

TEMA 19

Sistemas dispersos heterogéneos líquido-sólido: SUSPENSIONES

SUSPENSIONES

Las suspensiones se definen como dispersiones heterogéneas sólido-líquido constituidas por dos fases:

Fase sólida: *Fase interna, discontinua, o dispersa:* está formada por partículas sólidas insolubles finamente divididas suspendidas en el vehículo o medio dispersante.

Fase líquida: *Fase externa, continua o dispersante:* consiste en un líquido, acuoso o un semisólido, que tiene cierta consistencia y que puede ser acuoso o grasa.

Sistemas heterogéneos formados por partículas sólidas finamente divididas en el interior de un líquido

SUSPENSIONES

Fluidas
Semisólidas
Sólidas

Fase interna
> $1\mu\text{m}$

Sistemas
inestables

TIPOS DE SUSPENSIONES

- Orales
- Parenterales
- Dermatológicas
- Oftálmicas
- Nasaes
- Rectales
- Óticas y otras.

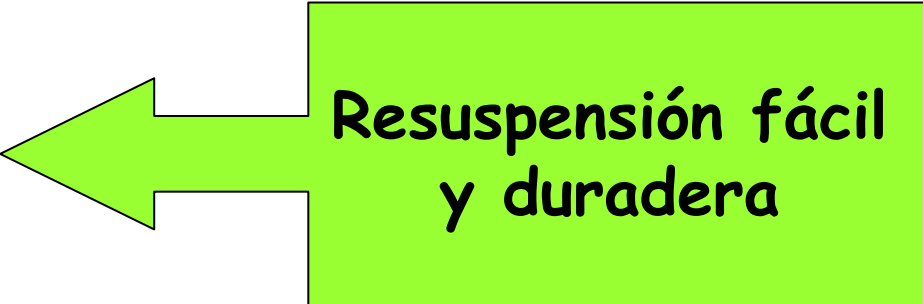
JUSTIFICACIÓN DEL USO DE LAS SUSPENSIONES

- Fármacos insolubles.
- Problemas de estabilidad del fármaco.
- Prolongar el efecto del principio activo.
- Enmascaramiento de un mal sabor.
- Adsorción sobre una partícula inerte y ser administrada en forma de suspensión eliminándose así el mal sabor.

CARACTERÍSTICAS de las SUSPENSIONES

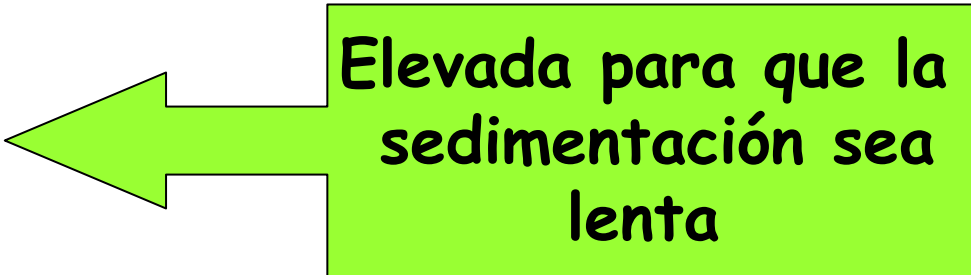
- Tamaño y homogeneidad de la fase dispersa

- Sedimentación



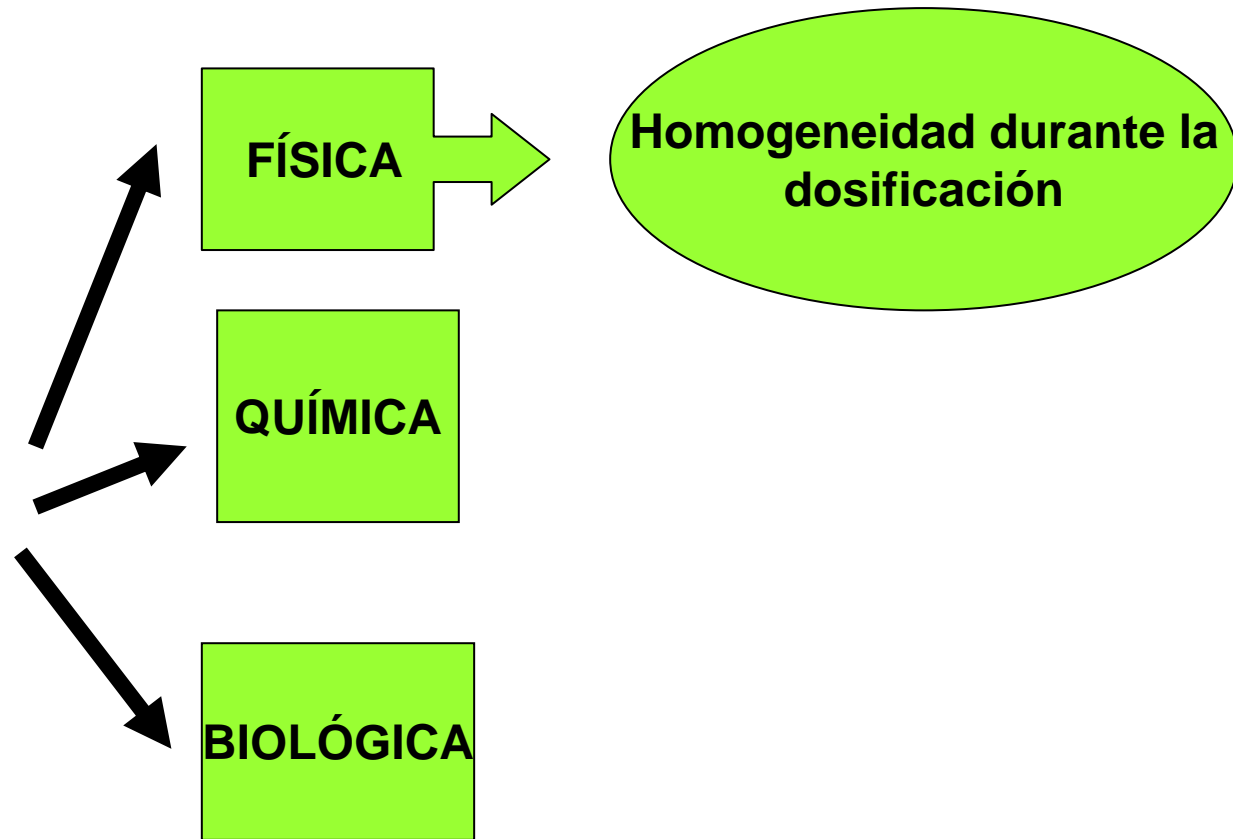
Resuspensión fácil y duradera

- Viscosidad



Elevada para que la sedimentación sea lenta

- Estabilidad



- Características organolépticas

ENERGÍA LIBRE DE PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN

Energía libre de superficie de una suspensión:

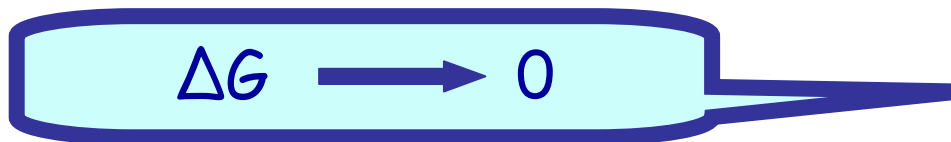
$$\Delta G = \gamma_{sl} \Delta S$$

ΔG : energía libre de superficie.

γ_{sl} : la tensión interfacial entre las partículas sólidas y el medio líquido.

ΔS : aumento de área resultante de la división del sólido en partículas.

Cuando ΔG tiende a cero el sistema se hace estable.



Sistema estable

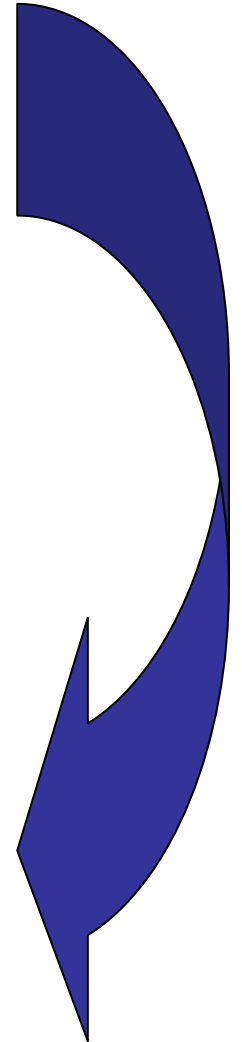
El empleo de **tensoactivos** puede reducir la tensión interfacial, pero **es difícil que ΔG sea cero.**



Las partículas de una suspensión tienden a juntarse para llegar a un estado termodinámicamente menos energético.

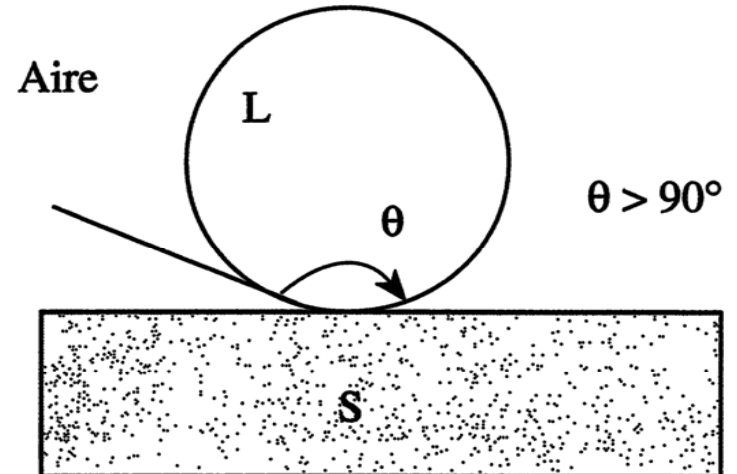
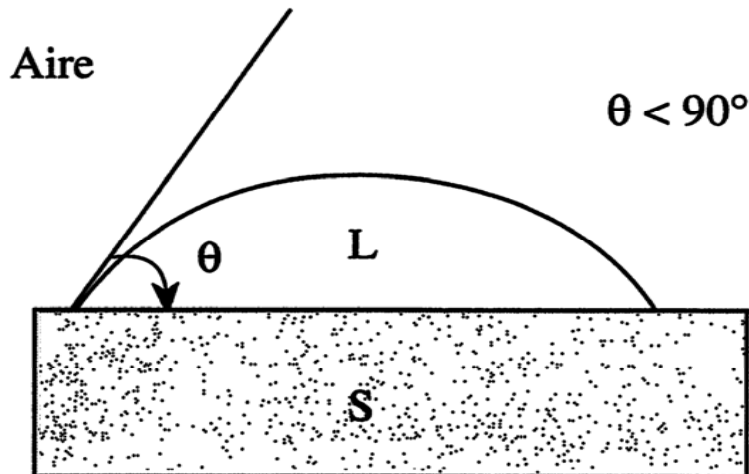
La estabilidad física de las suspensiones podría definirse como una condición en la cual las partículas no se agregan y permanecen distribuidas de forma homogénea en la suspensión.

Por razones termodinámicas esta situación ideal rara vez ocurre en la práctica, es conveniente establecer lo siguiente: **"Si las partículas sedimentan debieran ser resuspendidas con una agitación moderada"**.

