

Relave de Planta concentradora

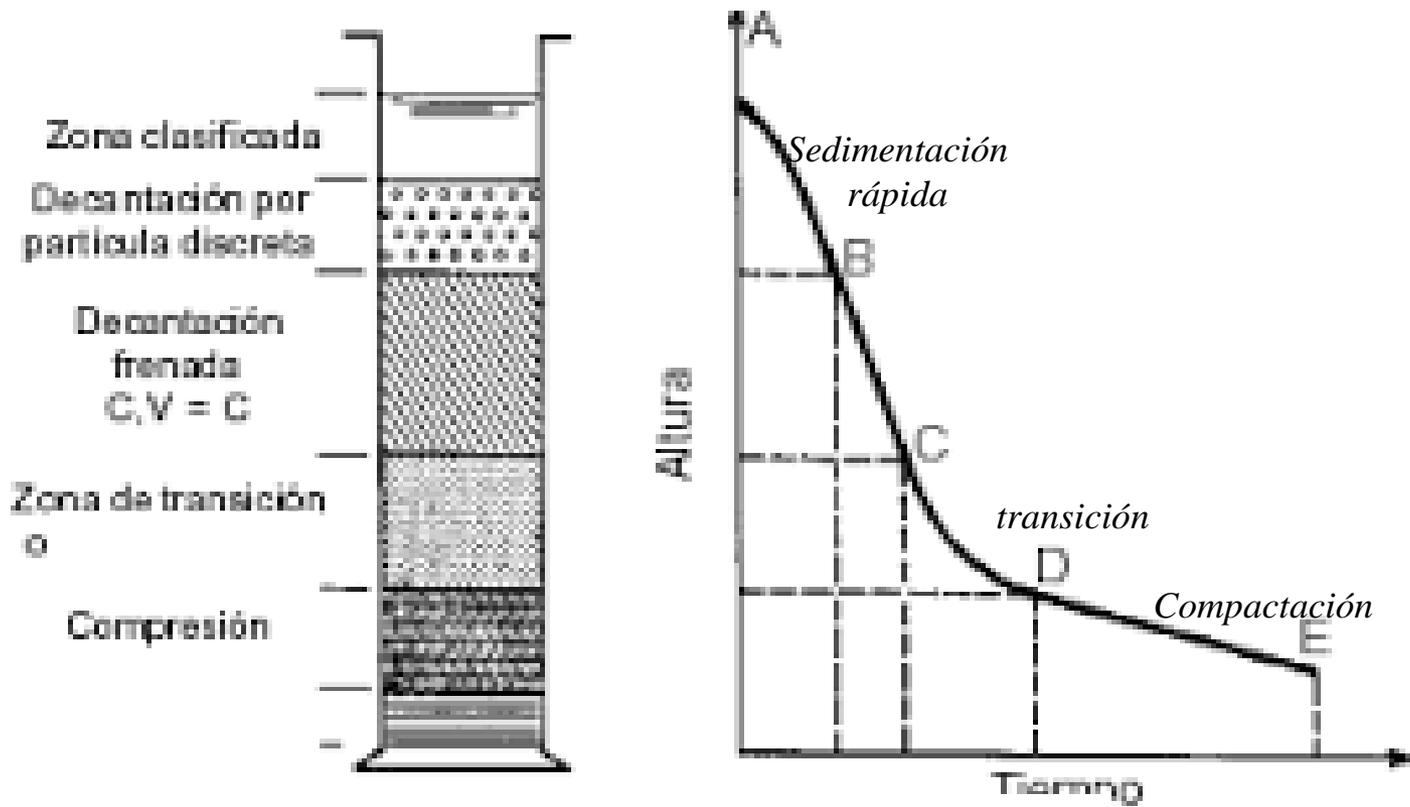
Clases	Malla A. S. T. M. N°	Tamaño malla (en um)	Peso retenido (en g)	Fracción retenida f(x) %	ley Sn %	Fino de Sn	Fino de Sn %
1	3 1/2	5660	0	0,00		0,0	0,00
2	4	4760	26	0,22	2	0,5	0,05
3	5	4000	33	0,28	5,1	1,7	0,15
4	6	3360	83	0,70	4,8	4,0	0,36
5	7	2530	934	7,93	11,2	104,6	9,37
6	8	2380	1550	13,16	14,3	221,7	19,86
7	10	2000	1131	9,60	9,1	102,9	9,22
8	12	1650	155	1,32	4,1	6,4	0,57
9	14	1410	45	0,38	3,9	1,8	0,16
10	16	1190	17	0,14	3,1	0,5	0,05
11	18	1000	6	0,05	2,3	0,1	0,01
12	20	840	75	0,64	4,2	3,2	0,28
13	25	710	0	0,00	2,5	0,0	0,00
14	30	590	17	0,14	1,9	0,3	0,03
15	35	500	937	7,96	8,5	79,6	7,14
16	40	420	1886	16,01	13,6	256,5	22,98
17	45	350	1243	10,55	9	111,9	10,02
18	50	297	15	0,13	3,6	0,5	0,05
19	70	250	0	0,00	3,2	0,0	0,00
20	80	177	34	0,29	4	1,4	0,12
21	100	149	41,0	0,35	2,5	1,0	0,09
22	120	125	67,0	0,57	1,8	1,2	0,11
23	140	105	44,0	0,37	2,9	1,3	0,11
24	170	88	327,0	2,78	2,1	6,9	0,62
25	200	74	968,0	8,22	10,6	102,6	9,19
26	230	62	494,0	4,19	2,2	10,9	0,97
27	270	53	77,0	0,65	1,9	1,5	0,13
28	325	44	47,0	0,40	2,5	1,2	0,11
29	400	44	34,0	0,29	3,2	1,1	0,10
30	- 400	37	1491,0	12,66	6,1	91,0	8,15
			11777,0	100,0		1116,1	

