

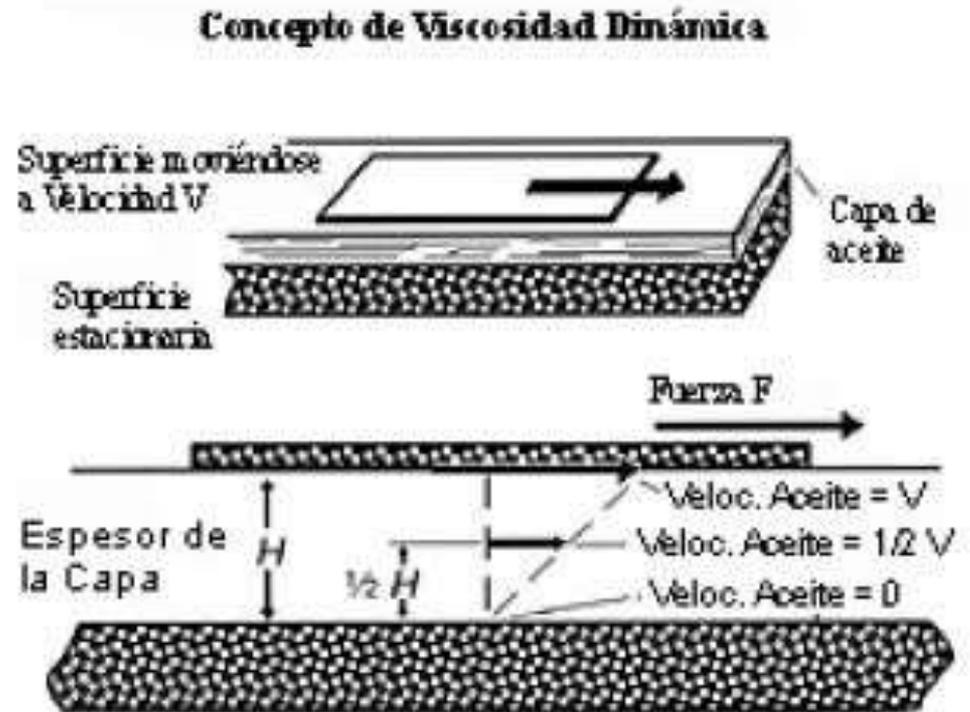


Viscosidad



VISCOSIDAD

La **viscosidad** es la oposición de un fluido a las deformaciones tangenciales. Un fluido que no tiene viscosidad se llama **fluido ideal**. En realidad todos los fluidos conocidos presentan algo de viscosidad, siendo el modelo de viscosidad nula una aproximación bastante buena para ciertas aplicaciones. La viscosidad sólo se manifiesta en líquidos en movimiento



Viscosidad

La característica de **viscoso** se conoce como **viscosidad**. Algo viscoso es **adhesivo o pastoso**, diferenciándose de otros estados como el **sólido** o el **líquido**.

En este sentido, hay que subrayar que algo viscoso también suele relacionarse con el término moco pues ambos conceptos vienen a dejar patente que el elemento al que se refieren se caracteriza por ser resbaladizo, pegajoso y además glutinoso.

Entre los productos más viscosos se encontrarían desde la gelatina, diversos tipos de jabones, champús, geles y demás productos de belleza. Asimismo hay que subrayar que existen juguetes que se caracterizan por su viscosidad y que es ella la que hace que desde hace décadas se haya convertido en el compañero de juegos de muchos niños.



Viscosidad y temperatura

La viscosidad es la **medida de la resistencia de un líquido a fluir**. La medida común métrica de la viscosidad absoluta es el Poise, que es definido como la fuerza necesaria para mover un centímetro cuadrado de área sobre una superficie paralela a la velocidad de 1 cm por segundo, con las superficies separadas por una película lubricante de 1 cm de espesor.

La viscosidad varía inversamente proporcional con la temperatura. Por eso su valor no tiene utilidad si no se relaciona con la temperatura a la que el resultado es reportado. La viscosidad de los fluidos es una función de la temperatura. En los líquidos la viscosidad disminuye con la temperatura, mientras que en los gases aumenta.

