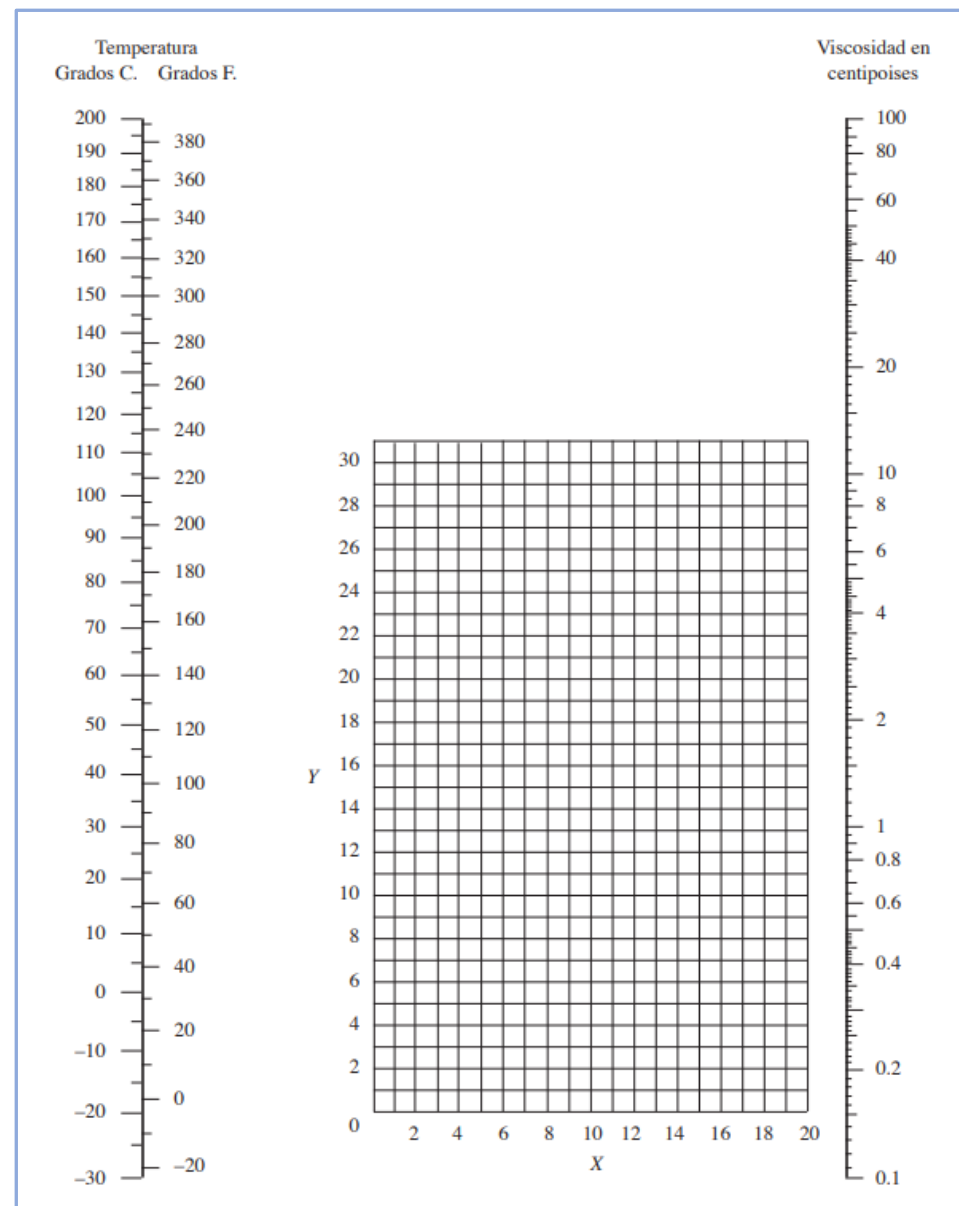
Métodos para calcular la viscosidad

- Tabla de las propiedades de los fluidos
- Ábaco de la viscosidad
- Caída Libre
- Ecuaciones para determinar la viscosidad
- Número de Reynolds