Tiempo de sedimentación de una partícula de densidad de 2,65 t/m³

Diámetro (mm)	Tipo de partícula	Tiempo para sedimentar 30 cm
10	grava	0,3 s
1	arena gruesa	3 s
10 ⁻¹	arena fina	38 s
10 ⁻²	limo	33 min
10 ⁻³	bacterias	35 hs
10 ⁻⁴	arcilla	230 días
10 ⁻⁵	coloide	63 años

10⁻⁶

$$Vg = \frac{d^2 * (\Delta\rho) * g}{18 * \eta}$$



$$Vg = \frac{d^2 * (\Delta\rho) * g}{18 * \eta}$$

Impurezas suspendidas

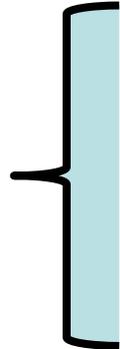
Tipo de impurezas	Diámetro en mm
Sólidos suspendidos	$> 10^{-2}$
Sólidos coloidales	$10^{-6} - 10^{-2}$
Sólidos disueltos	$< 10^{-6}$

- Sustancias minerales
- Contaminantes industriales
- Limo
- Bacterias, algas, virus
- Material derivado de la materia orgánica del suelo

Relave de Planta concentradora

Clases	Malla A. S. T. M. N°	Tamaño malla (en μm)	Peso retenido (en g)	Fración retenida $f(x)$ %	ley Sn %	Fino de Sn	Fino de Sn %
1	3 1/2	5660	0	0,00		0,0	0,00
2	4	4760	26	0,22	2	0,5	0,05
3	5	4000	33	0,28	5,1	1,7	0,15
4	6	3360	83	0,70	4,8	4,0	0,36
5	7	2530	934	7,93	11,2	104,6	9,37
6	8	2380	1550	13,16	14,3	221,7	19,86
7	10	2000	1131	9,60	9,1	102,9	9,22
8	12	1650	155	1,32	4,1	6,4	0,57
9	14	1410	45	0,38	3,9	1,8	0,16
10	16	1190	17	0,14	3,1	0,5	0,05
11	18	1000	6	0,05	2,3	0,1	0,01
12	20	840	75	0,64	4,2	3,2	0,28
13	25	710	0	0,00	2,5	0,0	0,00
14	30	590	17	0,14	1,9	0,3	0,03
15	35	500	937	7,96	8,5	79,6	7,14
16	40	420	1886	16,01	13,6	256,5	22,98
17	45	350	1243	10,55	9	111,9	10,02
18	50	297	15	0,13	3,6	0,5	0,05
19	70	250	0	0,00	3,2	0,0	0,00
20	80	177	34	0,29	4	1,4	0,12
21	100	149	41,0	0,35	2,5	1,0	0,09
22	120	125	67,0	0,57	1,8	1,2	0,11
23	140	105	44,0	0,37	2,9	1,3	0,11
24	170	88	327,0	2,78	2,1	6,9	0,62
25	200	74	968,0	8,22	10,6	102,6	9,19
26	230	62	494,0	4,19	2,2	10,9	0,97
27	270	53	77,0	0,65	1,9	1,5	0,13
28	325	44	47,0	0,40	2,5	1,2	0,11
29	400	44	34,0	0,29	3,2	1,1	0,10
30	- 400	37	1491,0	12,66	6,1	91,0	8,15
			11777,0	100,0		1116,1	

30%



1 nm a 1μ

En sedimentadores laminares

Si:

h = altura del decantador

V = velocidad de sedimentación



$$V_1 = h / t_d \quad (1)$$

Si el decantador está vacío, y comienza a entrar en él un caudal de agua Q, el tiempo teórico necesario para que se complete su volumen V se correspondería con el de detención