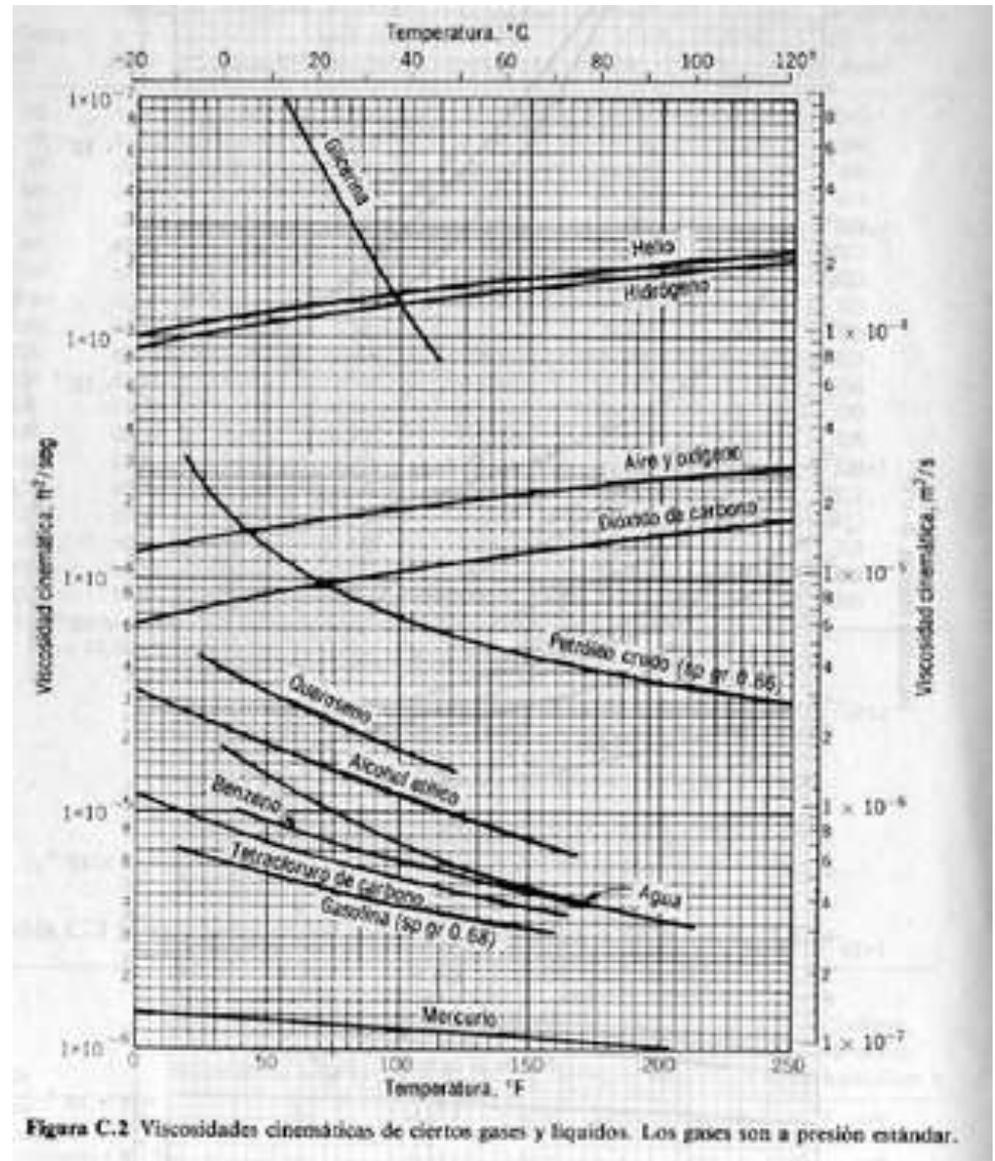


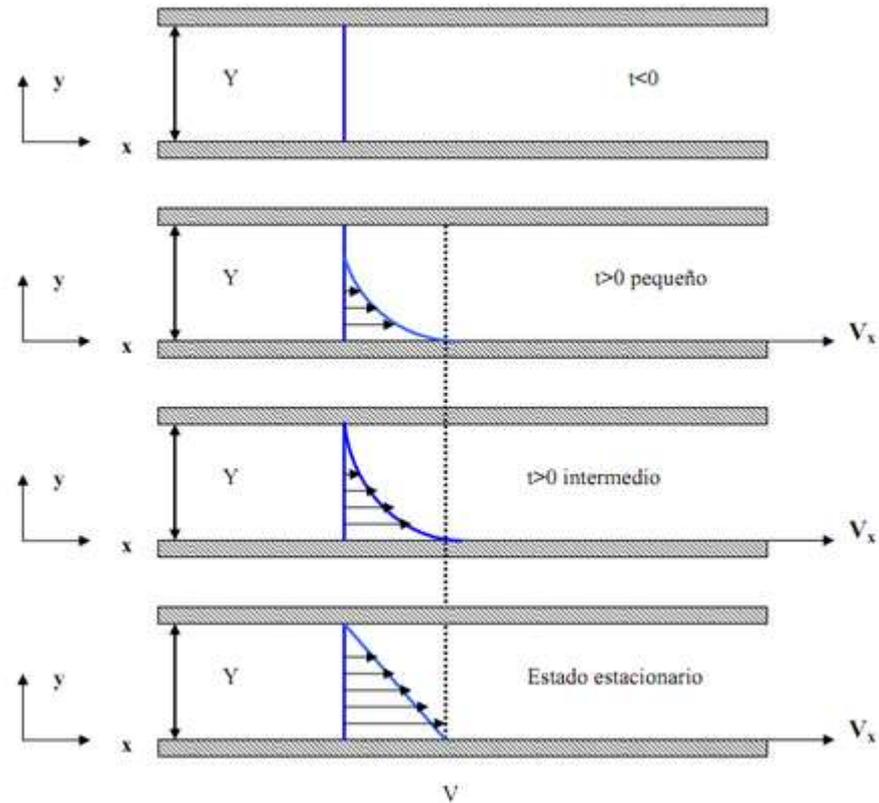
Figura C.2 Viscosidades cinemáticas de ciertos gases y líquidos. Los gases son a presión estándar.

La ley de newton sobre la viscosidad

Ley de Newton de la viscosidad

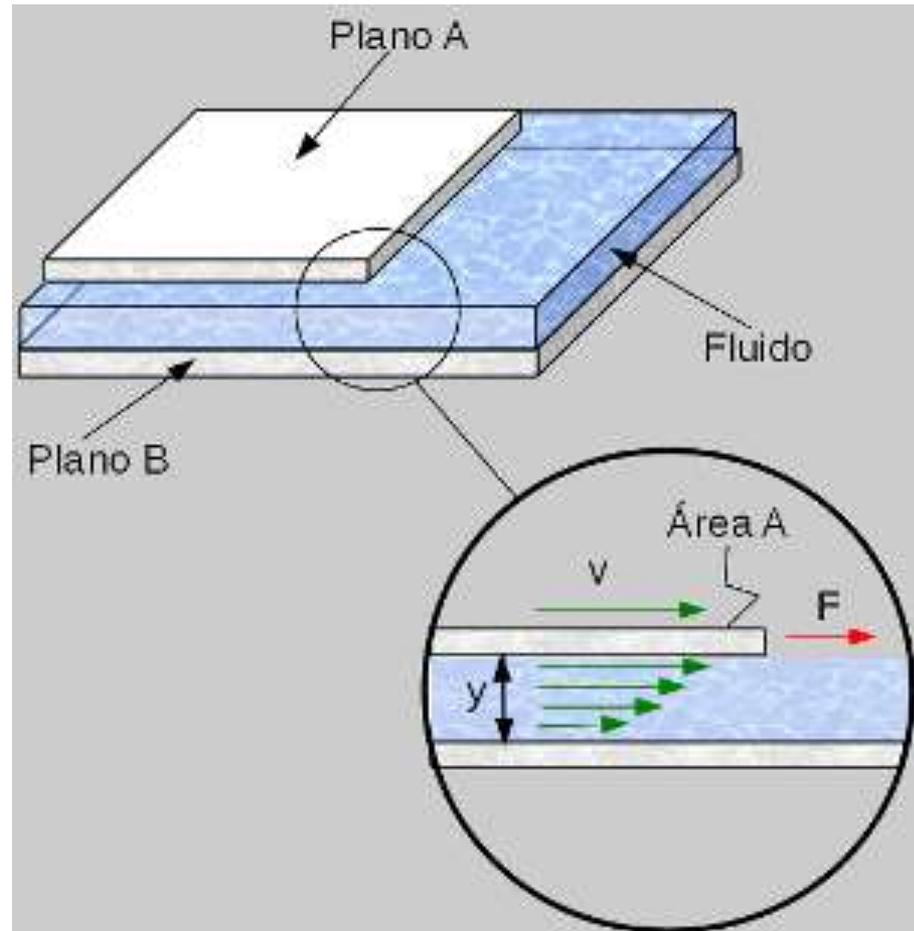
La Ley de Newton de la viscosidad establece que la rapidez del esfuerzo de corte por unidad de área es directamente proporcional al gradiente negativo de la velocidad local:

$$\tau_{yx} = -\nu \frac{d}{dy}(\rho v_x)$$



El esfuerzo cortante

El esfuerzo cortante es la presión que se ejerce tangencialmente sobre una superficie. Es también, llamado fuerza de deformación o de cizallamiento. En fenómenos de transporte este esfuerzo cortante es igual al flux de momentum.