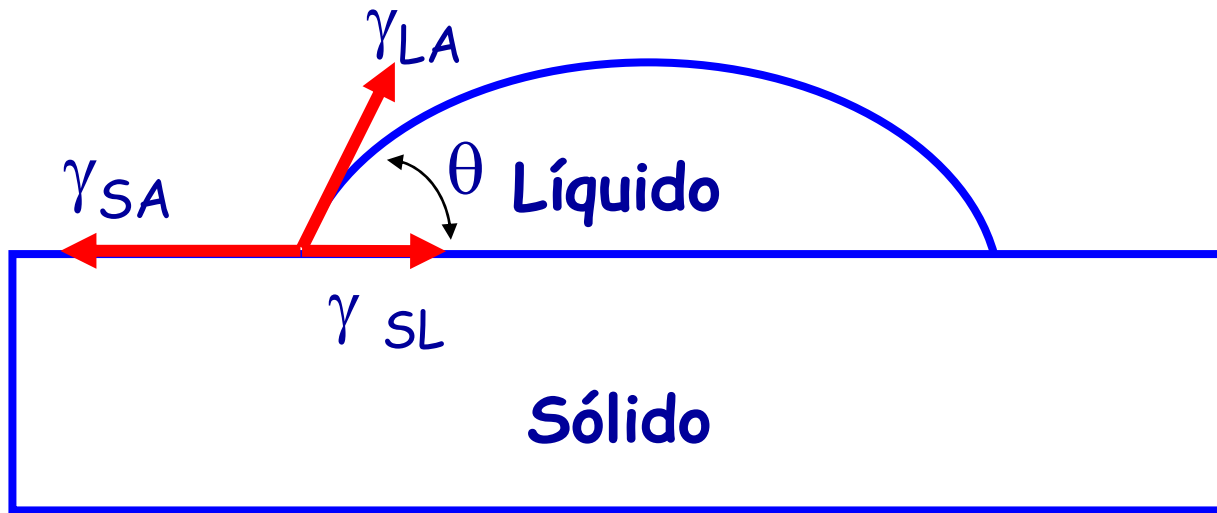


ASPECTOS FÍSICOS QUE AFECTAN A LA ESTABILIDAD DE LAS SUSPENSIONES

- Humectación y flotación



TENSIÓN INTERFACIAL SÓLIDO-LÍQUIDO Y ÁNGULO DE CONTACTO



Humectación:

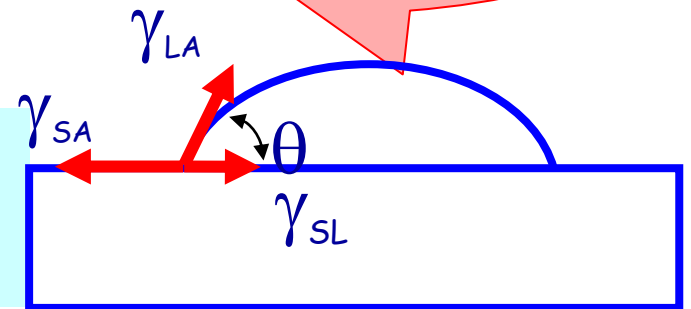
$$\gamma_{SA} = \gamma_{SL} + \gamma_{LA} \cos\theta$$

γ_{SA} = Tensión interfacial sólido-aire
 γ_{SL} = Tensión interfacial sólido-líquido
 γ_{LA} = Tensión interfacial líquido-aire
 θ = Ángulo de contacto

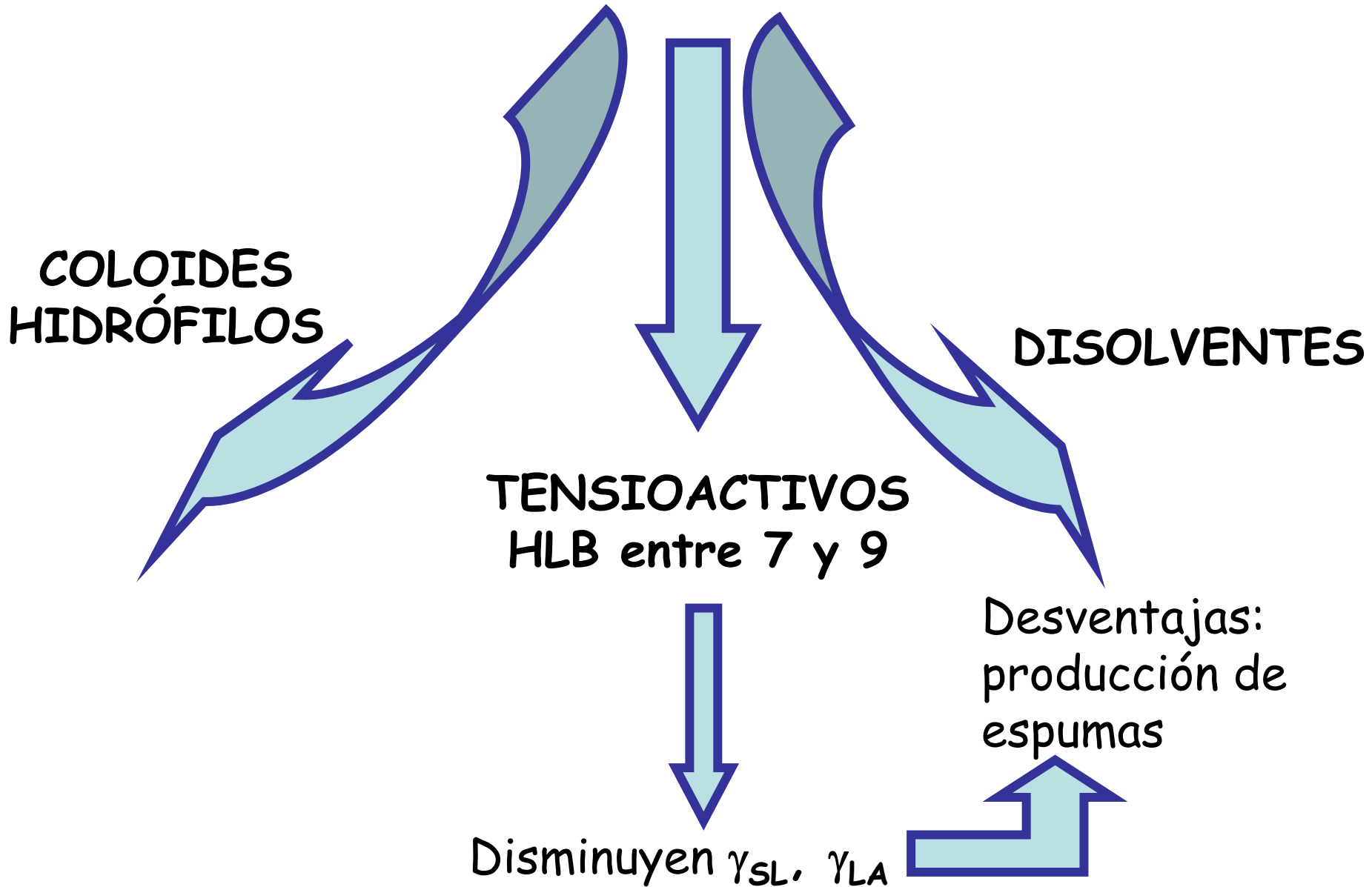
La capacidad de humectación de un sólido por un líquido se mide mediante el ángulo de contacto