$$t_d = V / Q \quad (2)$$

pero $V = S \times h$



$$\text{en (2)} \quad V = S \times h / Q$$

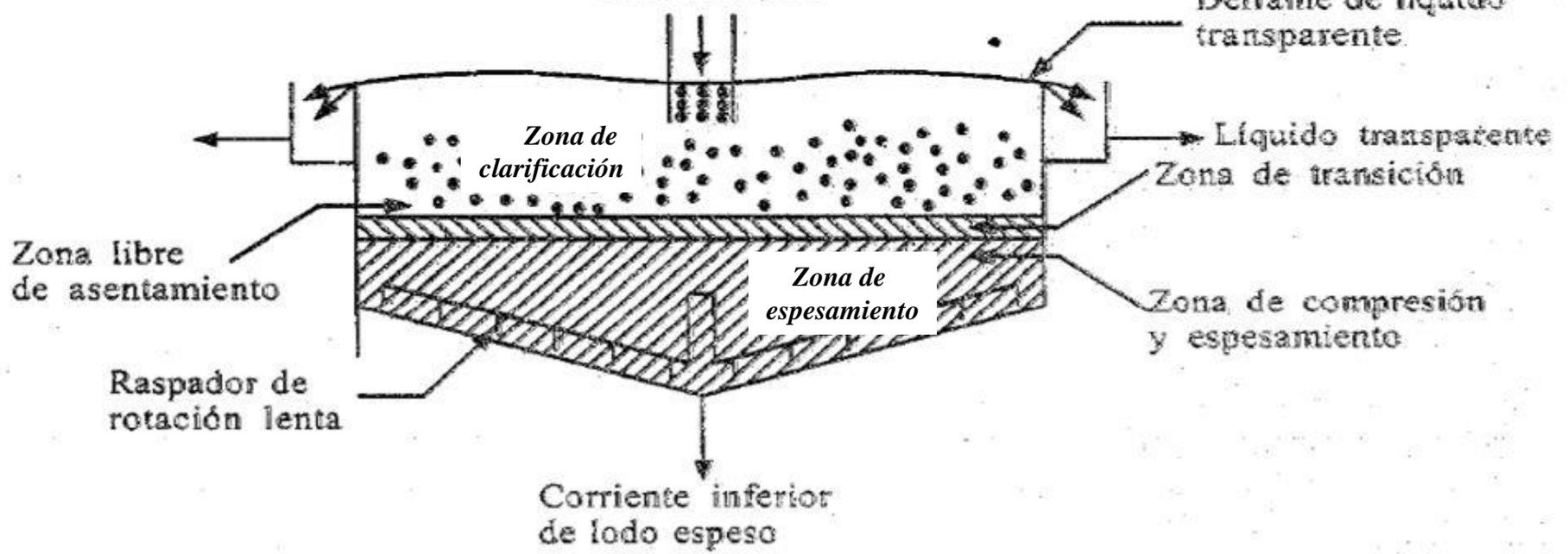