La velocidad de corte
La velocidad de
corte es la
variación de la
velocidad con
respecto a un eje
de coordenadas.
Está representado
por :
 du / dy



LABORATORIO DE
METROLOGIA
VISCOSIDAD



La viscosidad

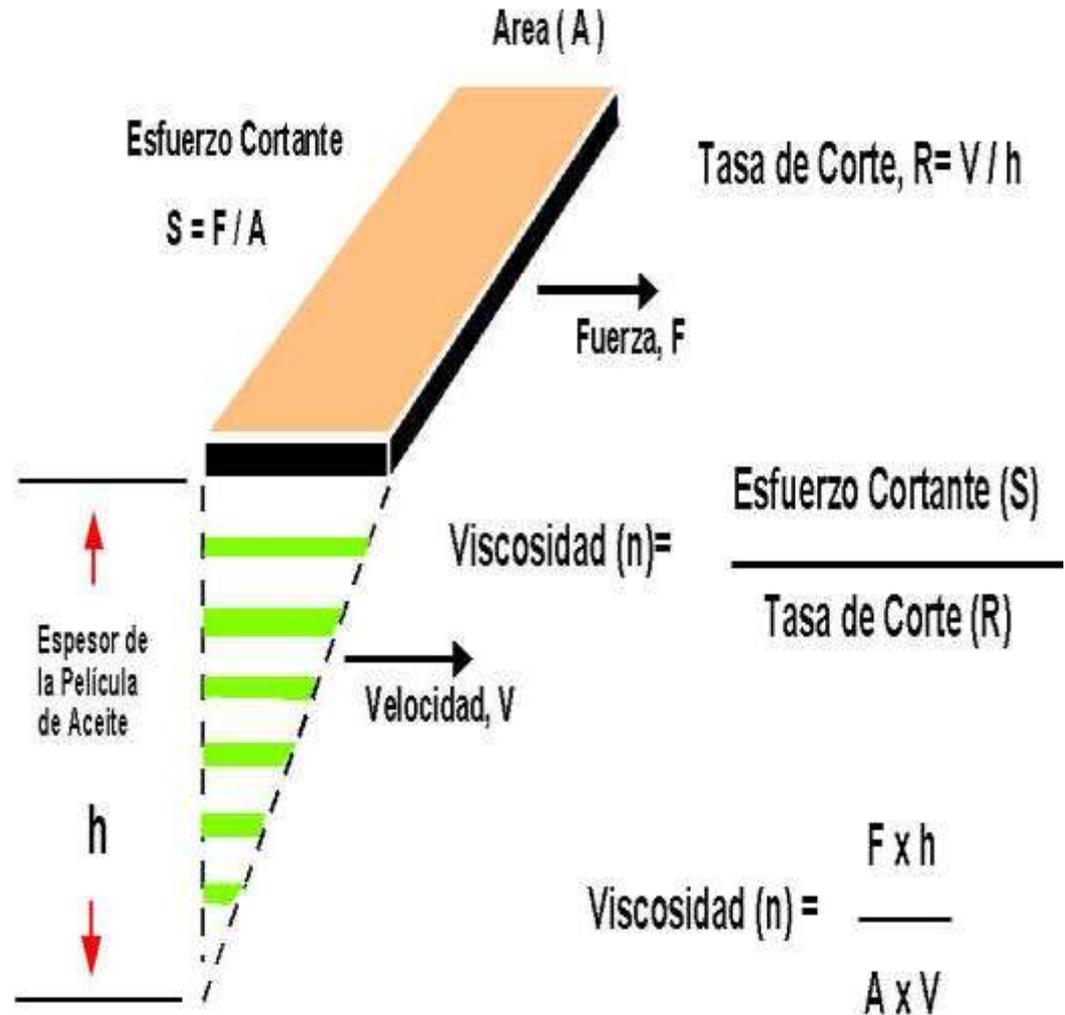
La viscosidad es pues el cociente del esfuerzo cortante entre la velocidad de corte.

Esta viscosidad es llamada viscosidad absoluta o dinámica. En el [SI](#) (Sistema Internacional de Unidades), la **unidad física de viscosidad** dinámica es el [pascal-segundo](#) (Pa·s), que corresponde exactamente a $1 \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ o $1 \text{ kg}/(\text{m}\cdot\text{s})$.

