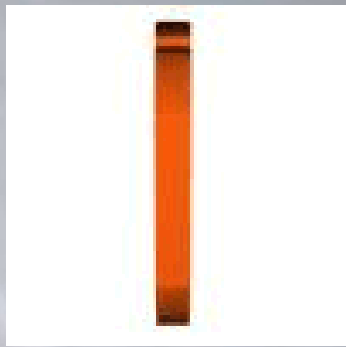




**Universidad Central de Venezuela**  
**Facultad de Farmacia**  
**Cátedra de Tecnología Farmacéutica II**



# **REOLOGÍA**

**Prof. Robert. García C.**  
**Farmacéutico**  
**Esp. Farmacia Hospitalaria**  
**Caracas, 2010**

# CONTENIDO PROGRAMÁTICO



# OBJETIVO GENERAL

**Estudiar la reología como una propiedad de los sistemas heterogéneos, su aplicabilidad e importancia en tecnología farmacéutica.**





# OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir la reología.
- Justificar el estudio de la reología en farmacia.
- Clasificar el flujo de los materiales según su comportamiento reológico.
- Caracterizar cada tipo de flujo según su reograma.
- Establecer diferencias entre los tipos de flujo: plástico, pseudoplástico y dilatante.
- Establecer diferencias entre los instrumentos utilizados, para determinar el comportamiento reológico de los sistemas heterogéneos y homogéneos.
- Explicar la aplicabilidad de la reología en la elaboración de productos farmacéuticos y cosméticos.

# REOLOGÍA

***“Rheos”*: procedente del griego, significa fluir.**

**“Es la ciencia que estudia cómo se deforma y fluye la materia cuando se le somete a una presión”.**

**“Es la ciencia que estudia cómo ocurre la deformación de un líquido y sólidos que están sometidos a esfuerzos externos”.**

**“Ciencia que estudia el flujo y deformación de la materia y describe la interrelación entre fuerza, tiempo y deformación.”**



**Esta deformación puede ser ocasionada por una:  
Fuerza de Cizalla.**

# IMPORTANCIA Y APLICACIÓN DE LA REOLOGÍA EN TECNOLOGÍA FARMACÉUTICA

Selección de equipos y del material de envase.

Características reológicas del producto terminado.

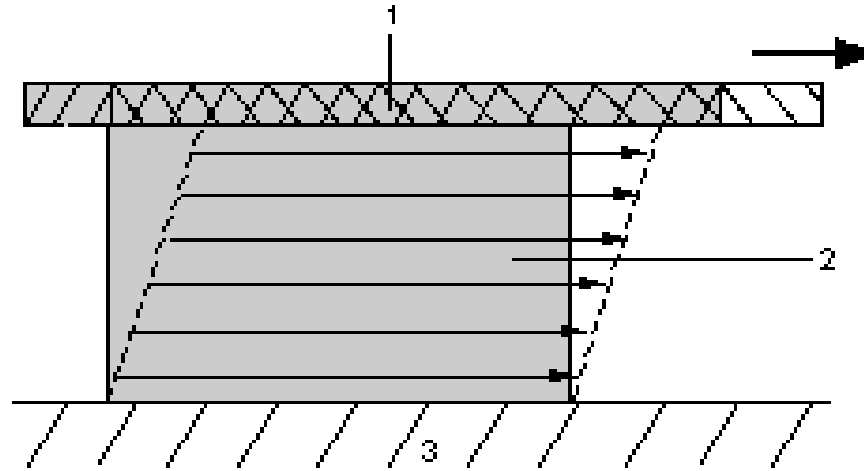
Estabilidad física  
(suspensiones, emulsiones,  
geles, pastas, etc.)



# IMPORTANCIA Y APLICACIÓN DE LA REOLOGÍA EN TECNOLOGÍA FARMACÉUTICA

- Permite realizar ajustes en una determinada **técnica de manufactura**
- **Optimización de parámetros de fabricación** (calor y/o velocidad de cizalla).
- **Escogencia del equipo adecuado.**
- En la evaluación de **productos terminados (lote a lote).**
- En la **selección del envase** final del producto.
- Predicción de la **estabilidad física** de las formulaciones y preparaciones medicamentosas, (suspensiones emulsiones) en el tiempo.
- En **estudios de mercadeo** (aceptación).

# FUERZA DE CIZALLA



Es la fuerza aplicada por unidad de área, que es responsable de causar una deformación.





# FUERZA DE CIZALLA

La fuerza de cizalla “ $\tau$ ” y la velocidad de cizalla “ $\gamma$ ”, están relacionados por la viscosidad del fluido mediante la Ley de Newton:

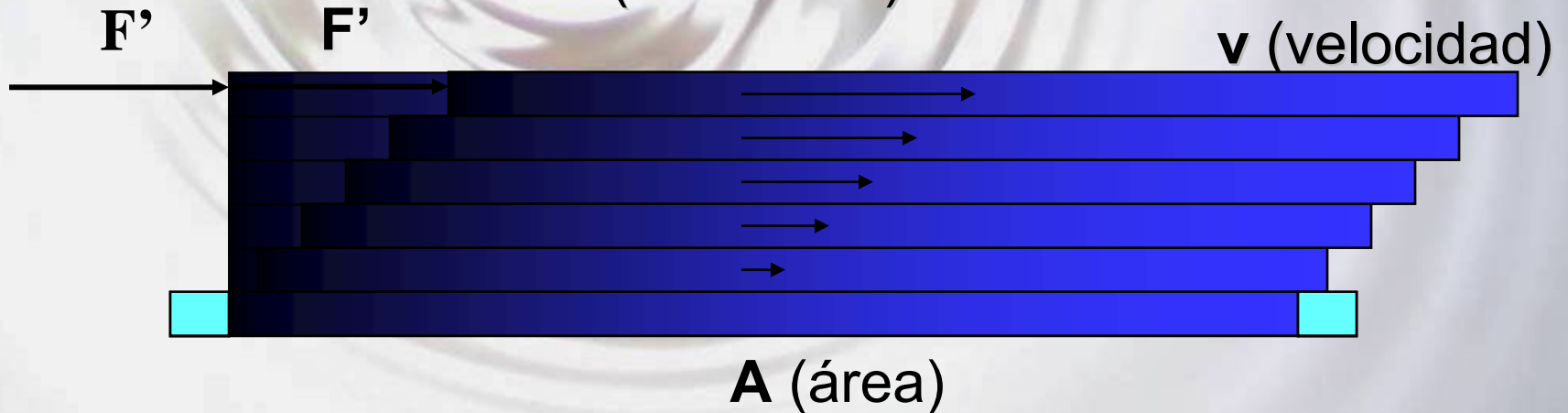
$$\tau \propto \gamma \qquad \tau = \eta \gamma$$

**Aquellos fluidos cuyo comportamiento se rige por la Ley de Newton, se conocen como *Fluidos Newtonianos***

# VISCOSIDAD

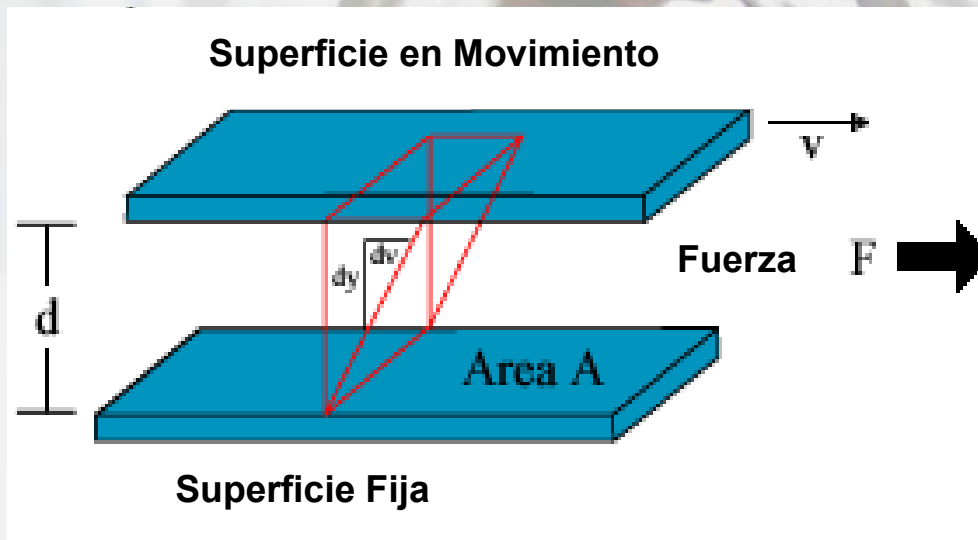
Fuerza de cizalla  $\left( \frac{F}{A} \right) = \eta \left( \frac{dr}{dt} \right)$  Velocidad de cizalla

Viscosidad (constante)



# VISCOSIDAD

La viscosidad es la resistencia que ofrece un líquido a fluir, cuanto más viscoso es el líquido más lento fluye.



Ecuación de Newton

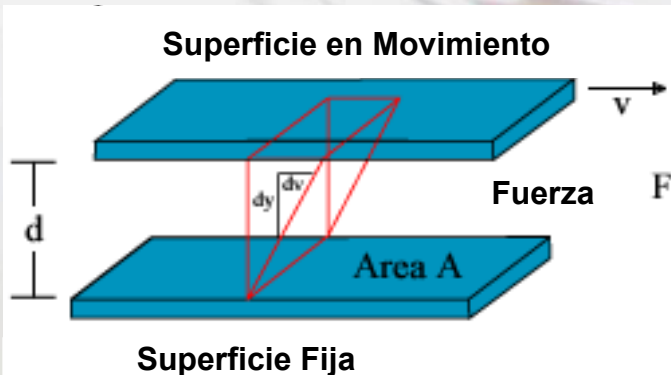
$$\eta = \frac{\tau}{\gamma} = \frac{\text{dina/cm}}{\text{cm/seg}}$$

$$\text{dina.seg/cm}^2 = \text{Poise}$$



# UNIDADES DE VISCOSIDAD

El poise es la fuerza, expresada en dinas, que se ejerce sobre una capa de  $1 \text{ cm}^2$  de superficie necesaria para producir una diferencia de velocidad de  $1 \text{ cm/seg}$  entre dos planos paralelos del líquido, (cada uno con  $1 \text{ cm}^2$  de área) separados por una distancia de  $1 \text{ cm}$ .



# UNIDADES DE VISCOSIDAD

**1 poise = 100 centipoise**

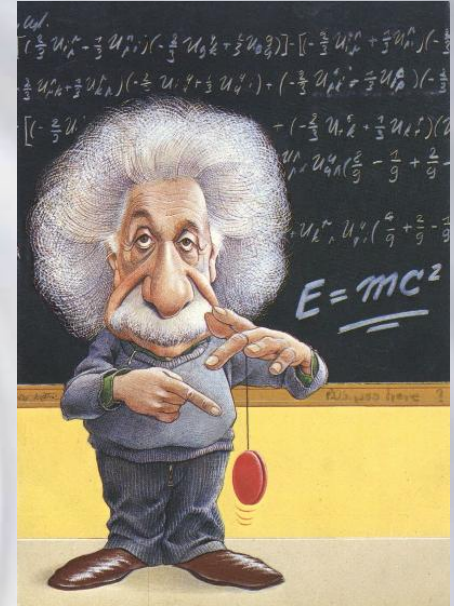
**1 Pa.seg = 10 poise.**

**1 mPa.seg = 1 centipoise**

**1000 mPa = 1 Pa**

**1 poise = dina.seg/cm<sup>2</sup> = 1 g/cm.seg**

**1 Pa.seg = 1 newton.seg/m<sup>2</sup> = 1 kg/(m.seg)**



# TIPOS DE VISCOSIDAD

## La Viscosidad Dinámica.

Se define como la pendiente en cada punto de una curva (tangente). Cuando se representa la curva de fluidez (esfuerzo cortante vs. velocidad de deformación) de la sustancia en estudio.

$$\eta = \frac{\tau}{\gamma}$$

## La Viscosidad Aparente.

Se define como el cociente entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación. Este término es el que se utiliza al hablar de “viscosidad” para fluidos no newtonianos (Se utilizan dos puntos - secante).

$$\eta = \frac{\tau_2 - \tau_1}{\gamma_2 - \gamma_1}$$



# TIPOS DE VISCOSIDAD

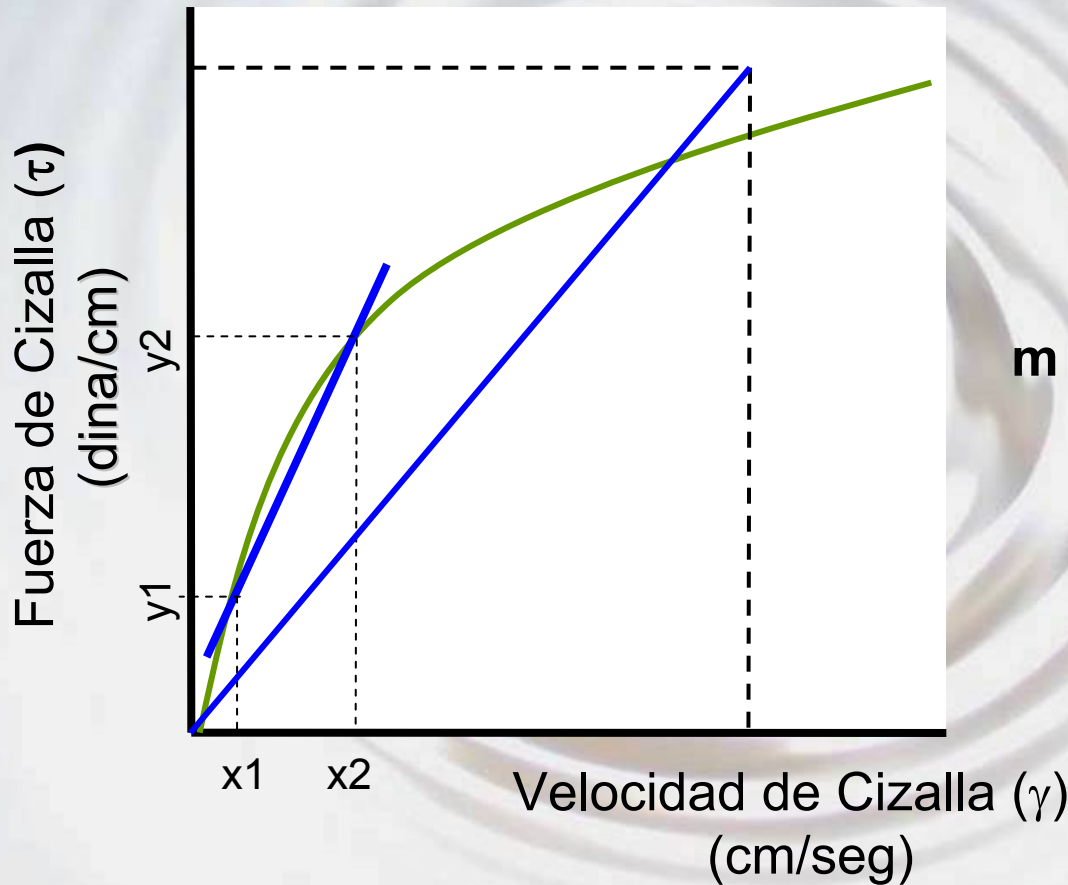
## La Viscosidad Cinemática.