$$\cos\theta = \gamma_{SA} - \gamma_{SL} / \gamma_{LA}$$

Cuanto menor sea el ángulo θ más mojado está el sólido



AGENTES HUMECTANTES



•Crecimiento cristalino

Polimorfismo

Polidispersión

Cambios de temperatura

Al aumentar el tamaño de los cristales o de las partículas se pueden producir:

- Cambios en el flujo
- Formación de sedimentos compactos
- Cambios en la biodisponibilidad

Para solucionarlo: **tensioactivos y viscosizantes**

- **Sedimentación:** La velocidad de sedimentación debe ser lo más pequeña posible

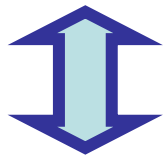
$$V_{\text{sed}} = \frac{2 \cdot r^2 \cdot (\rho_{\text{int}} - \rho_{\text{ext}}) \cdot g}{9 \cdot \eta_{\text{ext}}}$$

Ley Stockes

Para disminuir la velocidad de sedimentación hay que: **disminuir el tamaño de las partículas y aumentar la viscosidad de medio**

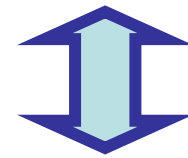
• Tipos de sedimento

Sedimentos de suspensiones floculadas



Formación rápida del sedimento. Sedimento poco compacto y **fácil** de redispersar

Sedimentos de suspensiones defloculadas

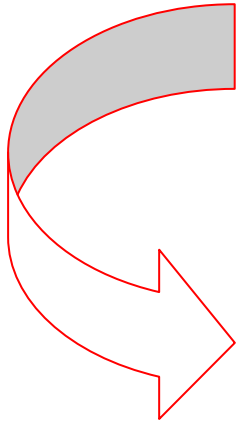


Formación menos rápida del sedimento. Sedimento compacto y **difícil** de redispersar

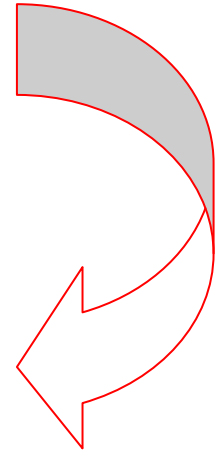
• Propiedades eléctricas de las partículas