La unidad [cgs](#) para la viscosidad dinámica es el [poise](#) ($1 \text{ poise (P)} \equiv 1 \text{ g}\cdot(\text{s}\cdot\text{cm})^{-1} \equiv 1 \text{ dina}\cdot\text{s}\cdot\text{cm}^{-2} \equiv 0,1 \text{ Pa}\cdot\text{s}$), cuyo nombre homenajea al fisiólogo francés [Jean Louis Marie Poiseuille](#) (1799-1869). Se suele usar más su submúltiplo el *centipoise* (cP). El centipoise es más usado debido a que el agua tiene una viscosidad de 1,0020 cP a 20 °C.

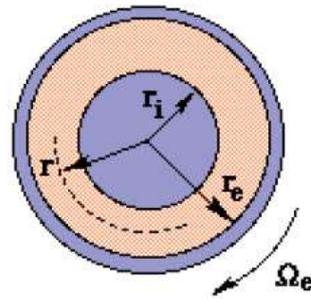
1 poise = 100 centipoise = $1 \text{ g}/(\text{cm}\cdot\text{s}) = 0,1 \text{ Pa}\cdot\text{s}$
 centipoise = 1 mPa·s En el sistema imperial, el Reyn fue nombrado en honor de [Osborne Reynolds](#):

1 Reyn = $1 \text{ lb f} \cdot \text{s} \cdot \text{in}^{-2} = 6,89476 \times 10^6 \text{ cP} = 6890 \text{ Pa} \times \text{s}$



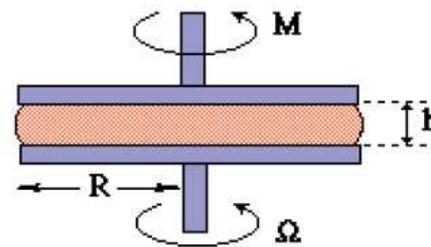
Viscosidad absoluta

La viscosidad absoluta se mide mediante viscosímetros rotacionales de muy diversos tipos y formas.



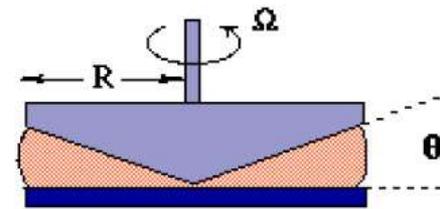
Cilindros coaxiales

$$K' = \frac{2}{1 - (r_i / r_e)^2} \quad K'' = \frac{1}{2\pi H r_i^2}$$



Platos paralelos

$$K' = \frac{R}{h} \quad K'' = \frac{2}{\pi R^3}$$



Cono - plato

$$K' = \frac{1}{\theta} \quad K'' = \frac{3}{2\pi R^3}$$

Viscosidad cinemática

Viscosidad cinemática

Se obtiene como cociente de la viscosidad dinámica (o absoluta) y la densidad. La unidad en el SI es el (m^2/s). La unidad física de la viscosidad cinemática en el [sistema CGS](#) es el [stoke](#) (abreviado S o St), cuyo nombre proviene del físico irlandés [George Gabriel Stokes](#) (1819-1903). A veces se expresa en términos de *centistokes* (cS o cSt).

1 stoke = 100 centistokes = $1 \text{ cm}^2/s = 0,0001 \text{ m}^2/s$.

La viscosidad cinemática se puede medir con aparatos tales como el viscosímetro de Ostwald, el de Saybolt