Se define como, la viscosidad dinámica (en centipoises) divididos entre la densidad de un líquido, ambos a la misma temperatura y a una velocidad de cizalla conocida. Su ecuación es la siguiente:

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

**1 stokes = 100 centistokes = 1 dina /1 poise = 1 cm<sup>2</sup>/s = 0,0001 m<sup>2</sup>/s.**

# REOGRAMAS



$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{\tau_2 - \tau_1}{\gamma_2 - \gamma_1} = \eta$$

$$\tau = \eta \gamma$$

# TIPOS DE FLUJO



**Flujo Newtonianos  
(o líquidos ideales)**



**Flujo no newtonianos**  
**Plástico**  
**Pseudoplástico**  
**Dilatante**



# FLUJO NEWTONIANO

Se caracterizan por cumplir la Ley de Newton, es decir, que existe una relación lineal entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación, en donde la viscosidad permanece constante.

$$\tau \propto \dot{\gamma}$$

Donde:

$$\tau = F/A$$

$\tau$ : es la fuerza cizalla aplicada.

$\dot{\gamma}$ : es la velocidad de cizalla.

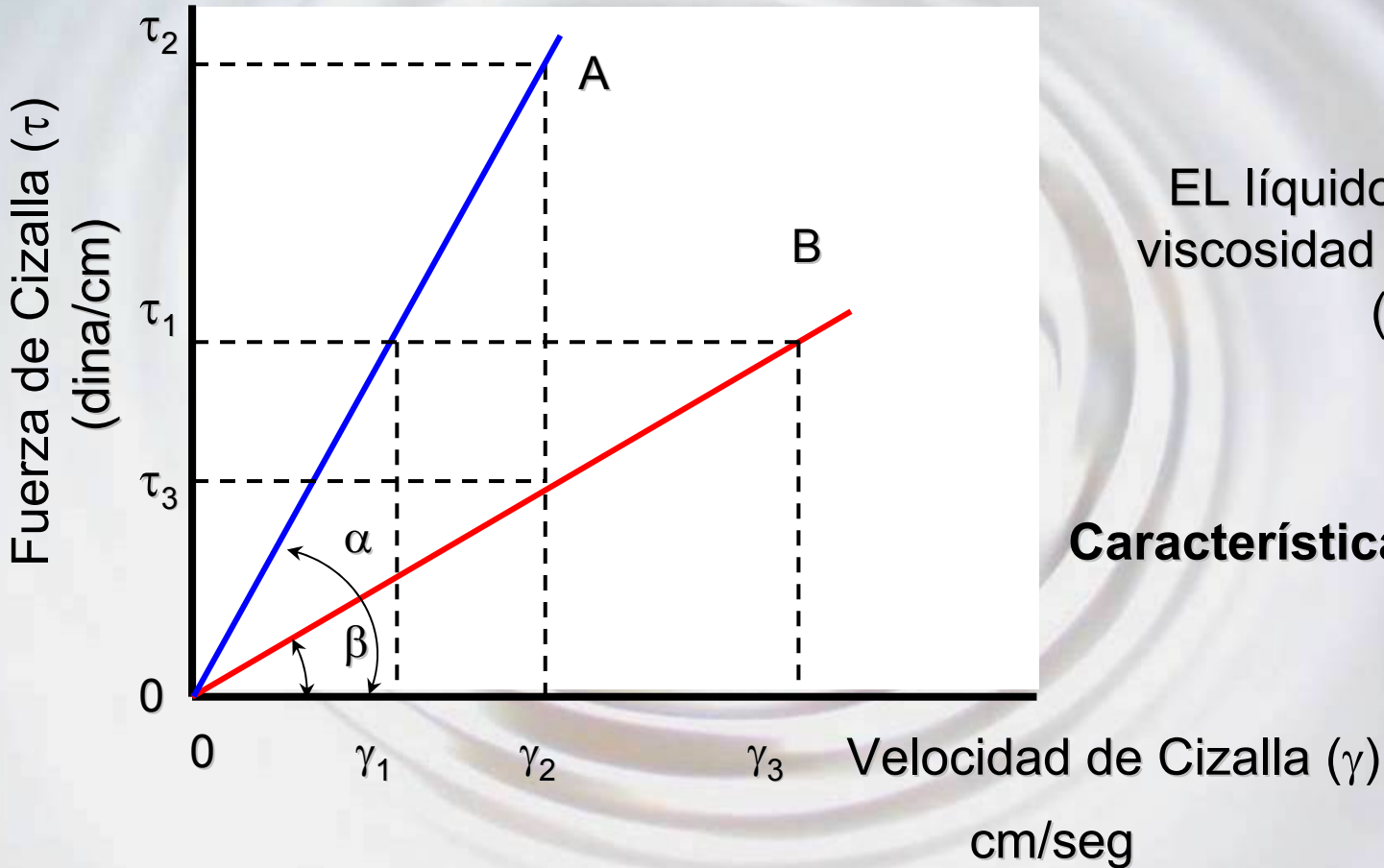
$$\tau = \eta \dot{\gamma}$$

$\eta$ : es la viscosidad.

# FLUJO NEWTONIANO

Curva de Flujo

$$\tau = \eta \gamma$$



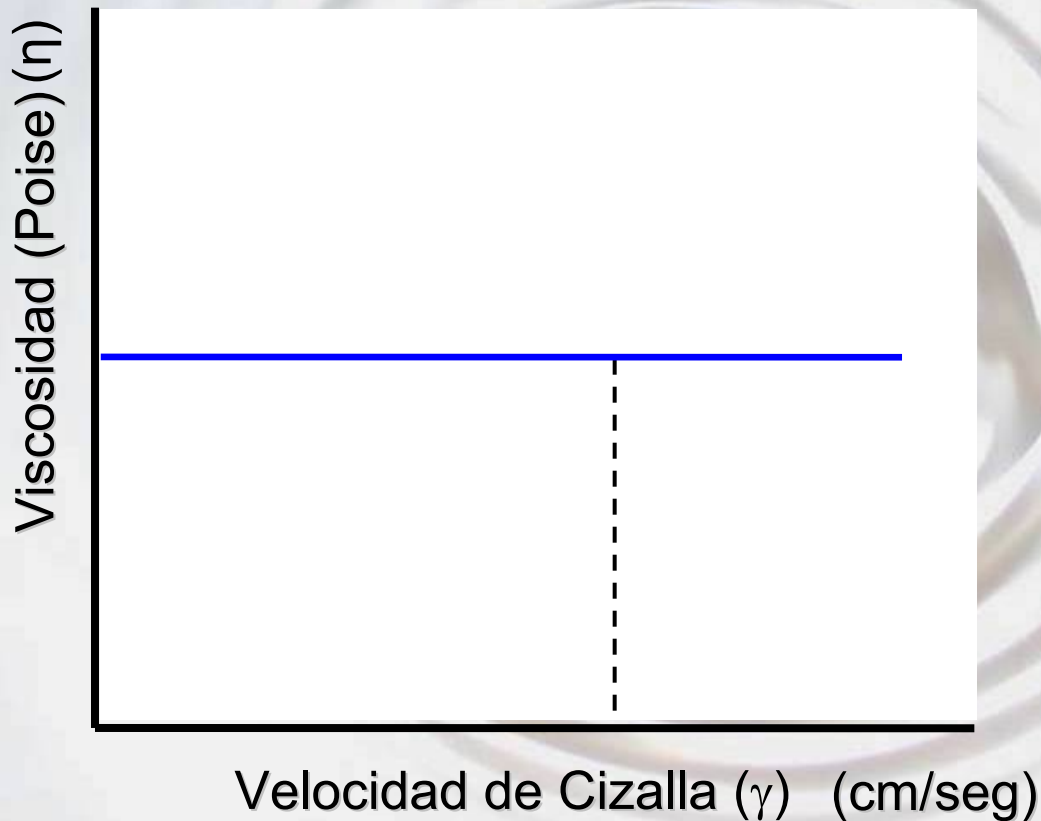
EL líquido A tiene mayor viscosidad que el líquido B ( $\alpha > \beta$ )

**Características del Reograma**

El valor inverso de la viscosidad ( $1/\eta$ ) se le conoce también como fluidez ( $\Phi$ ).

# FLUJO NEWTONIANO

## Curva de Viscosidad



La viscosidad de un fluido newtoniano no depende del tiempo de aplicación del esfuerzo ni de su velocidad.

Ejemplo de líquidos con este tipo de flujo son:

- \* Soluciones verdaderas
- \* Líquidos puros
- \* Dispersiones coloidales diluidas

# FLUJO NO NEWTONIANO

En estos líquidos la viscosidad varía con la fuerza de cizalla aplicada, y no permanece constante. No se rigen la Ley de Newton.

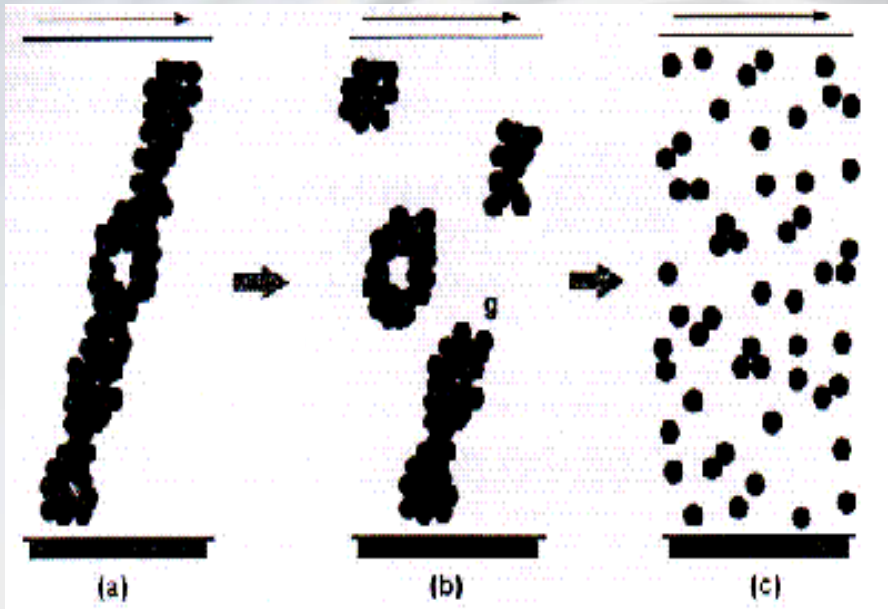
Una gran parte de las formulaciones farmacéuticas líquidas o semisólidas (sistemas dispersos) se comportan como fluidos no newtonianos, (suspensiones, emulsiones, geles, etc.).





# FLUJO NO NEWTONIANO

## Comportamiento Plástico Bingham



Este tipo de líquidos se comporta como un sólido elástico, es decir no fluyen, a fuerzas de cizalla menores de cierto valor “valor de ruptura Bingham”.