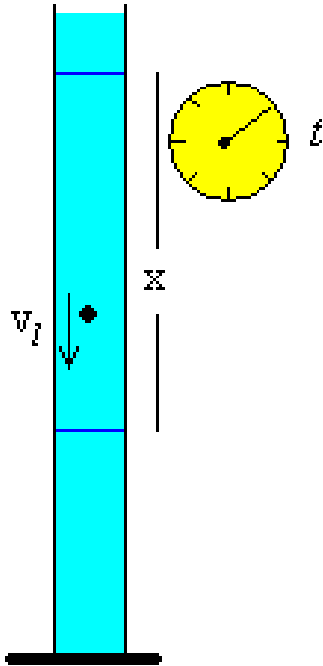
ÁBACO DE LA VISCOSIDAD

Núm.	Líquido	X	Y	Núm.	Líquido	X	Y
1	Acetaldehído	15.2	4.8	32	Cloruro de etilo	14.8	6.0
2	Ácido acético, 100%	12.1	14.2	33	Éter etílico	14.5	5.3
3	Anhídrido acético	12.7	12.8	34	Formiato de etilo	14.2	8.4
4	Acetona, 100%	14.5	7.2	35	Ioduro de etilo	14.7	10.3
5	Amoniaco, 100%	12.6	2.0	36	Etilenglicol	6.0	23.6
6	Amoniaco, 26%	10.1	13.9	37	Ácido fórmico	10.7	15.8
7	Acetato de amilo	11.8	12.5	38	Freón-12	16.8	5.6
8	Alcohol amílico	7.5	18.4	39	Glicerol, 100%	2.0	30.0
9	Anilina	8.1	18.7	40	Glicerol, 50%	6.9	19.6
10	Anisol	12.3	13.5	41	Heptano	14.1	8.4
11	Benceno	12.5	10.9	42	Hexano	14.7	7.0
12	Bifenilo	12.0	18.3	43	Ácido clorhídrico, 31.5%	13.0	16.6
13	Salmuera, CaCl ₂ , 25%	6.6	15.9	44	Alcohol isobutílico	7.1	18.0
14	Salmuera, NaCl, 25%	10.2	16.6	45	Alcohol isopropílico	8.2	16.0
15	Bromo	14.2	13.2	46	Keroseno	10.2	16.9
16	Acetato de butilo	12.3	11.0	47	Aceite comercial de linaza	7.5	27.2
17	Alcohol butílico	8.6	17.2	48	Mercurio	18.4	16.4
18	Dióxido de carbono	11.6	0.3	49	Metanol, 100%	12.4	10.5
19	Disulfuro de carbono	16.1	7.5	50	Acetato de metilo	14.2	8.2
20	Tetracloruro de carbono	12.7	13.1	51	Cloruro de metilo	15.0	3.8
21	Clorobenceno	12.3	12.4	52	Metiletilcetona	13.9	8.6
22	Cloroformo	14.4	10.2	53	Naftaleno	7.9	18.1
23	m-cresol	2.5	20.8	54	Ácido nítrico, 95%	12.8	13.8
24	Ciclohexanol	2.9	24.3	55	Ácido nítrico, 60%	10.8	17.0
25	Dicloroetano	13.2	12.2	56	Nitrobenceno	10.6	16.2
26	Diclorometano	14.6	8.9	57	Nitrotolueno	11.0	17.0
27	Acetato de etilo	13.7	9.1	58	Octano	13.7	10.0
28	Alcohol etílico, 100%	10.5	13.8	59	Alcohol octílico	6.6	21.1
29	Alcohol etílico, 95%	9.8	14.3	60	Pentano	14.9	5.2
30	Alcohol etílico, 40%	6.5	16.6	61	Fenol	6.9	20.8
31	Etilbenceno	13.2	11.5	62	Sodio	16.4	13.9

(Continúa)



CAÍDA LIBRE



$$v_p = \frac{g D_p^2 (\rho_l - \rho_p)}{18 \mu}$$

ECUACIONES PARA DETERMINAR VISCOSIDAD

Saybolt universal

- $\nu = 0.00000245 * t - \frac{0.0021}{t}$ (32 t 100)
- $\nu = 0.00000273 * t - \frac{0.00145}{t}$ (t 100)