Las partículas dispersas en agua presentan, generalmente **carga eléctrica**

Alrededor de las partículas cargadas se sitúan los **contraiones**

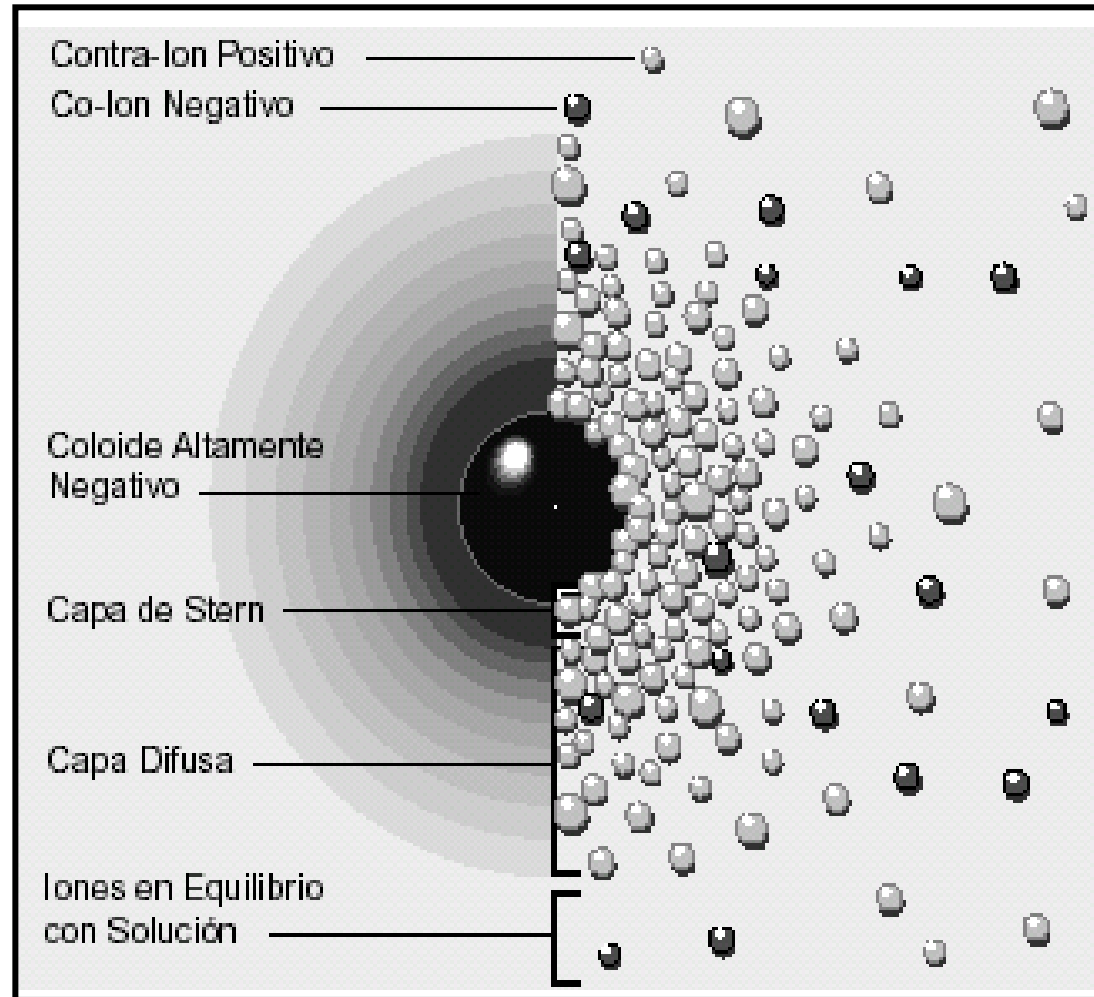


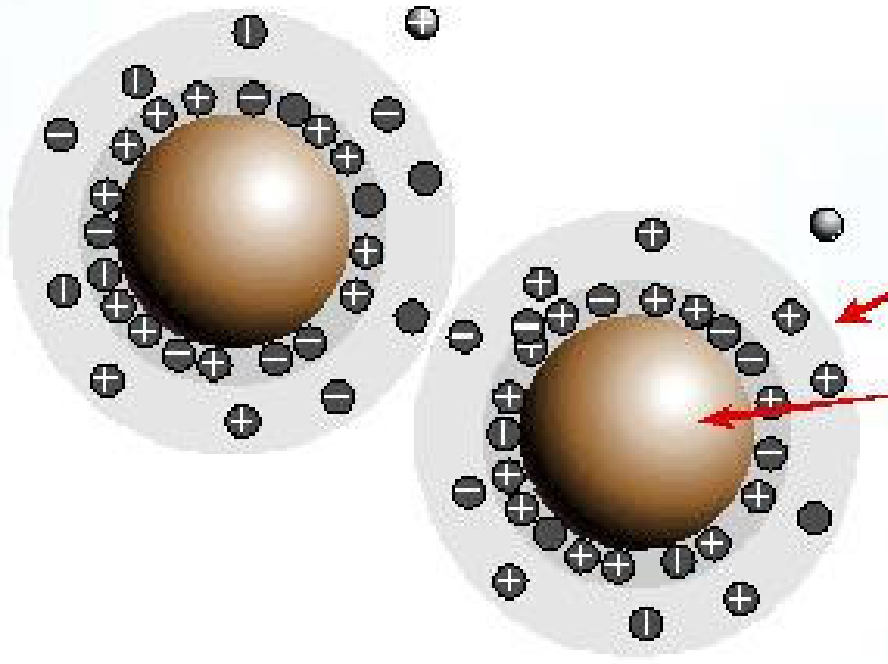