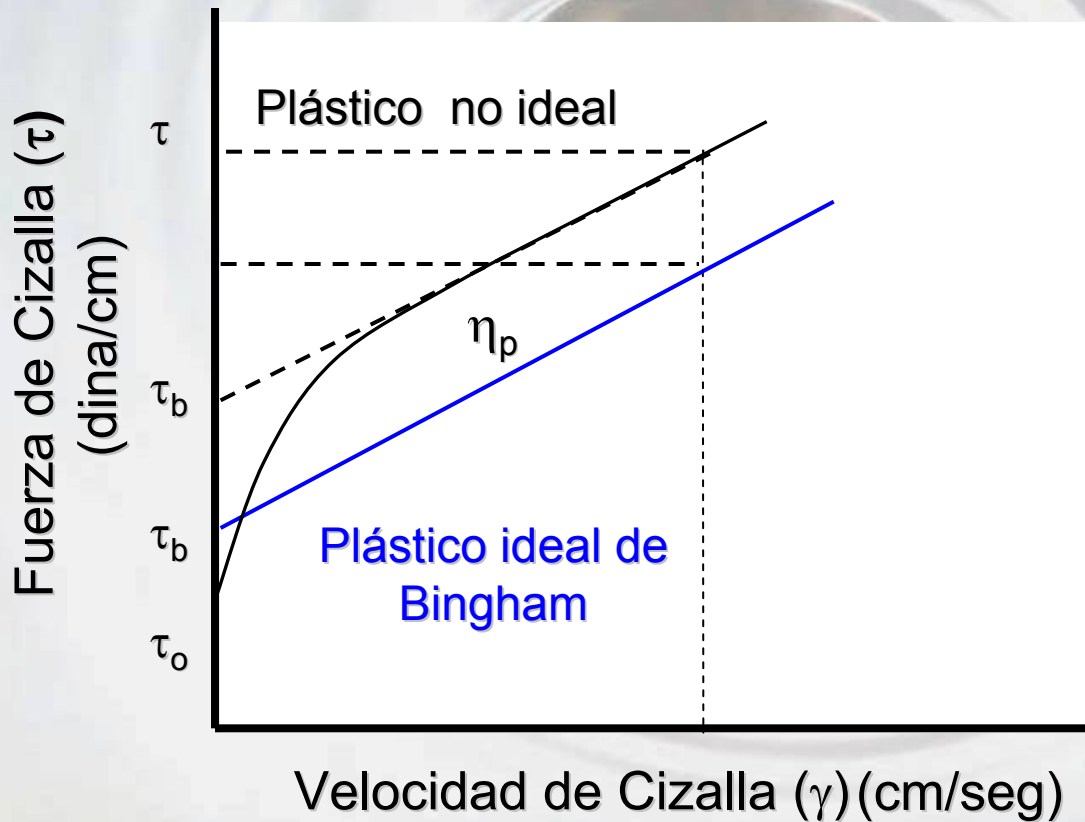
Se encuentra en dispersiones en la cuales las estructuras intermoleculares presentan elevadas **fuerzas de unión** (suspensiones floculadas) las cuales se rompen y entran en movimiento.

# FLUJO NO NEWTONIANO

## Comportamiento Plástico Bingham

$$\eta_p = \frac{\tau - \tau_b}{\gamma}$$

Curva de Flujo



$\eta_p$  = Viscosidad plástica.

$\tau_b$  = Es el valor de ruptura (extrapolación).

$\gamma$  = Es la velocidad de cizalla.

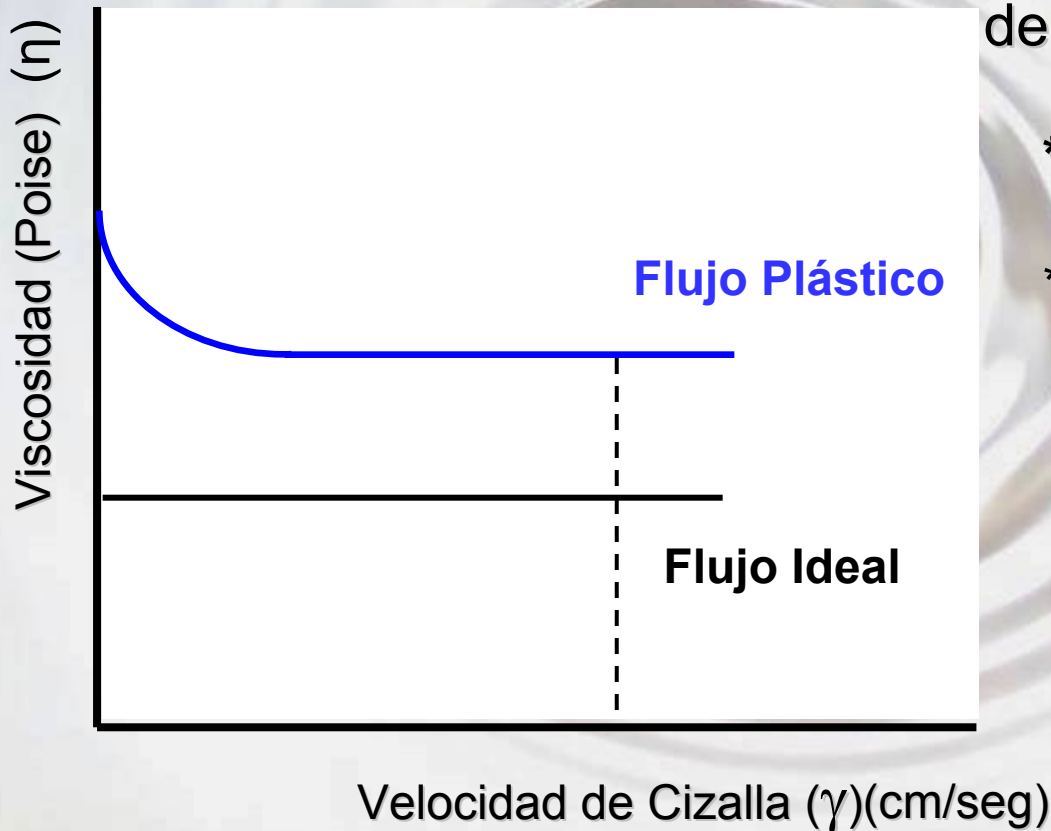
$\tau$  = La fuerza de cizalla.

**Características del Reograma**

# FLUJO NO NEWTONIANO

## Comportamiento Plástico Bingham

Curva de Viscosidad



Ejemplo de líquidos con este tipo de flujo son:

- \* Suspensiones Floculadas. (óxido de zinc en aceite mineral).
- \* Salsa de tomate



# FLUJO NO NEWTONIANO

## Comportamiento Plástico Bingham

$$\eta_p = \frac{\tau - \tau_b}{\gamma}$$

Velocidad $\gamma$ (cm/seg)	Fuerza $\tau$ (Dina/cm)	$\eta_p$
5.0	4.5	0.30
4.0	4.0	0.25
3.0	3.6	0.20
2.0	3.3	0.15
1.0	3.1	0.10

Velocidad $\gamma$ (cm/seg)	Fuerza $\tau$ (Dina/cm)	$\eta_p$
5.0	6.0	0.42
4.0	5.5	0.40
3.0	5.0	0.36
2.0	4.5	0.30
1.0	4.0	0.10

**Sustancia B**     $\tau_b = 3$

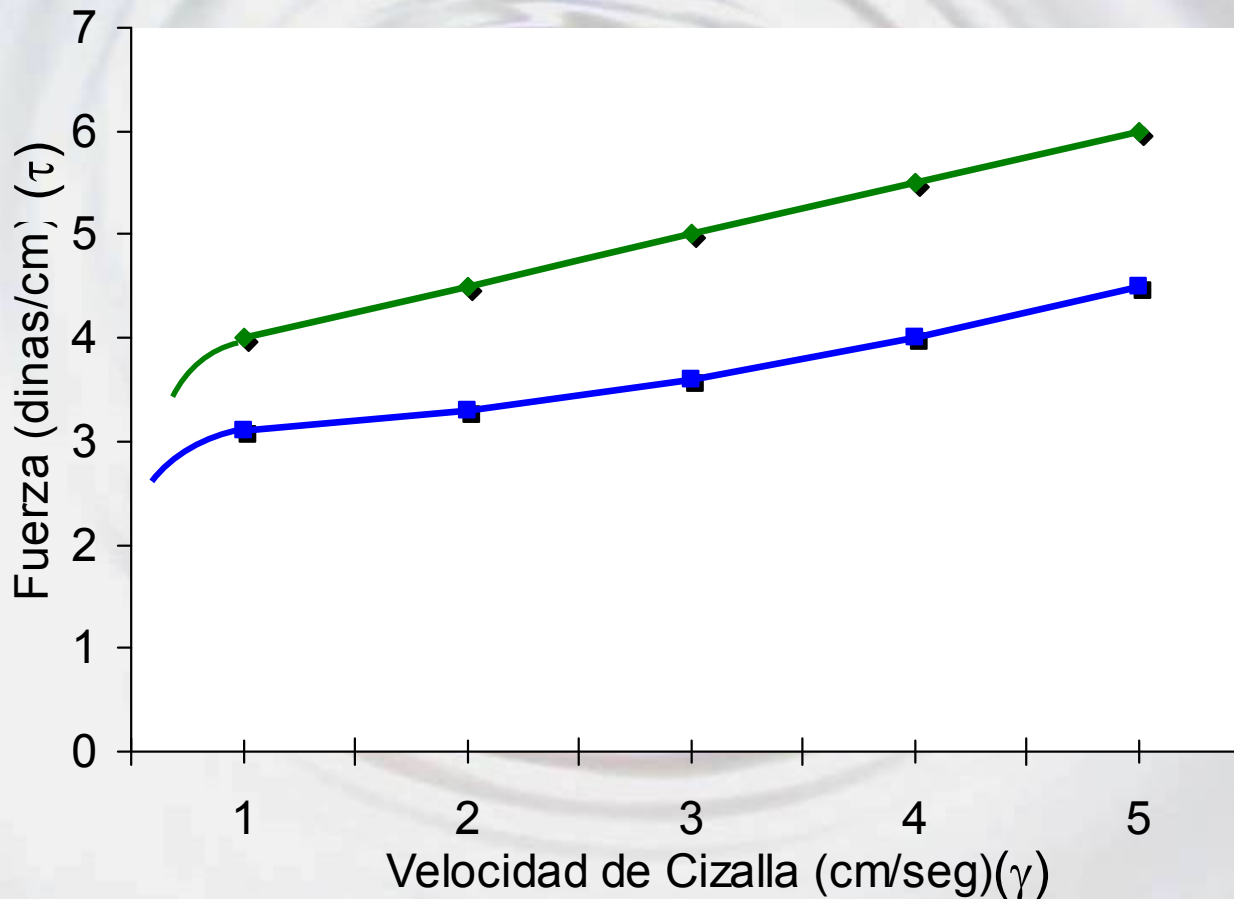
**Sustancia A**     $\tau_b = 3.9$



# FLUJO NO NEWTONIANO

## Comportamiento Plástico Bingham

$$\eta_p = \frac{\tau - \tau_b}{\gamma}$$



◆ Sustancia A  
■ Sustancia B

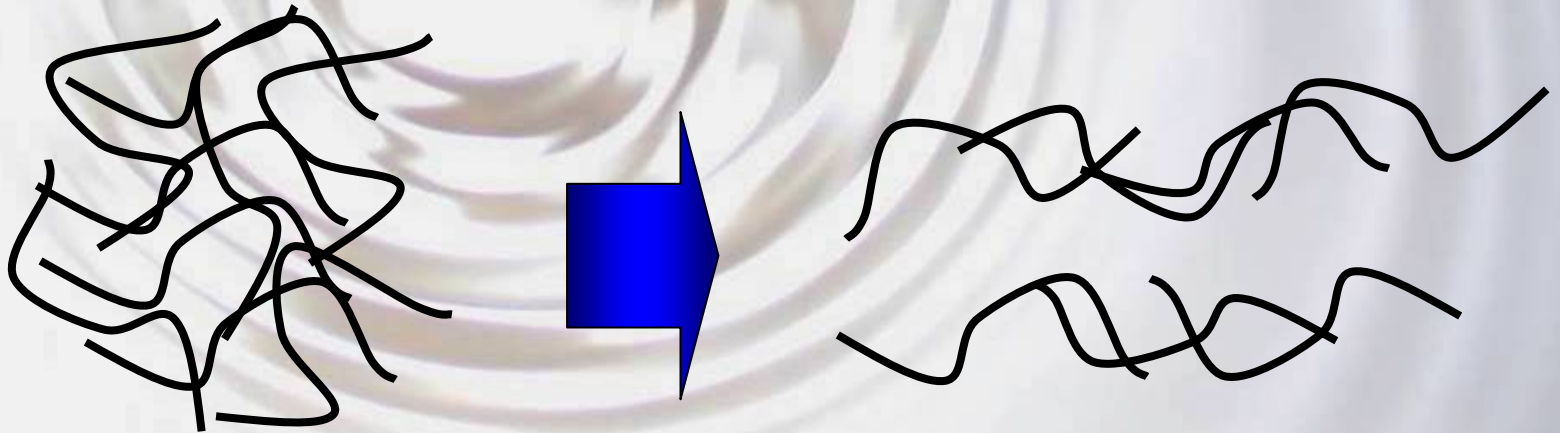
$\eta = 0.40$ poise

$\eta = 0.25$ poise

# FLUJO NO NEWTONIANO

## Comportamiento Pseudoplástico

Este tipo de fluidos se caracterizan por una disminución de su viscosidad, con un aumento en la fuerza de cizalla aplicada.