Saybolt furol

- $\nu = 0.0000241 * t - \frac{0.00198}{t}$ (25 t 40)
- $\nu = 0.0000233 * t - \frac{0.000646}{t}$ (t 40)

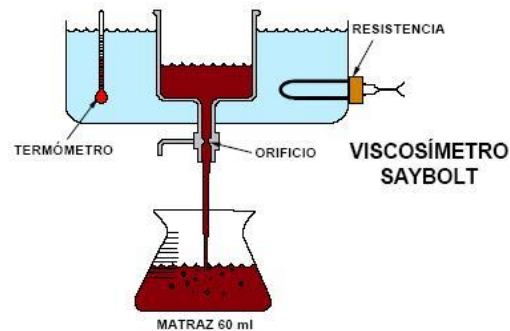
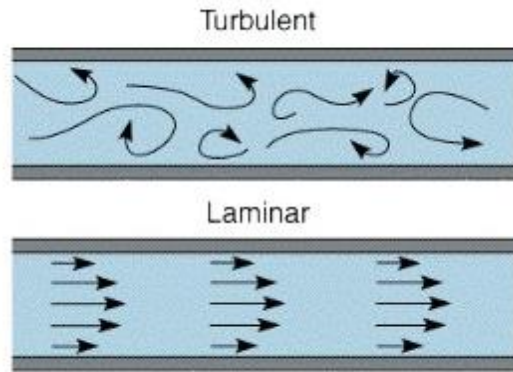