Doble capa eléctrica



Esta teoría hace referencia a la magnitud de los potenciales eléctricos situados alrededor de la partícula cargada

Doble capa eléctrica

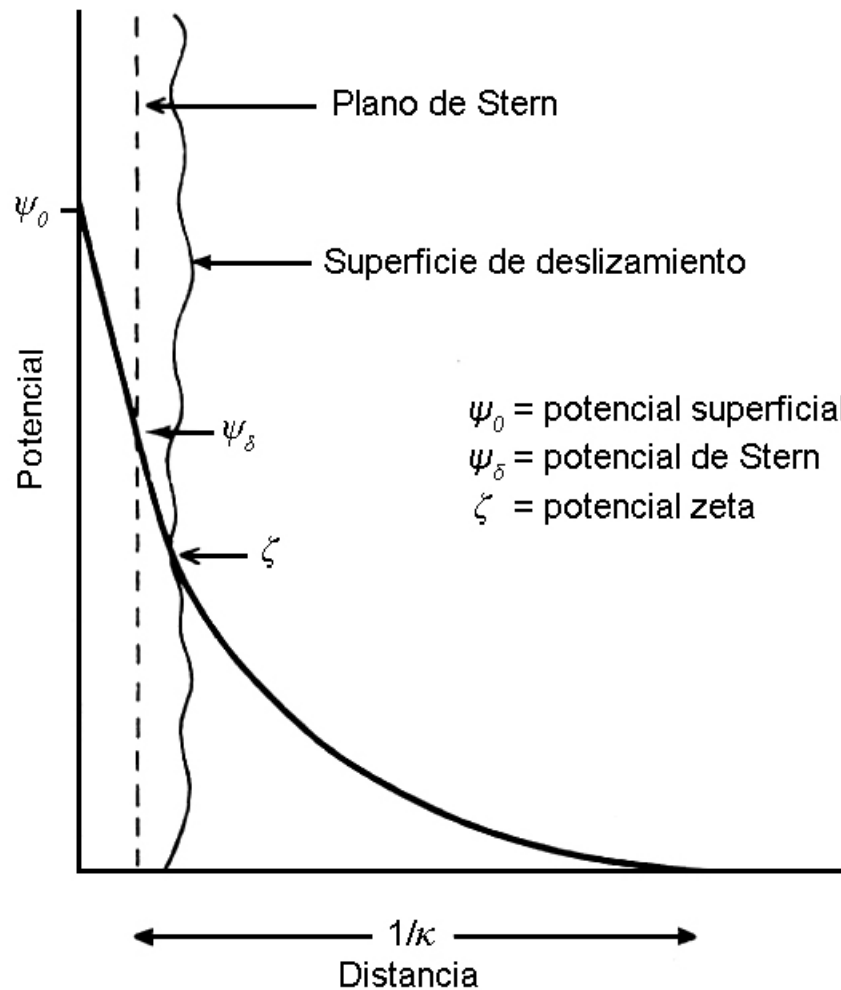
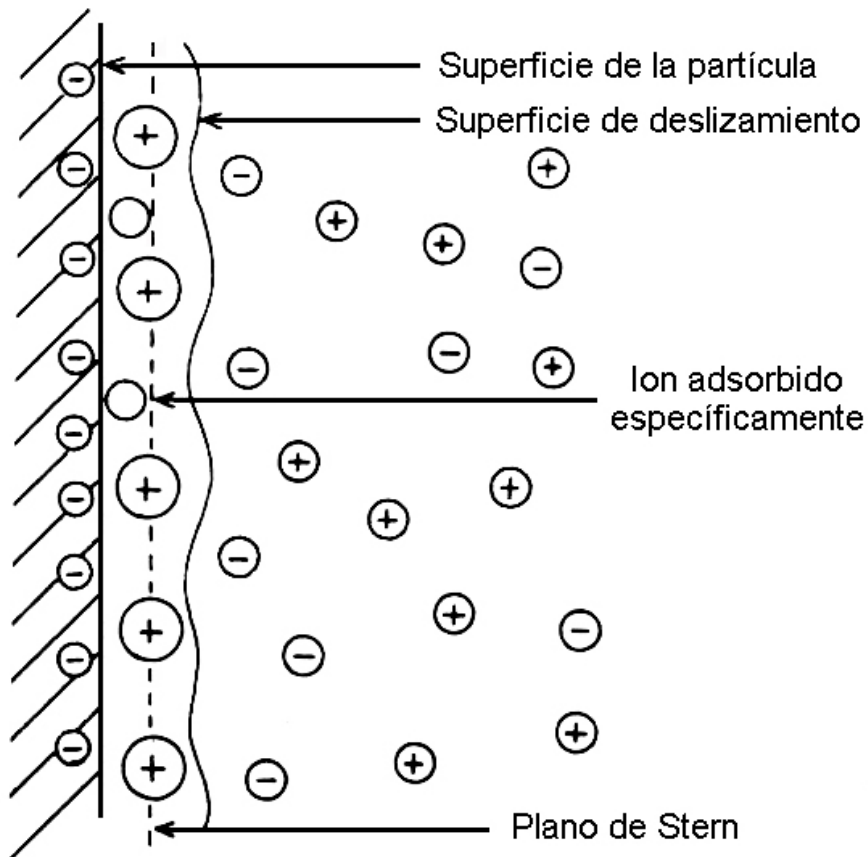