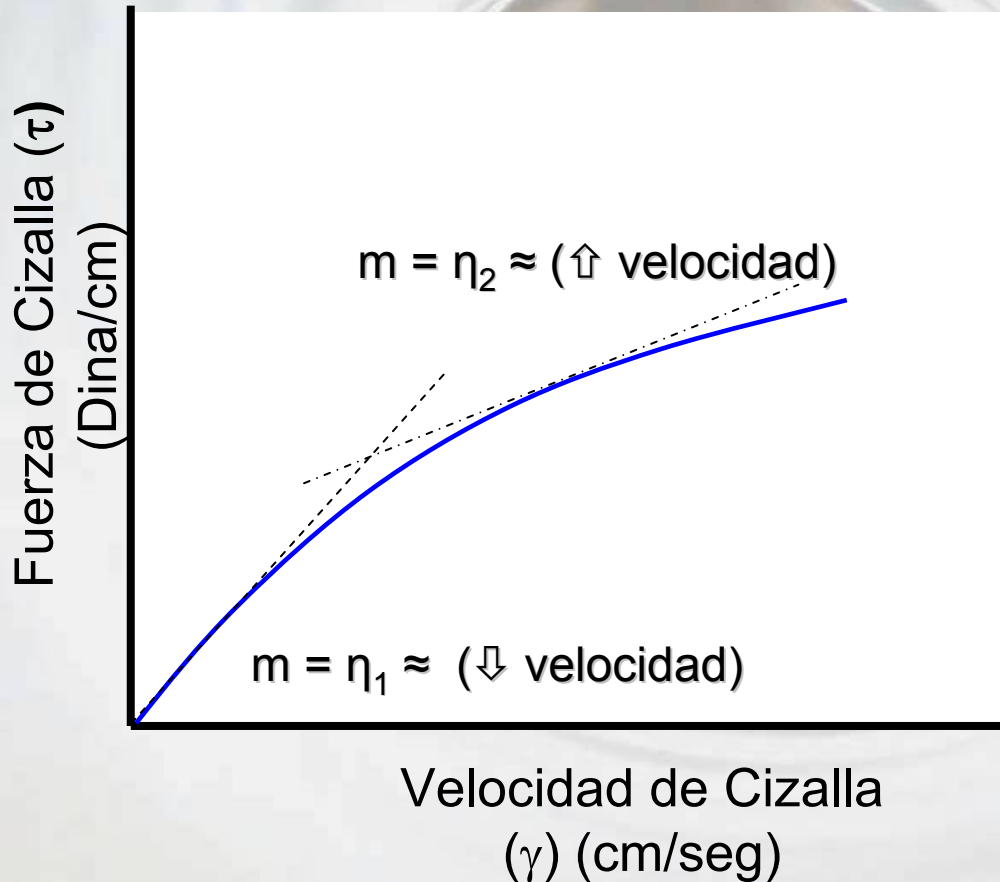
**En reposo**

**Bajo esfuerzo**

# FLUJO NO NEWTONIANO

## Comportamiento Pseudoplástico

Curva de Flujo



$$\eta_1 > \eta_2$$

$$\eta = \frac{\tau_2 - \tau_1}{\gamma_2 - \gamma_1}$$

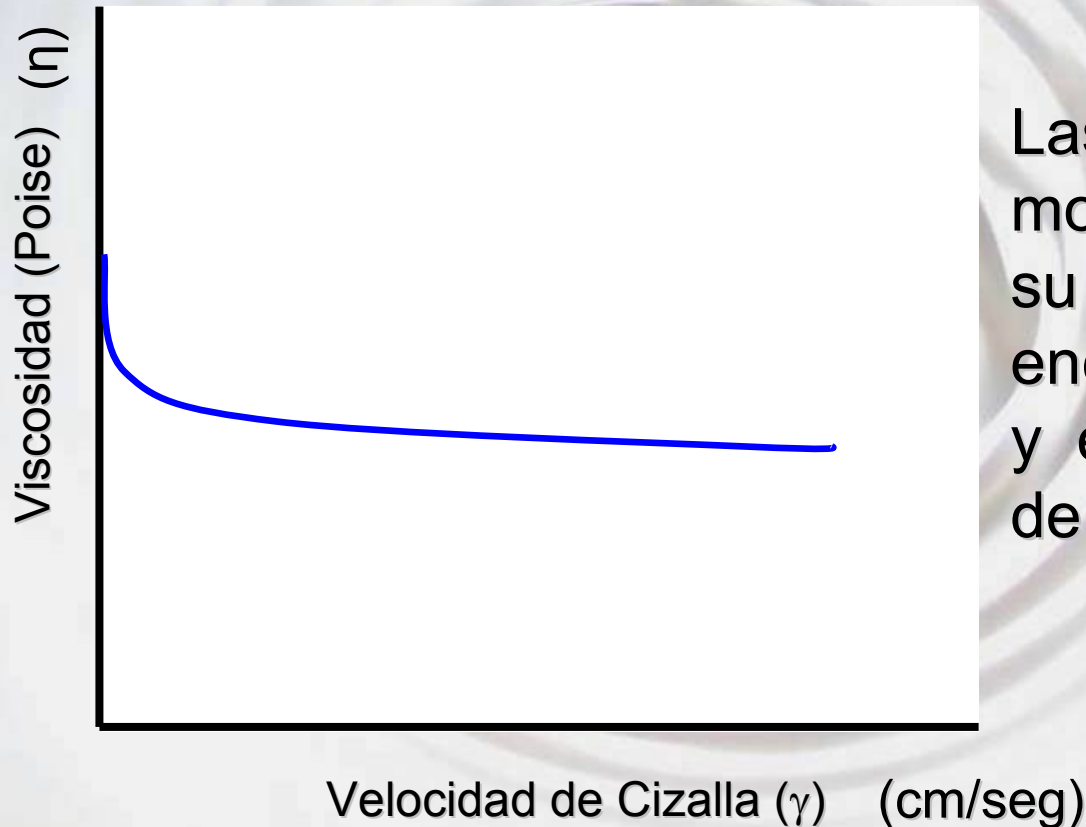
$$I_{ps} = \frac{\eta \downarrow \text{Velocidad}}{\eta \uparrow \text{Velocidad}} > 1$$

Características del Reograma

# FLUJO NO NEWTONIANO

## Comportamiento Pseudoplástico

### Curva de Viscosidad



Las grandes y complejas moléculas que existen en su estructuras se encuentran desordenadas y enredadas en el estado de reposo.

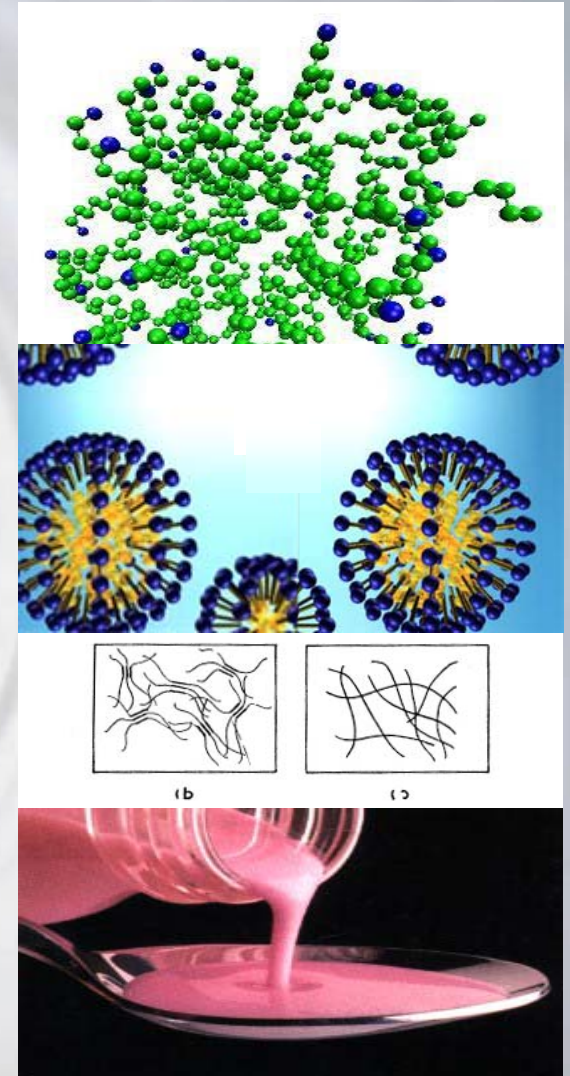


# FLUJO NO NEWTONIANO

## Comportamiento Pseudoplástico

Ejemplo de líquidos con este tipo de flujo son:

- \* Dispersiones de gomas y polímeros. (la carboximetilcelulosa, la goma tragacanto).
- \* Emulsiones.



# FLUJO NO NEWTONIANO

## Comportamiento Pseudoplástico

$$l_{ps} = \frac{1.10c_p}{0.60c_p}$$

Fuerza $\tau$ (Dina/cm)	Velocidad $\gamma$ (cm/seg)
0.20	1.0
0.75	1.5
1.30	2.0
1.70	2.5
2.00	3.0
2.30	3.5
2.40	4.0

Fuerza $\tau$ (Dina/cm)	Velocidad $\gamma$ (cm/seg)
0.5	1.0
1.3	1.5
1.9	2.0
2.3	2.5
2.7	3.0
2.9	3.5
3.1	4.0

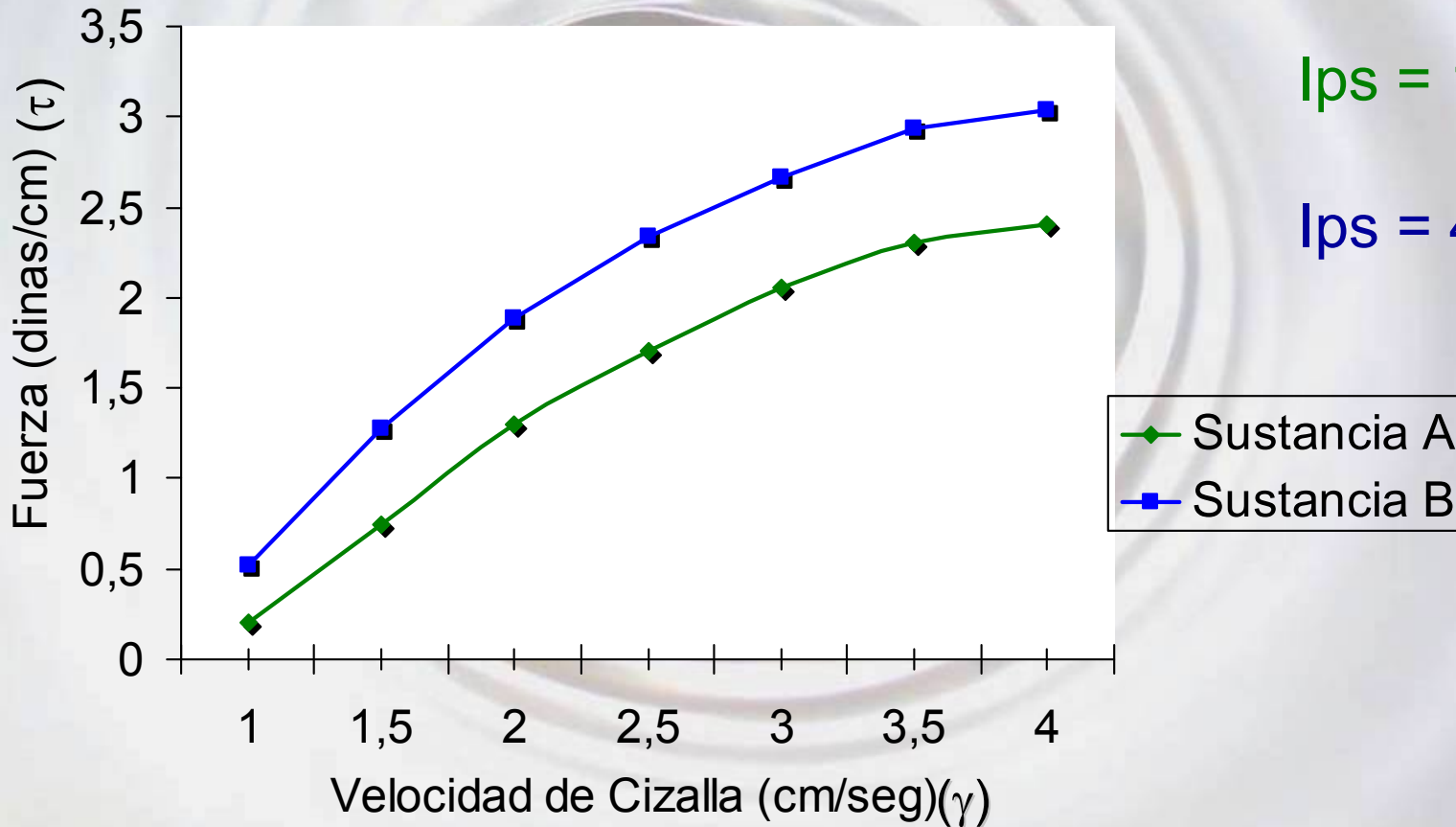
# FLUJO NO NEWTONIANO

## Comportamiento Pseudoplástico

$$I_{ps} = \frac{1.10c_p}{0.60c_p}$$

$$I_{ps} = 1,8 > 1$$

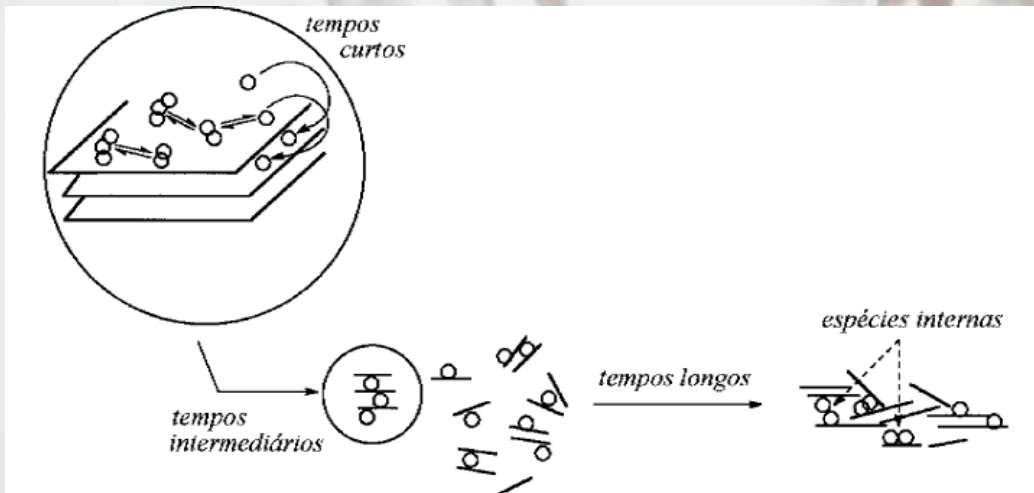
$$I_{ps} = 4.0 > 1$$



# FLUJO NO NEWTONIANO

## Comportamiento Dilatante

Los cuerpos que presentes en el liquido aumentan la viscosidad de éste cuando se agitan y retornan un estado de mayor fluidez cuando se dejan en reposo.