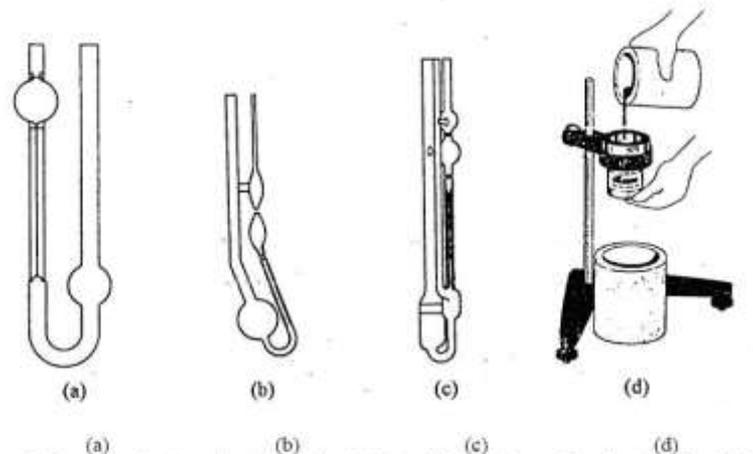
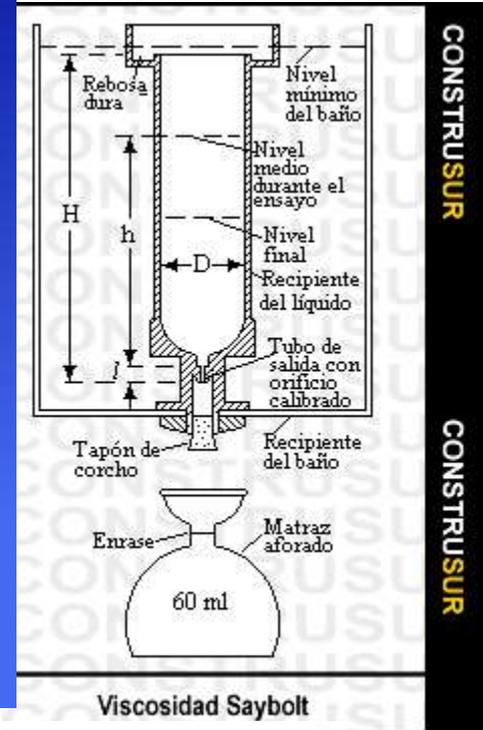


Figura 4. Tres tipos de viscosímetro capilar: (a) Ostwald; (b) Cannon-Fenske; (c) Ubbelohde. (d) Viscosímetro de orificio tipo "copo de Ford".

Viscosidad y aceites lubricantes

Los aceites y lubricantes se clasifican de acuerdo al nivel de [servicio](#) (*API) y al grado de [viscosidad](#) (**SAE).

API

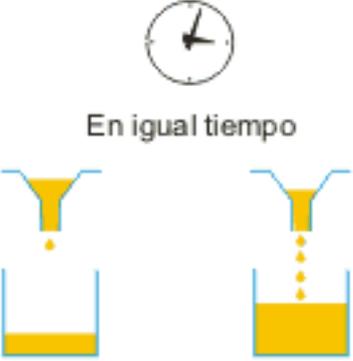
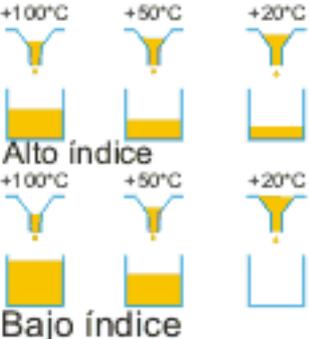
La SAE clasifica los aceites de [motor](#) de acuerdo con su viscosidad en:

UNIGRADOS. los cuales son: SAE 40 y SAE 50.

MULTIGRADOS. Los cuales son: SAE 20W- 40, SAE 20W-50 y SAE 15W-40.

De este par de aceites los multigrados brindan mayores beneficios, tales como:

Facilitan el arranque en frío del motor protegiéndolo contra el desgaste.

VISCOSIDAD	VISCOSIDAD
<p>* El aceite al escurrir, encuentra una resistencia que se define como viscosidad o resistencia a fluir.</p> <p style="text-align: center;">En igual tiempo</p> 	<p>* El índice de viscosidad es un valor numérico, indicativo de la variación de la viscosidad con respecto de la temperatura.</p> <p>* Cuanto más alto es el índice, más estable es la viscosidad del aceite.</p> 