Capa de deslizamiento

Partícula cargada

Doble capa eléctrica y potenciales eléctricos



Teoría DLVO

D=Derjaguin, L=Landau
Rusia 1941

V=Verwey, O=Overbeek
Holanda 1948

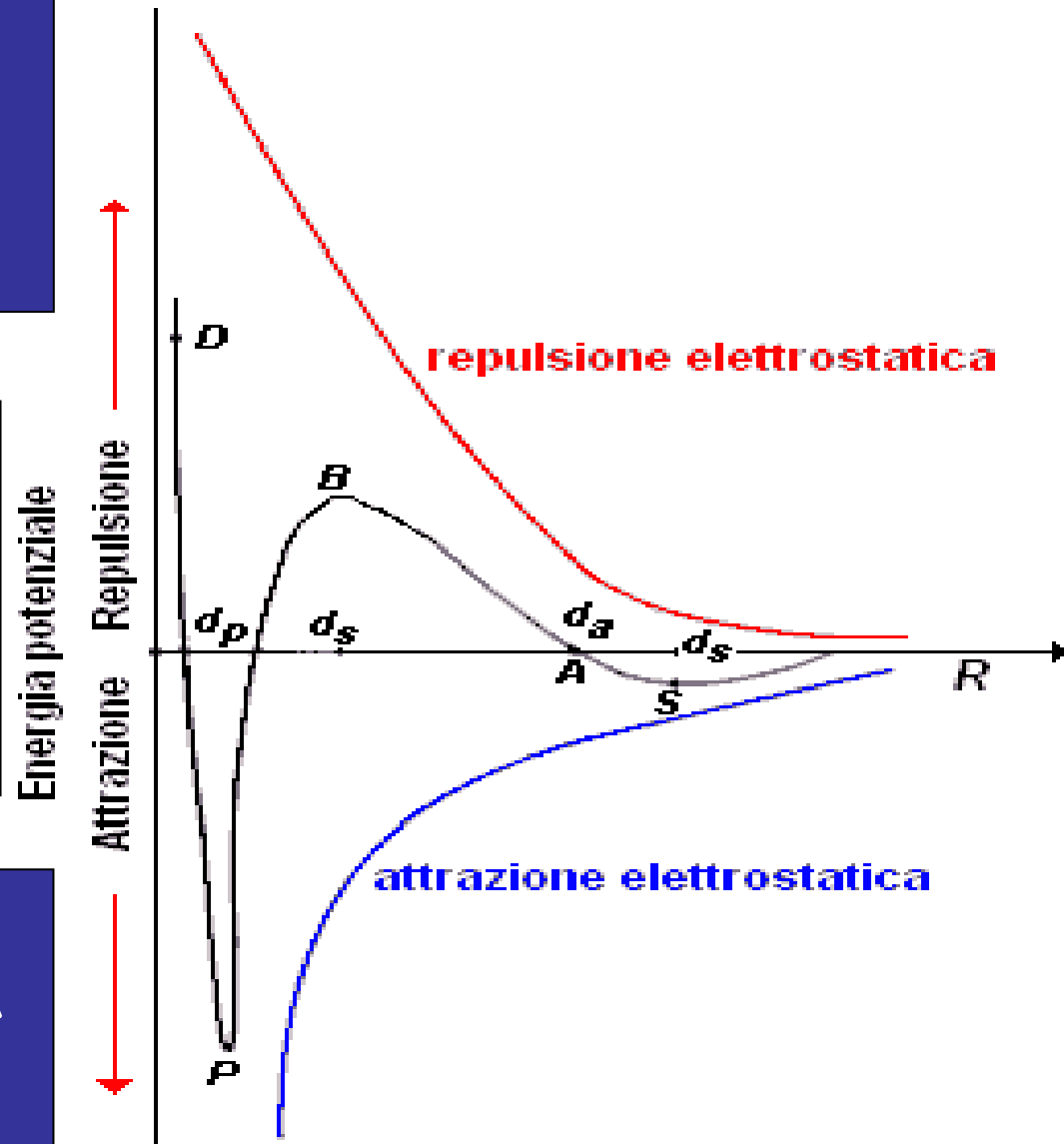
R → Distancia entre
partículas

P → Mínimo primario

B → Máximo primario

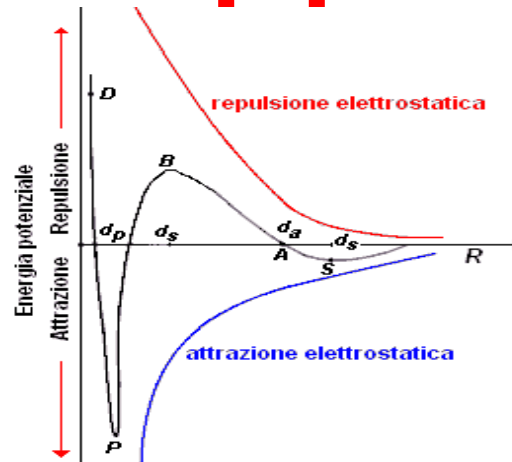
S → Mínimo secundario

Energía potencial total
igual a la suma algebraica
de la repulsión y la
atracción electrostática



Mínimo primario **P**, a distancias pequeñas predominan las fuerzas atractivas muy elevadas

A distancias grandes, mínimo secundario **S**, predominan las fuerzas atractivas **no** muy elevadas



Sedimentos defloculados

Sedimentos floculados

Sedimentos compactos y difíciles de resuspender

Sedimentos voluminosos y fáciles de resuspender

Parámetros de sedimentación

Volumen de sedimentación

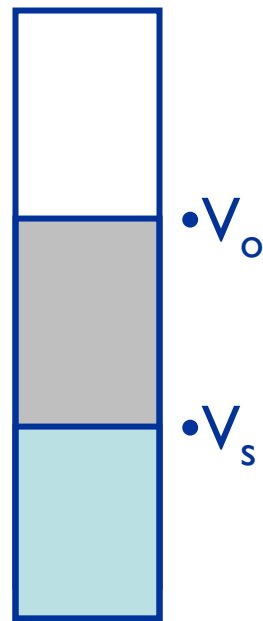
$$F = V_{\text{sed.}} / V_0$$

Grado de floculación

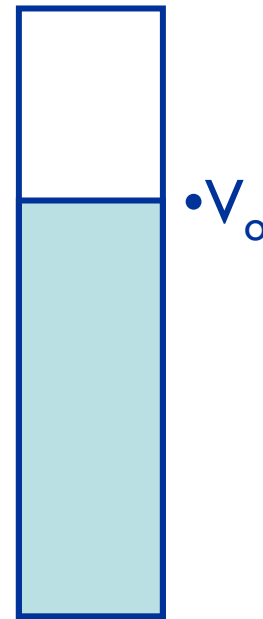
$$\beta = V_{\text{sed.f.}} / V_{\text{sed.def.}} = h_{\text{sed.f.}} / h_{\text{sed.def.}}$$