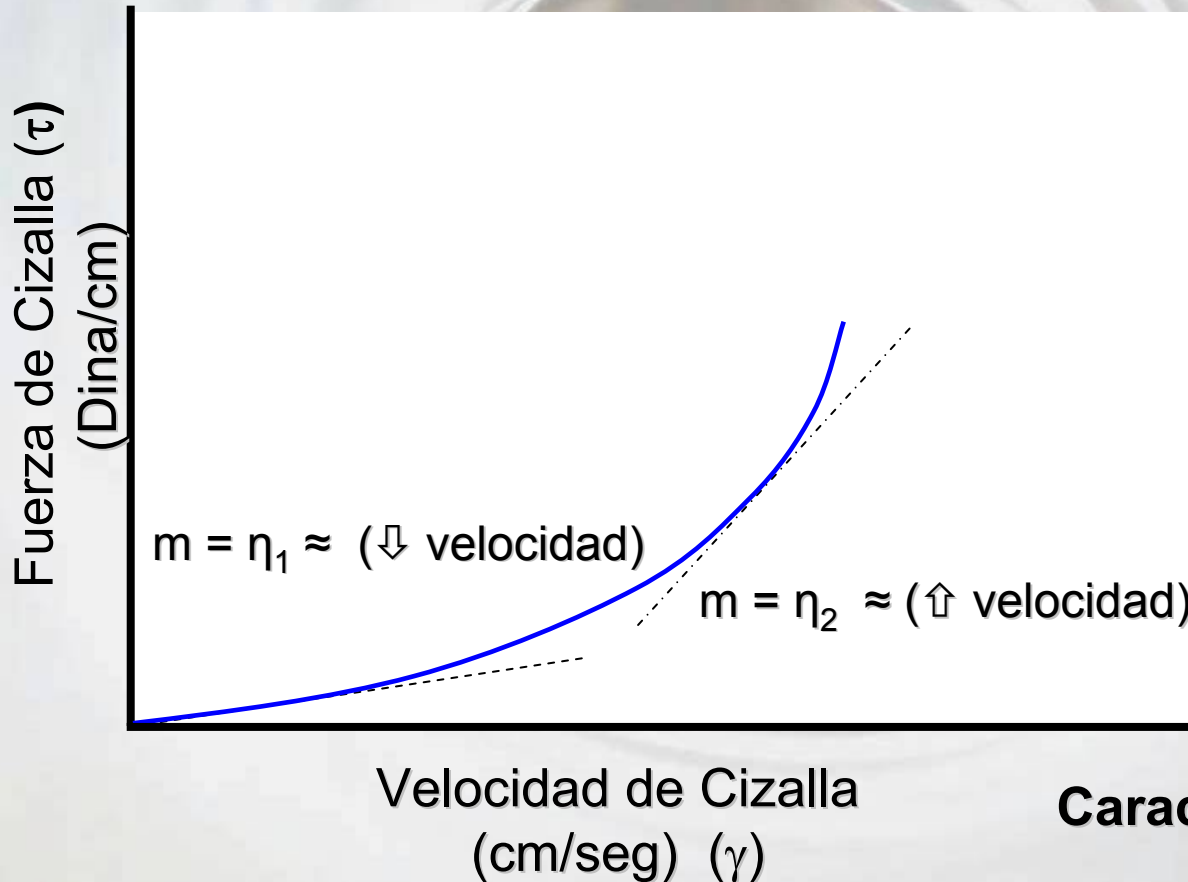
Este comportamiento es típico de sistemas que poseen una concentración de partículas muy elevada (>50%PI) entre las cuales el líquido actúa como lubricante.



# FLUJO NO NEWTONIANO

## Comportamiento Dilatante

Curva de Flujo



$$\eta_1 < \eta_2$$

$$\eta = \frac{\tau_2 - \tau_1}{\gamma_2 - \gamma_1}$$

$$I_d = \frac{\eta \downarrow \text{ Velocidad}}{\eta \uparrow \text{ Velocidad}} < 1$$

Características del Reograma

# FLUJO NO NEWTONIANO

## Comportamiento Dilatante

Curva de Viscosidad



Este fenómeno puede generar problemas durante la obtención de dispersiones de elevada concentración

# FLUJO NO NEWTONIANO

## Comportamiento Dilatante

Ejemplo de líquidos con este tipo de flujo son:

Suspensiones desfloculadas, de elevada concentración (polvos insolubles  $> 50\%$ ), también llamadas pastas.



# FLUJO NO NEWTONIANO

## Comportamiento Dilatante

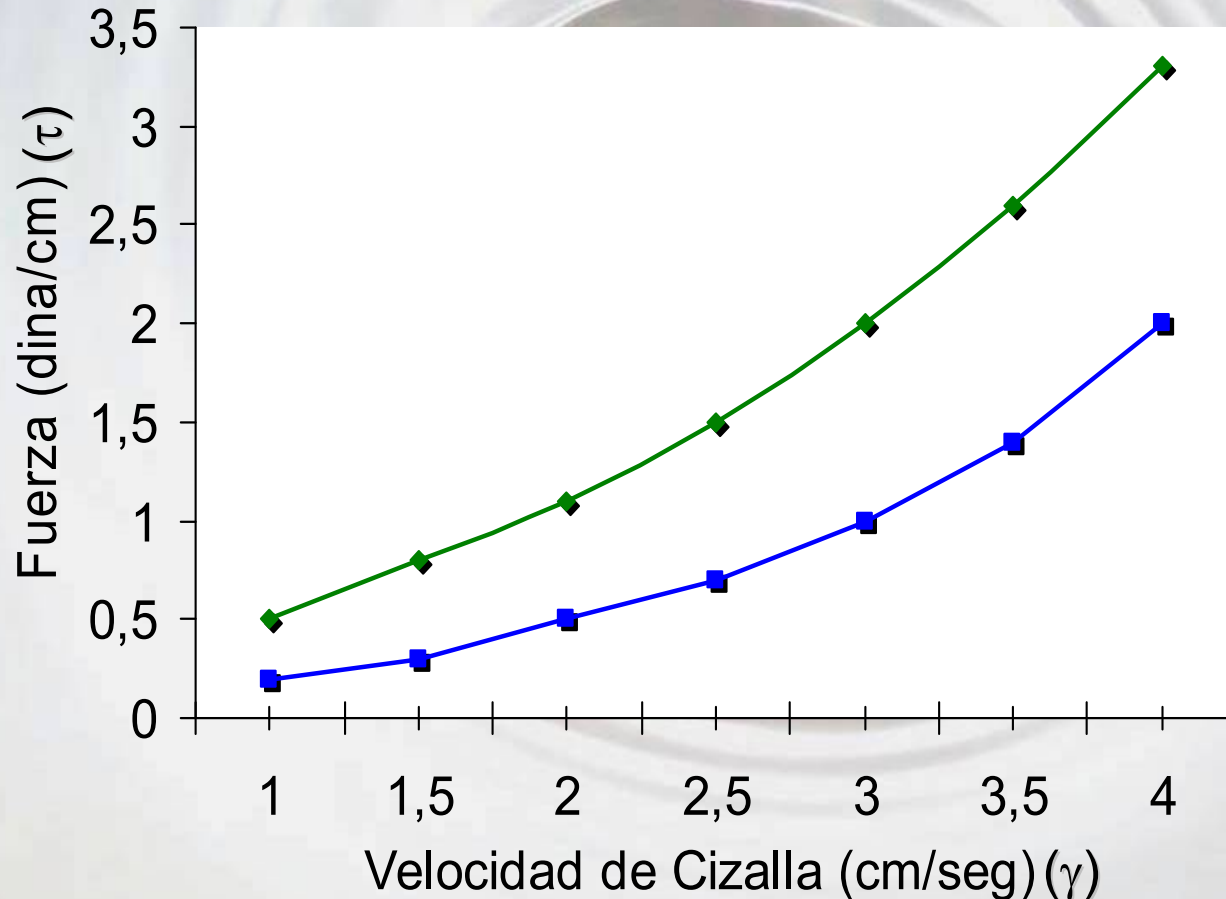
Fuerza $\tau$ (Dina/cm)	Velocidad $\gamma$ (cm/seg)
0.5	1.0
0.8	1.5
1.1	2.0
1.5	2.5
2.0	3.0
2.6	3.5
3.3	4.0

Fuerza $\tau$ (Dina/cm)	Velocidad $\gamma$ (cm/seg)
0.2	1
0.3	1.5
0.5	2
0.7	2.5
1	3
1.4	3.5
2	4