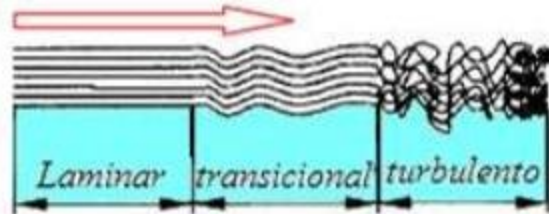
Fig. 3.2.2 Viscosímetro Saybolt



NÚMERO DE REYNOLDS



$$N_R = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{v \cdot D}{\nu}$$



$N_R \leq 2000$ Laminar

$N_R \geq 4000$ Turbulento

Flow Rate: 5000 L / s



Presión

Speed

-

☐ Ruler 

Units

☒ Metric

☐ English

☐ Friction

☐ Flux meter

Reset All

☒ Dots



☒ Fluid Density

Otras propiedades de los fluidos

Cohesión

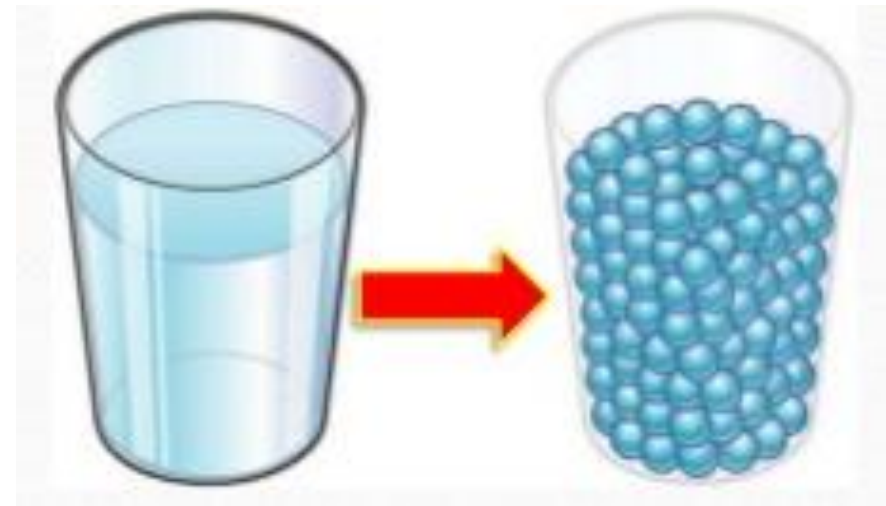
Adhesión

Tensión
Superficial

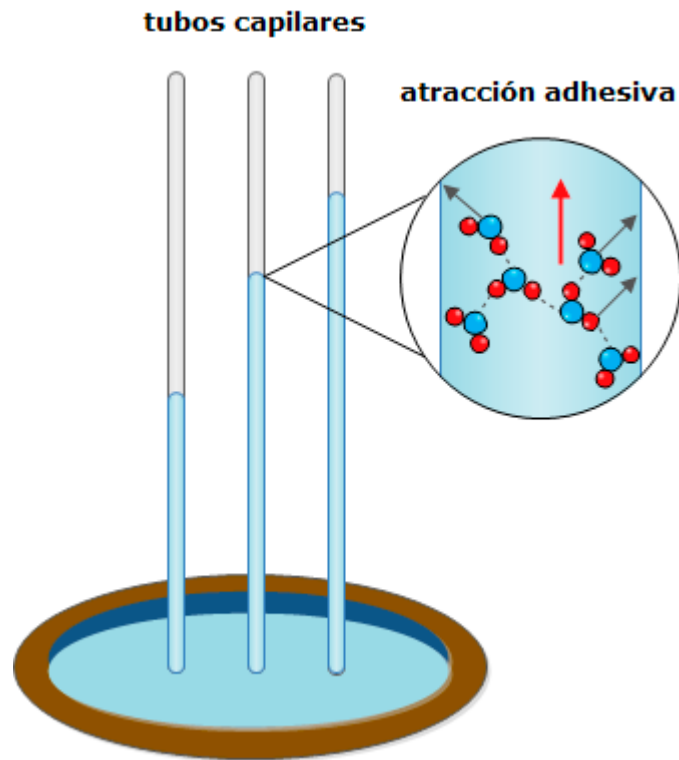
Capilaridad

Cohesión

- Es la atracción entre moléculas que mantiene unidas las partículas de una sustancia, o sea, es la fuerza de atracción entre partículas adyacentes dentro de un mismo cuerpo.
- La cohesión se refiere a la atracción que tienen las moléculas por otras de su mismo tipo, y las moléculas de agua tienen fuerzas cohesivas fuertes gracias a su habilidad para formar puentes de hidrógeno entre ellas.