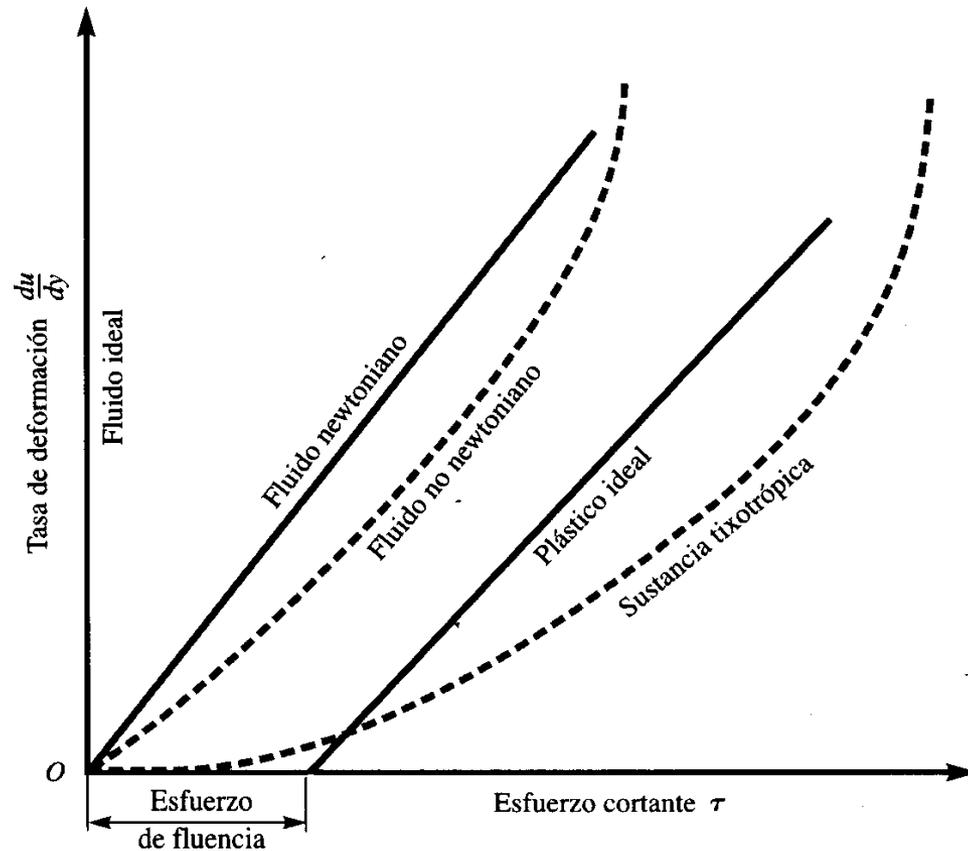
Clasificación SAE

La clasificación S.A.E. está basada en la viscosidad del aceite a dos temperaturas, en grados Fahrenheit, 0°F y 210°F, equivalentes a -18° C y 99° C, **estableciendo ocho grados S.A.E. para los monogrados y seis para los multigrados.** Por ejemplo, un aceite SAE 10W 50, indica la viscosidad del aceite medida a -18 grados y a 100 grados, **en ese orden.** Nos dice que el **ACEITE** se comporta en frío como un SAE 10 y en caliente como un SAE 50. Así que, para una mayor protección en **frío**, se deberá recurrir a un aceite que tenga el primer número lo más bajo posible y para obtener un mayor grado de **protección en caliente**, se deberá incorporar un aceite que posea un elevado número para la segunda.

Grado SAE	Viscosidad cinemática en CSt a 100°C
0W	3.8
5W	3.8
10W	4.1
15W	5.6
20W	9.3
25W	9.3
20	5.6-9.3
30	9.3-12.5
40	12.5-16.7
50	16.3-21.9
60	21.9-26.1

Diferentes tipos de fluidos

Los fluidos se clasifican en newtonianos y no-newtonianos. Los gases y el agua se comportan como newtonianos. Muchos fluidos líquidos y las pastas se comportan como fluido no newtoniano, entre ellos están los pseudo plásticos, los dilatantes, los tixotrópicos, etc.



Dentro de los principales tipos de fluidos no newtonianos se incluyen los siguientes:

Tipo de fluido	Comportamiento	Características	Ejemplos
Plásticos	Plástico perfecto	La aplicación de una deformación no conlleva Metales dúctiles una vez superado el límite un esfuerzo de resistencia en sentido contrario elástico	
	Plástico de Bingham	Relación lineal, o no lineal en algunos casos, entre el esfuerzo cortante y el gradiente de deformación una vez se ha superado un determinado valor del esfuerzo cortante	
	Pseudoplástico	Fluidos que se comportan como pseudoplásticos a partir de un determinado valor del esfuerzo cortante	Barro , algunos coloides
	Dilatante	Fluidos que se comportan como dilatantes a partir de un determinado valor del esfuerzo cortante	
Fluidos que siguen la ley de potencias	Seudoplástico	La viscosidad aparente se reduce con el gradiente del esfuerzo cortante	Algunos coloides, arcilla , leche , gelatina , sangre .
	Dilatante	La viscosidad aparente se incrementa con el gradiente del esfuerzo cortante	Soluciones concentradas de azúcar en agua , suspensiones de almidón de maíz o de arroz .
Fluidos viscoelásticos	Material de Maxwell	Combinación lineal en serie de efectos elásticos y viscosos	Metales , materiales compuestos
	Fluido Oldroyd-B	Combinación lineal de comportamiento como fluido newtoniano y como material de Maxwell	
	Material de Kelvin	Combinación lineal en paralelo de efectos elásticos y viscosos	Betún , masa panadera , nailon , plastilina
Fluidos cuya viscosidad depende del tiempo	Plástico	Estos materiales siempre vuelven a un estado de reposo predefinido	
	Reopéctico	La viscosidad aparente se incrementa con la duración del esfuerzo aplicado	Algunos lubricantes
	Tixotrópico	La viscosidad aparente decrece con la duración de esfuerzo aplicado	Algunas variedades de mieles , ketchup , algunas pinturas antigoteo.