# FLUJO NO NEWTONIANO

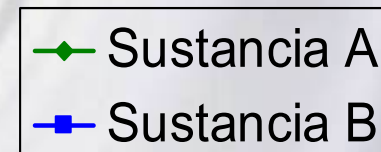
## Comportamiento Dilatante



$$I_d = \frac{1.60cp}{1.20cp}$$

$$I_d = 0.50 < 1$$

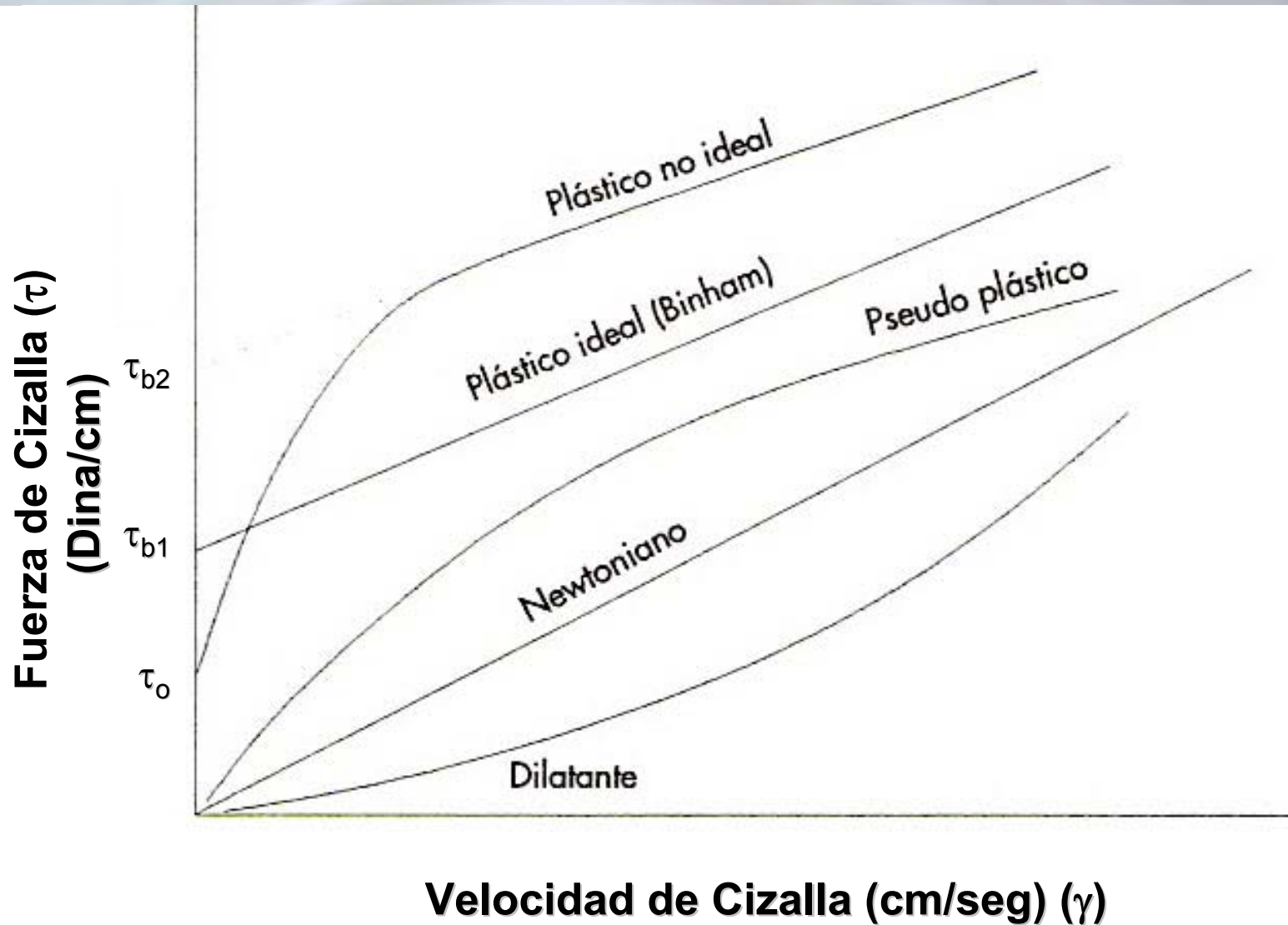
$$I_d = 0.25 < 1$$



# RESUMEN

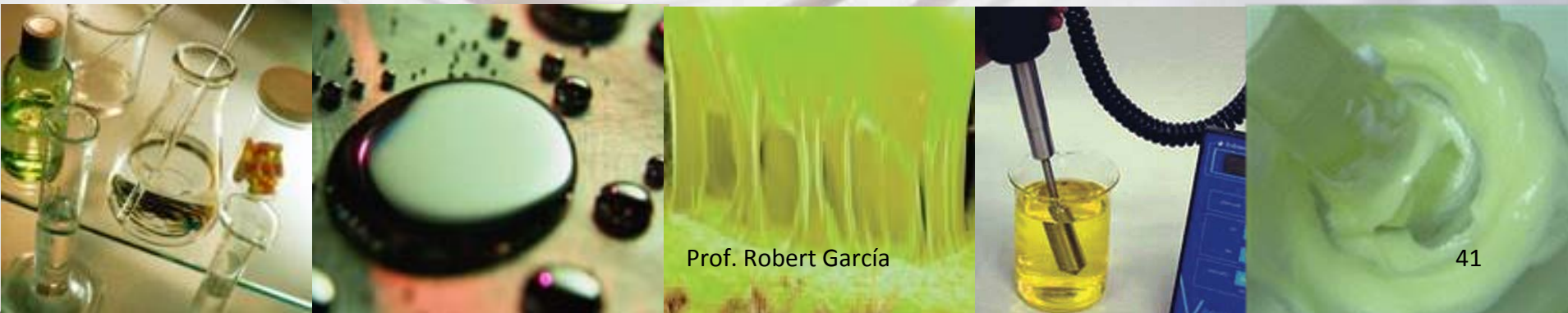
Flujo	Variación de la Viscosidad	Características del Reograma	Ejemplos
<b>NEWTONIANO</b>	Es constante	Línea recta que parte del origen	Soluciones verdaderas Líquidos puros. Dispersiones coloidales diluidas
<b>PLÁSTICO</b>	Disminuye al inicio, hasta hacerse constante	Curva seguida de línea recta. No parte del origen	Suspensiones floculadas y semisólidos
<b>PSEUDOPLÁSTICO</b>	Disminuye con la fuerza.	Línea curva cóncava. Parte del origen.	Dispersiones de gomas y polímeros emulsiones
<b>DILATANTE</b>	Aumenta con la fuerza	Línea curva convexa. Parte del origen.	Suspensiones concentradas (pastas)

# RESUMEN



# COMPORTAMIENTO TIEMPO DEPENDIENTE

Existen materiales cuyo comportamiento es tiempo dependiente. Son materiales cuya viscosidad depende no solo de la velocidad de cizalla, sino también del tiempo que el material haya sido sometido a la acción de la misma.





# COMPORTAMIENTO TIEMPO DEPENDIENTE

## Tixotropía

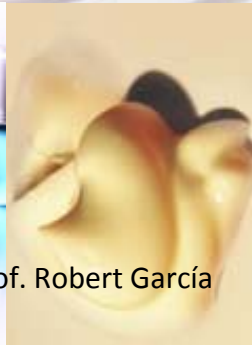
Es un fenómeno o característica adicional que exhiben algunos cuerpos no newtonianos que cuando se agitan experimentan una ruptura de su estructura y la recuperan al dejarlos en reposo.



# COMPORTAMIENTO TIEMPO DEPENDIENTE

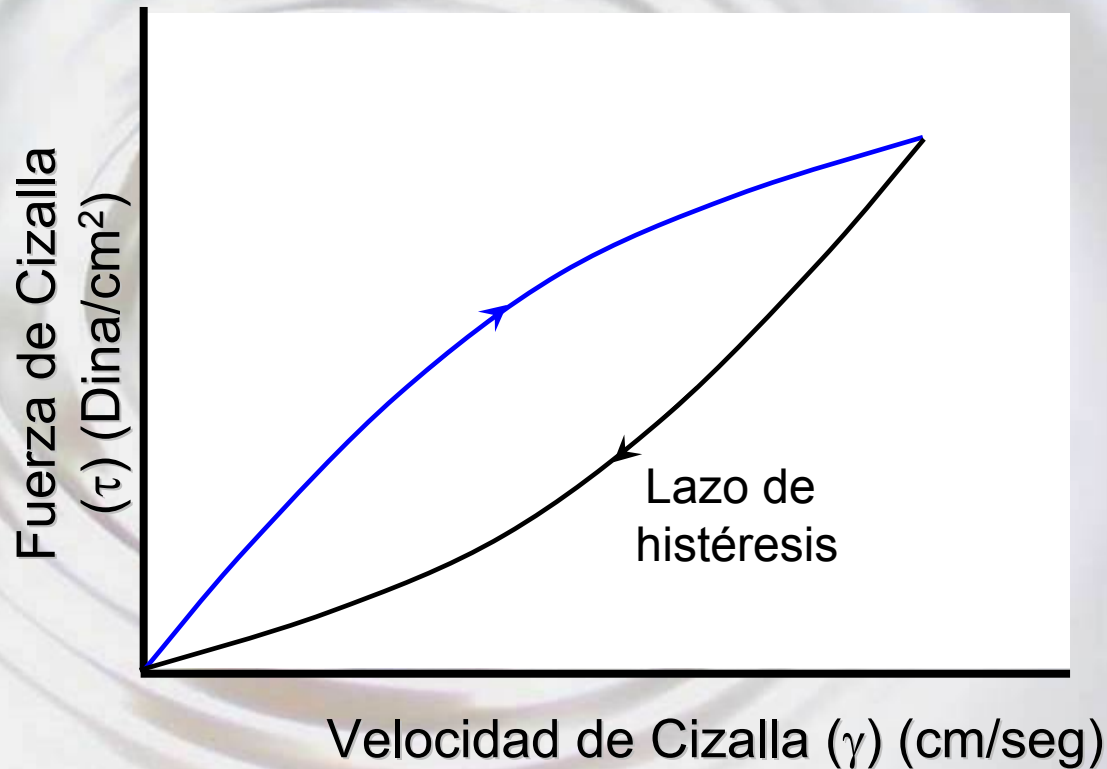
## Tixotropía

El reograma de los fluidos que presentan tixotropía tiene una curva ascendente y una curva descendente que no coinciden entre si, generando lo que se conoce el anillo de histéresis.



# COMPORTAMIENTO TIEMPO DEPENDIENTE

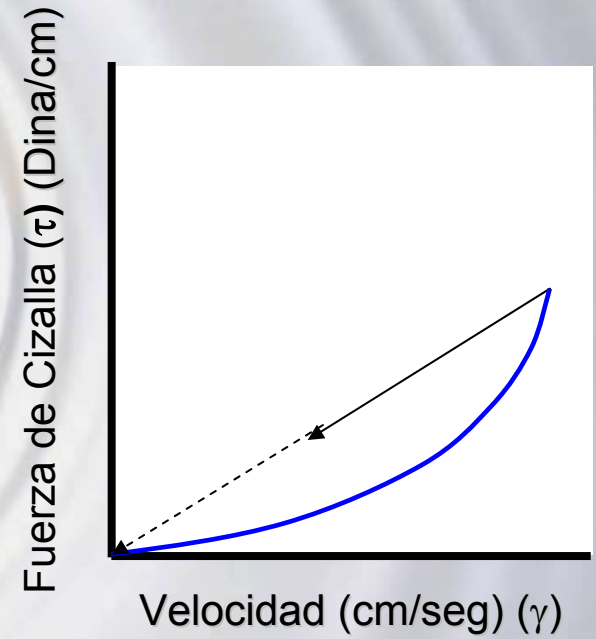
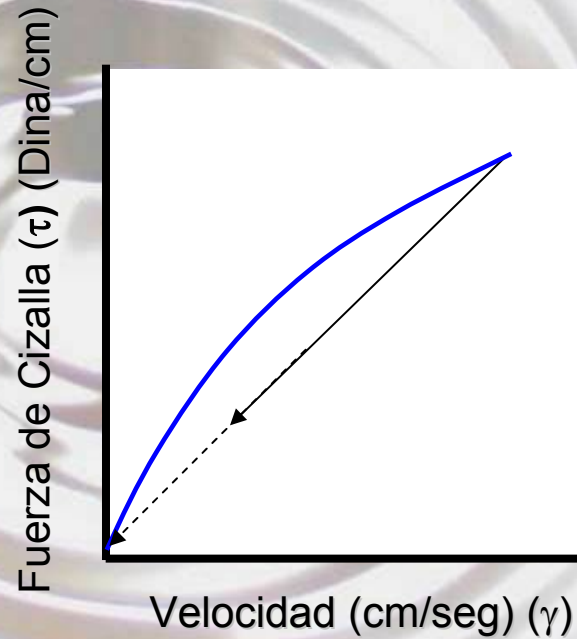
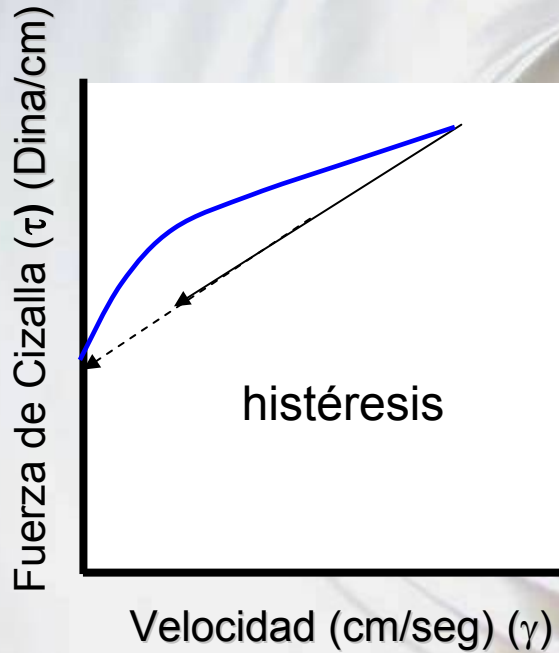
Curva de Flujo



El lazo de histéresis es un indicador de la destrucción de la estructura



# COMPORTAMIENTO TIEMPO DEPENDIENTE





# COMPORTAMIENTO TIEMPO DEPENDIENTE

**Este tipo de fluidos se clasifican en dos tipos:**

✓ **Sistemas que presentan comportamiento Tixotrópico:** en los que su “viscosidad disminuye” al aumentar el tiempo de aplicación del esfuerzo cortante, recuperando su estado inicial después de un reposo prolongado. Ejemplo: mezclas de aceites autoemulsificables.

# COMPORTAMIENTO TIEMPO DEPENDIENTE

**Este tipo de fluidos se clasifican en dos tipos:**

- ✓ **Sistemas que presentan comportamiento Reopéctico:** en los cuales su “viscosidad aumenta” con el tiempo de aplicación de la fuerza y vuelven a su estado inicial tras un tiempo de reposo. Ejemplo: engrudo de yeso.

# COMPORTAMIENTO TIEMPO DEPENDIENTE

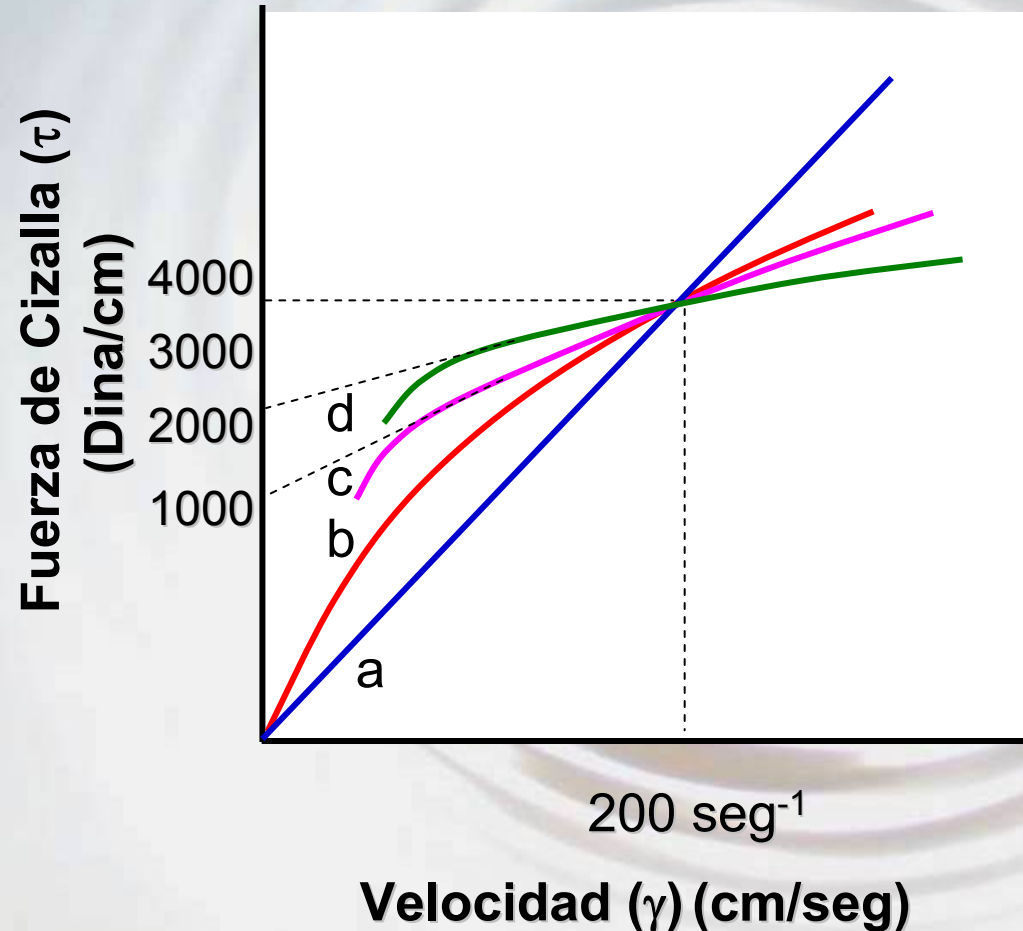
## Importancia

¿En cuales formas farmacéuticas nos interesaría que exista cierto grado de tixotropía y por que?