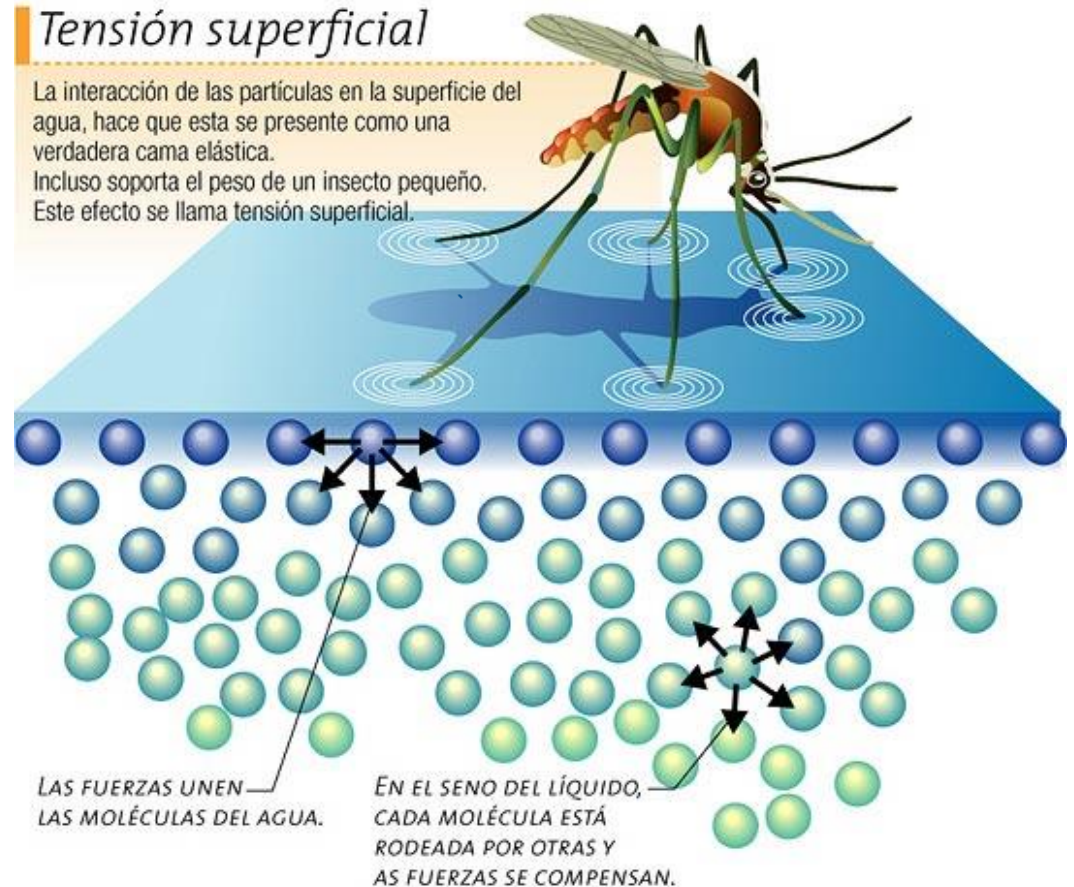
Adhesión



- La adhesión es la propiedad de la materia por la cual se unen dos superficies de sustancias iguales o diferentes cuando entran en contacto, y se mantienen juntas por fuerzas intermoleculares.
- En las fuerzas de adhesión el líquido asciende debido a las fuerzas atractivas entre sus moléculas y la superficie interior del tubo.

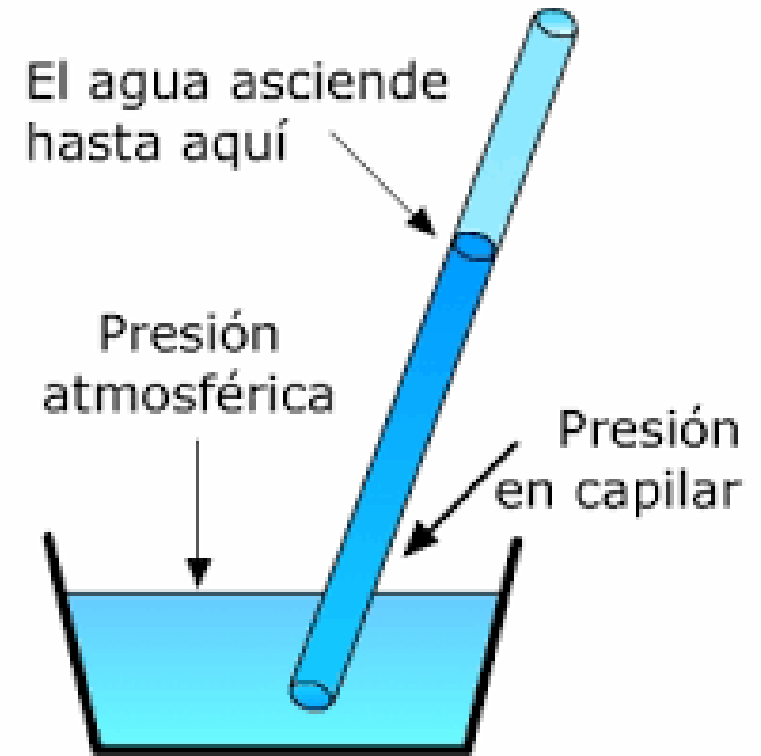
Tensión Superficial

- En la interfase líquido-gas o líquido-líquido (no miscibles) se forma una película en el líquido, debido a la atracción de moléculas de líquido por debajo de la superficie. Esta capa se debe a la existencia de cierta energía superficial (W/A). Entonces la tensión superficial es la fuerza de tensión requerida para formar esa película.
- La acción de la tensión superficial es incrementar la presión dentro de una pequeña gota de radio r o dentro de un pequeño chorro de líquido.



Capilaridad

- La capilaridad es el fenómeno por el cuál un líquido se Eleva o desciende por tubos muy estrechos.
- Los líquidos ascienden en tubos que mojan (adhesión > cohesión)
- Los líquidos descienden en tubos a los que no mojan (cohesión > adhesión).
- La capilaridad tiene importancia en tubos de diámetros aproximadamente menores de 10 mm.





Bibliografía

- Mecánica de fluidos y maquinas hidráulicas Mataix Claudio OXFORD University Press
- Levenspiel, O. (1993). Flujo de fluidos e intercambio de calor. Barcelona, España: Reverté
- <http://erivera-2001.com/files/Introduccion.pdf>