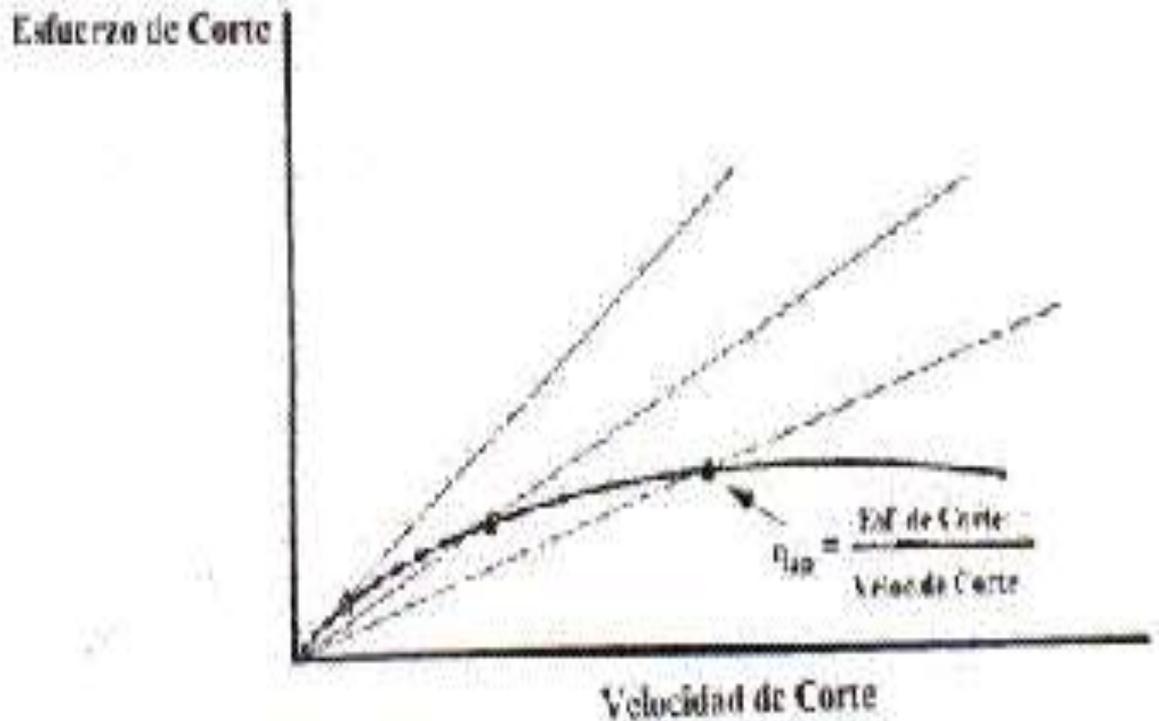
Viscosidad aparente

Un **fluido no newtoniano** es aquel fluido cuya viscosidad varía con la temperatura y la tensión cortante que se le aplica. Como resultado, un fluido no-newtoniano no tiene un valor de viscosidad definido y constante, a diferencia de un fluido newtoniano.

Aunque el concepto de viscosidad se usa habitualmente para caracterizar un material, puede resultar inadecuado para describir el comportamiento mecánico de algunas sustancias, en concreto, los fluidos no newtonianos. Estos fluidos se pueden caracterizar mejor mediante otras propiedades reológicas, propiedades que tienen que ver con la relación entre el esfuerzo y los tensores de tensiones bajo diferentes condiciones de flujo, tales como condiciones de esfuerzo cortante oscilatorio.

En los fluidos no newtoniano no se puede hablar de una viscosidad absoluta, ya que esta varía con la velocidad de corte y con el tiempo , para estos fluidos la ecuación de Newton en forma simplificada queda como:

$$T = -\eta \frac{du}{dy}$$



FIN