Los reogramas tixotropicos se observan en dispersiones de celulosa microcristalina, veegum y bentonita



# DETERMINACIONES REOLÓGICAS



**Selección del equipo:**  
\* Viscosímetros

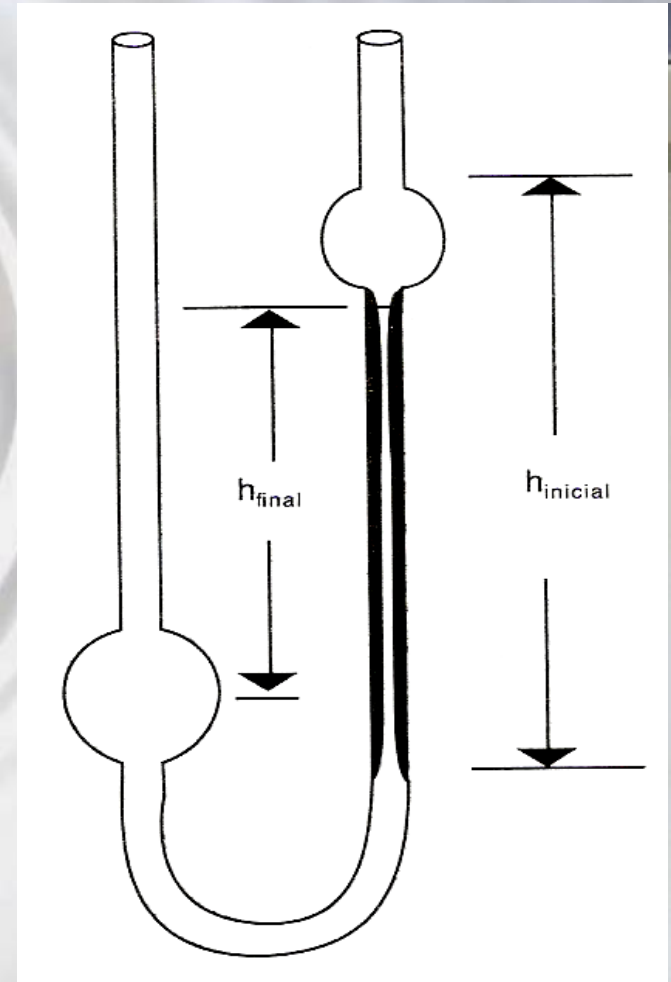
**Esquema de medición:**  
\* Velocidad  
\* Ciclo de velocidad  
\* Tiempo



# VISCOSIMETROS CAPILARES

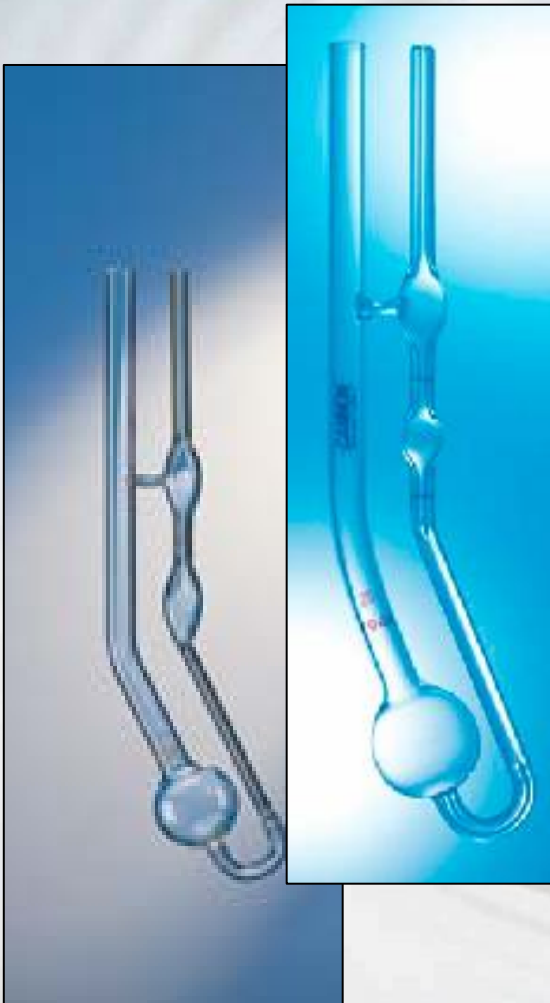
DE VIDRIO DE CANNON-FENSKE, UBBELOHDE Y OSTWALD

Este método determina la viscosidad de un líquido, al conocer la velocidad de flujo a través de un orificio o conducto de geometría simple, por acción de la gravedad



# VISCOSIMETROS CAPILARES

DE VIDRIO DE CANNON-FENSKE, UBBELOHDE Y OSTWALD



$$\eta = Ktd$$

$$\frac{\eta}{td} = K$$

$$\eta_2 = \left( \frac{t_2 d_2}{t_1 d_1} \right) \eta_1$$

**K = Constante de cada viscosímetro.**

**t = Tiempo en que tarda en descender.**

**d = densidad de la sustancia.**

# VISCOSIMETROS CAPILARES

DE VIDRIO DE CANNON-FENSKE, UBBELOHDE Y OSTWALD

Se disponen en diferentes diámetros.

Ideal para líquidos newtonianos.

No se puede controlar la velocidad de flujo (no tixotropía).



# VISCOSIMETROS DE CAIDA

## DE ESFERAS O DE AGUJA

Con estos instrumentos las viscosidades se determinan midiendo la velocidad de una esfera que cae o se desliza, una aguja que cae o una burbuja que asciende en el líquido en estudio.

**Este método es óptimo para los líquidos newtonianos (una sola velocidad de deslizamiento).**





# VISCOSIMETROS DE CAIDA

## DE ESFERAS O DE AGUJA



- Fácil de manejar
- No automatizable
- Muy exacto
- Muy bueno para viscosidades bajas

# VISCOSIMETROS ROTACIONALES

CILINDRO COAXIAL, CINCROELÉCTRICO, CONO Y PLACA

Estos instrumentos dependen del hecho de que un cuerpo sólido rotatorio este sumergido en un líquido, el cual, ejerce una fuerza de retardo debida al arrastre viscoso, que es proporcional a la viscosidad del líquido.



# VISCOSIMETROS ROTACIONALES

CILINDRO COAXIAL, CINCOELÉCTRICO, CONO Y PLACA

## Ventajas:

- Velocidades variables (tixotropía).
- Mediciones continuas durante períodos prolongados de tiempo.

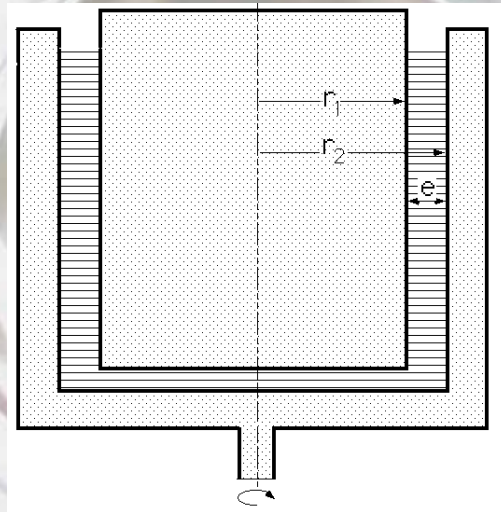
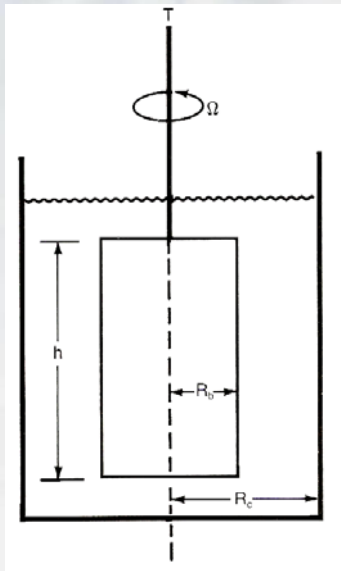
## Desventajas:

- Aumento de la temperatura.
- Elevada cantidad de muestra.
- No para sistemas de baja viscosidad.



# VISCOSIMETROS ROTACIONALES

## CILINDRO COAXIAL (Stormer, Rotovisco y Mac Michael)



La velocidad de deslizamiento se mide como la velocidad de rotación del balancín (rpm).

**La fuerza de rotación es el producto de la fuerza que produce la rotación por la longitud del vástago.**



# VISCOSIMETROS ROTACIONALES

## CILINDRO COAXIAL (Stormer, Rotovisco y Mac Michael)



La deflexión o giro del genera una señal eléctrica por medio de un potenciómetro.

# VISCOSIMETROS ROTACIONALES

## CILINDRO COAXIAL (Stormer, Rotovisco y Mac Michael)



**Posibilidad de medir curvas de fluidez.**

**Para todo tipo de líquidos y pastas.**

# VISCOSIMETROS ROTACIONALES

## CINCROELÉCTRICO DE AGUJA (Brookfield).

Este viscosímetro mide la tracción viscosa ejercida sobre un huso que rota en el líquido contenido en un vaso.





# VISCOSIMETROS ROTACIONALES

## CINCROELÉCTRICO DE AGUJA (Brookfield).



Cada instrumento posee un juego de discos intercambiables de diferentes diámetros.

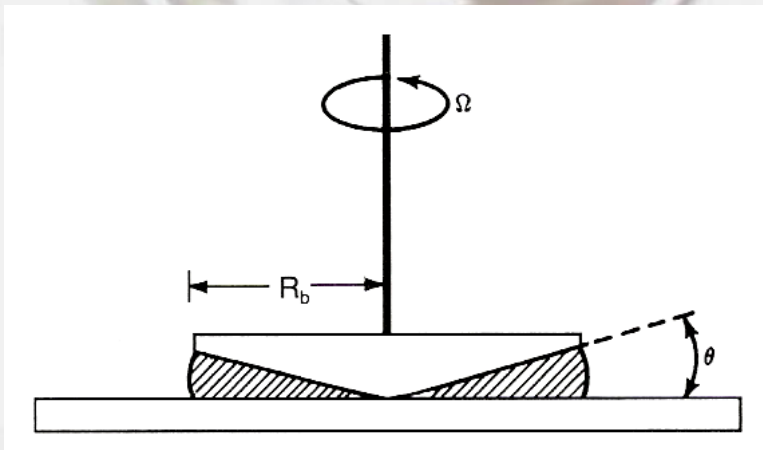
Los diferentes modelos tienen resortes de diferente rigidez apropiados para diferentes espectros de viscosidad.



# VISCOSIMETROS ROTACIONALES

## CONO Y PLACA

Estos viscosímetros consisten en un cono rotatorio con un ángulo muy obtuso y una placa plana inferior estacionaria. La placa se eleva justamente hasta que el vértice del cono toca su superficie.



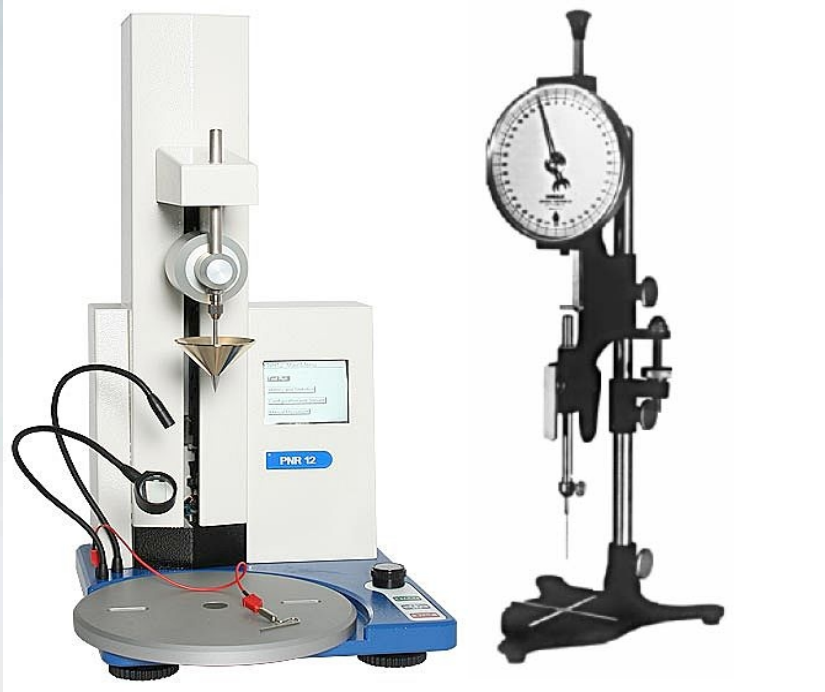
El pequeño tamaño del equipo da como resultado una velocidad de deslizamiento uniforme en toda la muestra.