VOLUMEN SEDIMENTACIÓN

$$F = V_s / V_o \text{ (Vsedimento) / (Voriginal)}$$

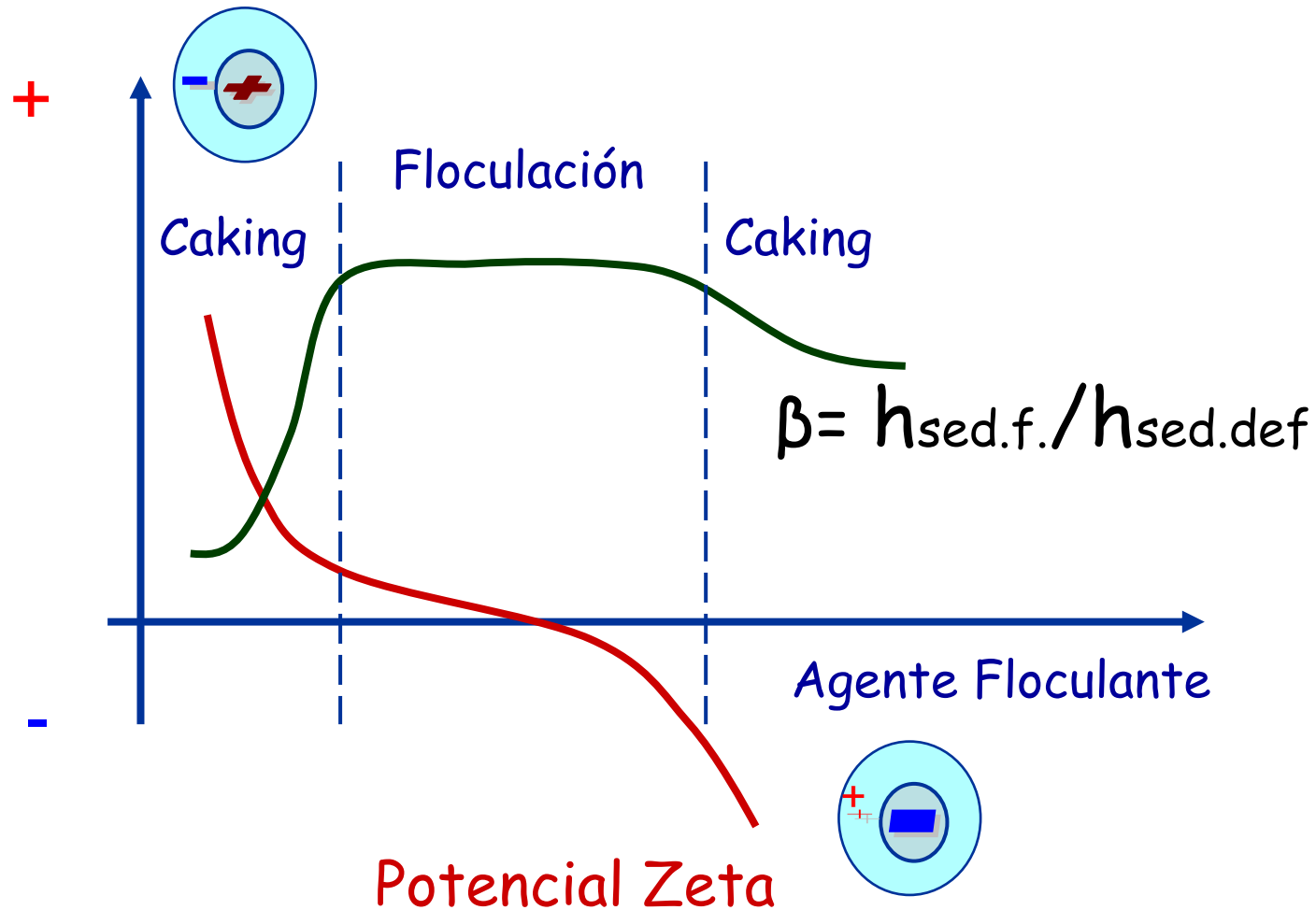


F=0,5



F=1,0

Relación entre el potencial zeta y el grado de floculación



Materias primas

Sulfanilamida

Citrato monosódico

Avicel RC 591

NaCMC

Sorbitol (sol. 70%)

Sal sódica de metil paraben

Sal sódica de propil paraben

Sacarina sódica

Agua purificada

Porcentaje

10%

4%

0,75%

0,55%

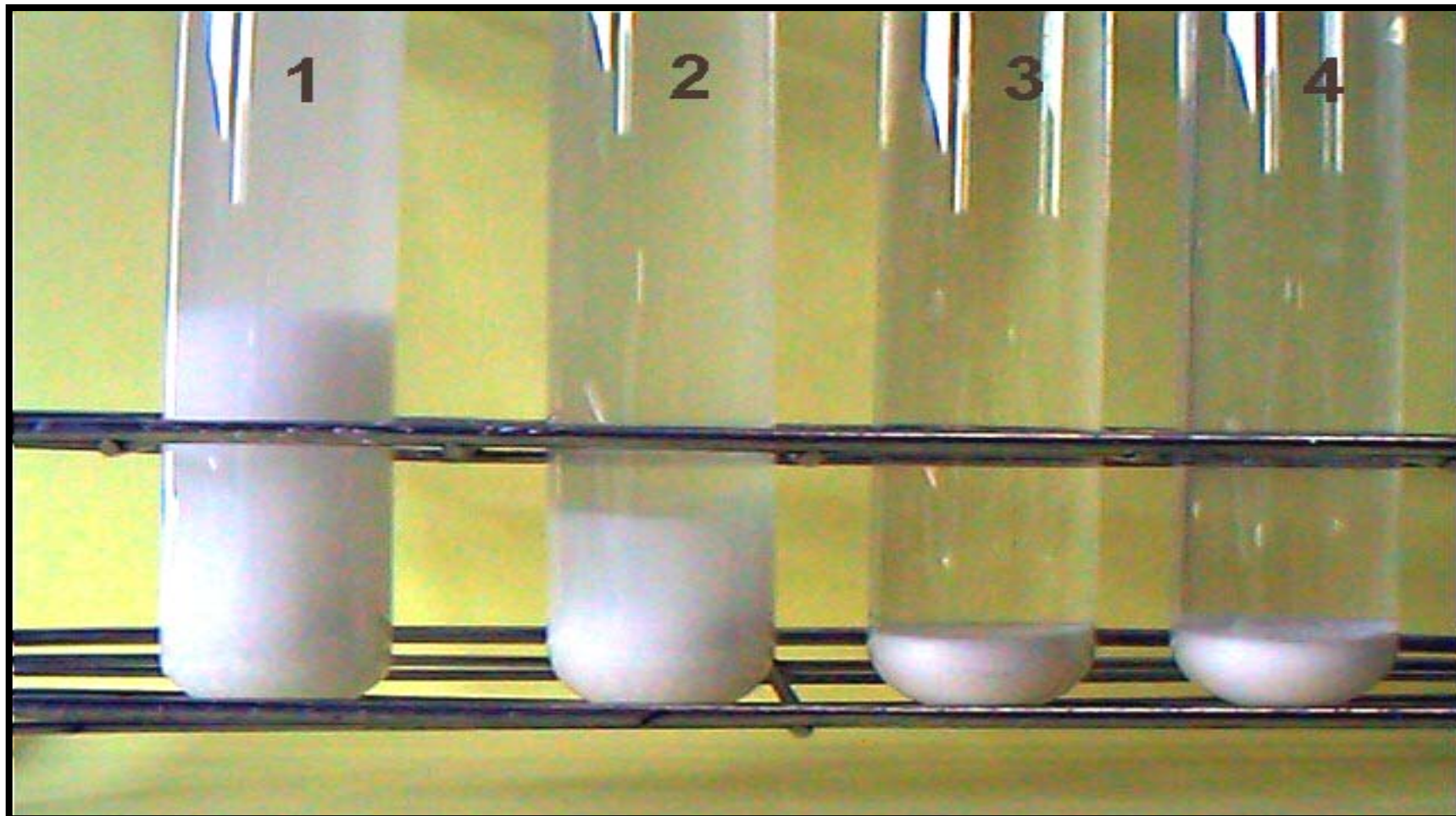
5%

0,12%

0,02%

0,1%

c.s.p. 100



	Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4
Sulfanilamida	Si	Si	Si	Si
Avicel® RC 591	Si	---	---	---
NaCMC	Si	Si	Si	---
Citrato monosódico	Si	Si	---	---
Sorbitol	Si	Si	Si	Si

Partículas

Adición de agentes humectantes y medio de dispersión

Dispersión uniforme de partículas defloculadas

Incorporación de vehículo estructurado

Suspensión defloculada en vehículo estructurado como Producto final

Adición de agente floculante

Suspensión floculada como producto final

Adición de agente floculante

Suspensión floculada

Incorporación de vehículo estructurado

Suspensión floculada en vehículo estructurado como producto final