# PENETROMETROS



**Se utilizan en el caso de semisólidos o líquidos muy viscosos, este dispositivo posee un cono o aguja unido a un vástago de soporte el cual al ser soltado penetra verticalmente en la muestra por la influencia de su peso, propio o con agregados.**

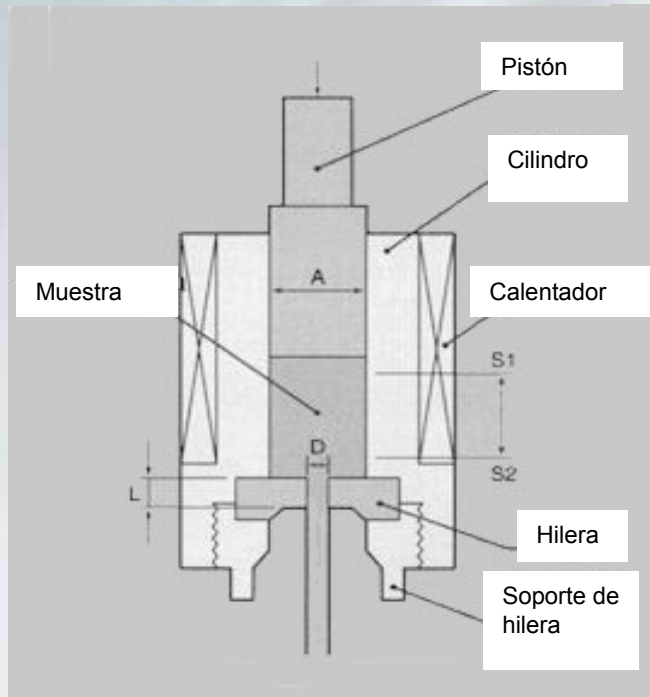
# PENETROMETROS



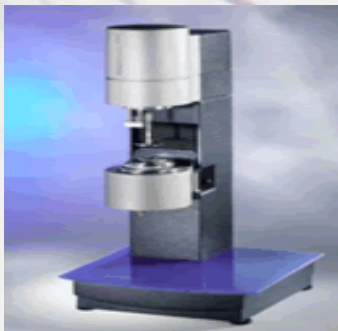
La profundidad de la penetración se usa para evaluar la consistencia del material.

**Los resultados no pueden ser trasladados a valores de viscosidad o límites plásticos.**

# REÓMETROS



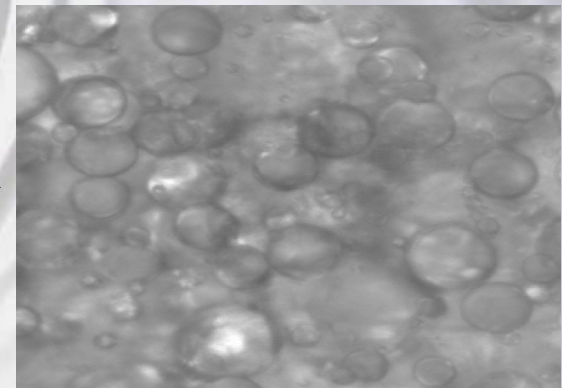
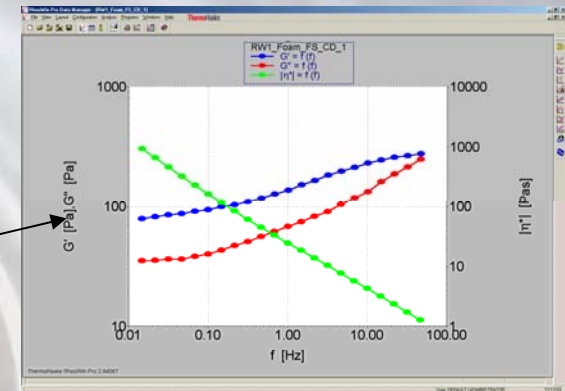
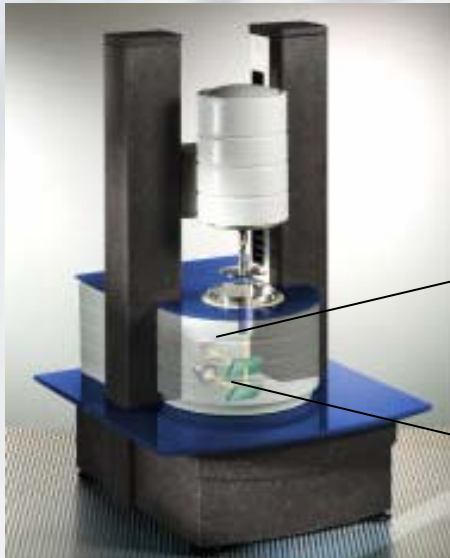
Son viscosímetros modernos acoplados a un computador o que poseen internamente un software.





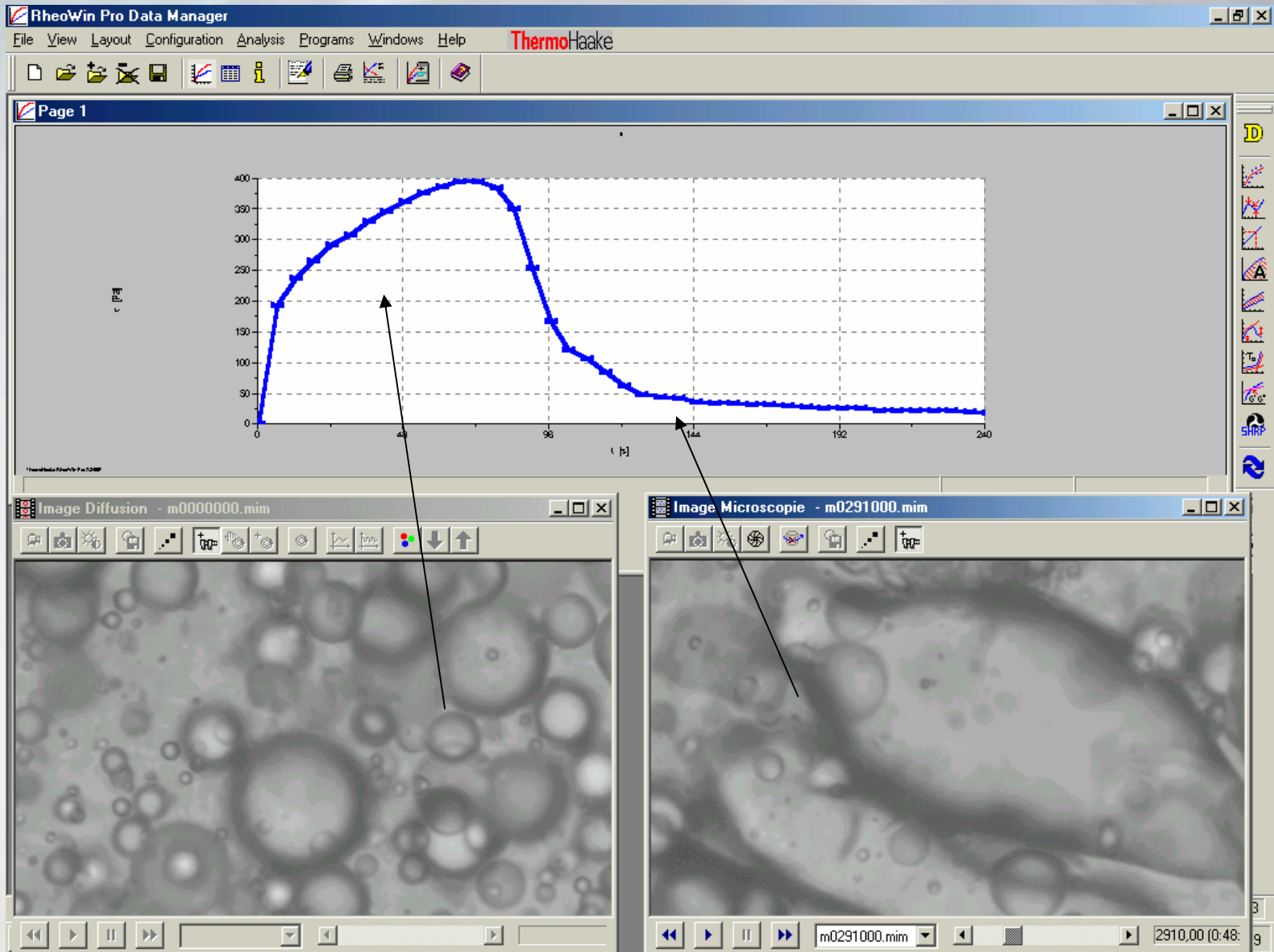
# REÓMETROS

## CARACTERÍSTICAS:



- Caracterización reológica completa.
- Medición de la elasticidad.
- Medición de límite de fluidez.
- Habitualmente con cojinete de aire: sin rozamiento interno

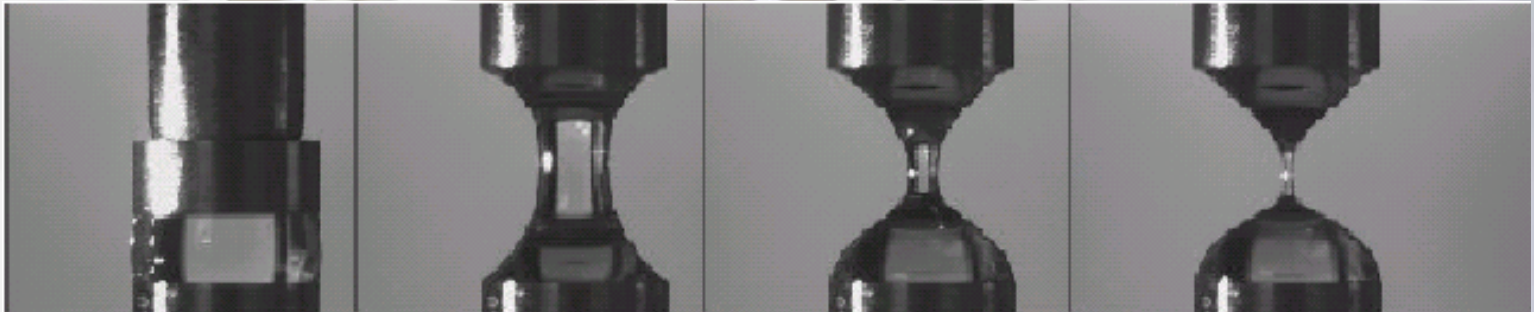
# REÓMETROS



# REÓMETRO ENLONGACIONAL

## REOMETRO EXTENSIONAL DE RUPTURA CAPILAR

Muchos métodos de procesamiento industriales, como extrusión, inyección o llenado, someten al material a un flujo Extensional.



La mayoría de los materiales ofrecen una respuesta muy diferente en flujo extensional comparada con su respuesta en flujo de cizalla.

# REÓMETRO ENLARGACIONAL

## REOMETRO EXTENSIONAL DE RUPTURA CAPILAR

El estrechamiento y posterior rotura de filamentos formados a consecuencia de una extensión ofrece una valiosa información acerca de las propiedades físicas del material.

**Determina:**

**Viscosidad**

**Tensión superficial**

**Elasticidad**

**Limite de fluidez**





# CUADRO COMPARATIVO

	Fundamento	Ventaja	Desventaja
Viscosímetros capilares	Velocidad de flujo del líquido a través de un orificio o conducto por gravedad	Disponible en diferentes diámetros. Ideal para líquidos newtonianos	No se puede controlar la velocidad de flujo.
Viscosímetros de caída de esferas o de aguja	Velocidad de una esfera o una aguja que cae en el líquido en estudio.	Ideal para líquidos newtonianos	Velocidad de flujo constante y se obtienen una $\eta$ aparente

# CUADRO COMPARATIVO

	Fundamento	Ventaja	Desventaja
<p>Viscosímetros Rotacionales</p> <p>Coaxial</p> <p>Cicloelétrico</p> <p>Cono placa</p>	<p>Cuerpo sólido rotatorio sumergido en la muestra el cual está sometido a una fuerza de retardo debida a la viscosidad del líquido.</p>	<p>Velocidad de deslizamiento continuas y variables, utiliza una pequeña cantidad de muestra.</p>	<p>Aumento de la temperatura.</p> <p>No para sistemas de baja viscosidad</p>
<p>Penetrómetros</p>	<p>Un cono o aguja penetra verticalmente en la muestra por peso</p>	<p>Semisólidos y líquidos muy viscosos</p>	<p>Los resultados no transformables a viscosidad</p>
<p>Reómetros</p>	<p>Viscosímetros acoplados a un computador</p>	<p>Facilita el procesamiento de datos</p>	<p>Costo</p>

The background of the slide is a close-up photograph of concentric ripples on a light-colored water surface. The ripples are centered in the upper-left quadrant and spread outwards, creating a sense of depth and movement. The lighting is soft, highlighting the curves of the water.

**Gracias..**