con lo que

$$h = t_d \times Q / S$$

en (1)

$$V_1 = (t_d \times Q / S) / t_d$$

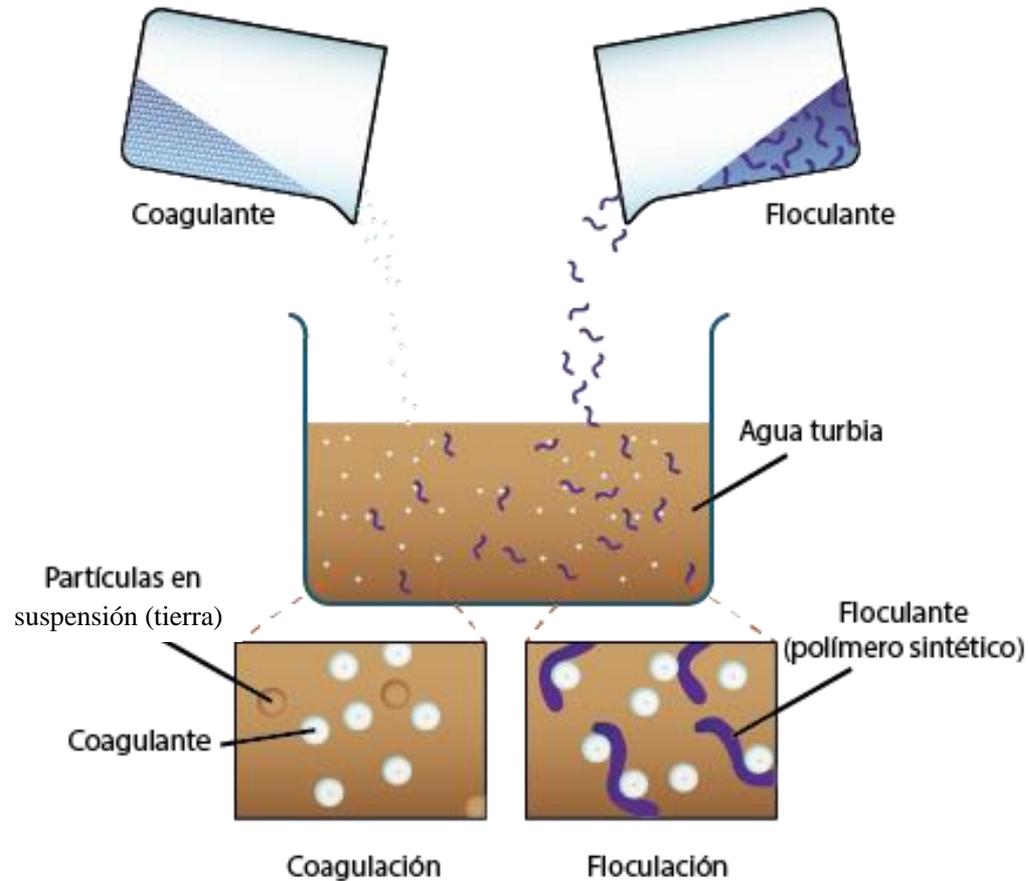
$$V_1 = Q / S$$



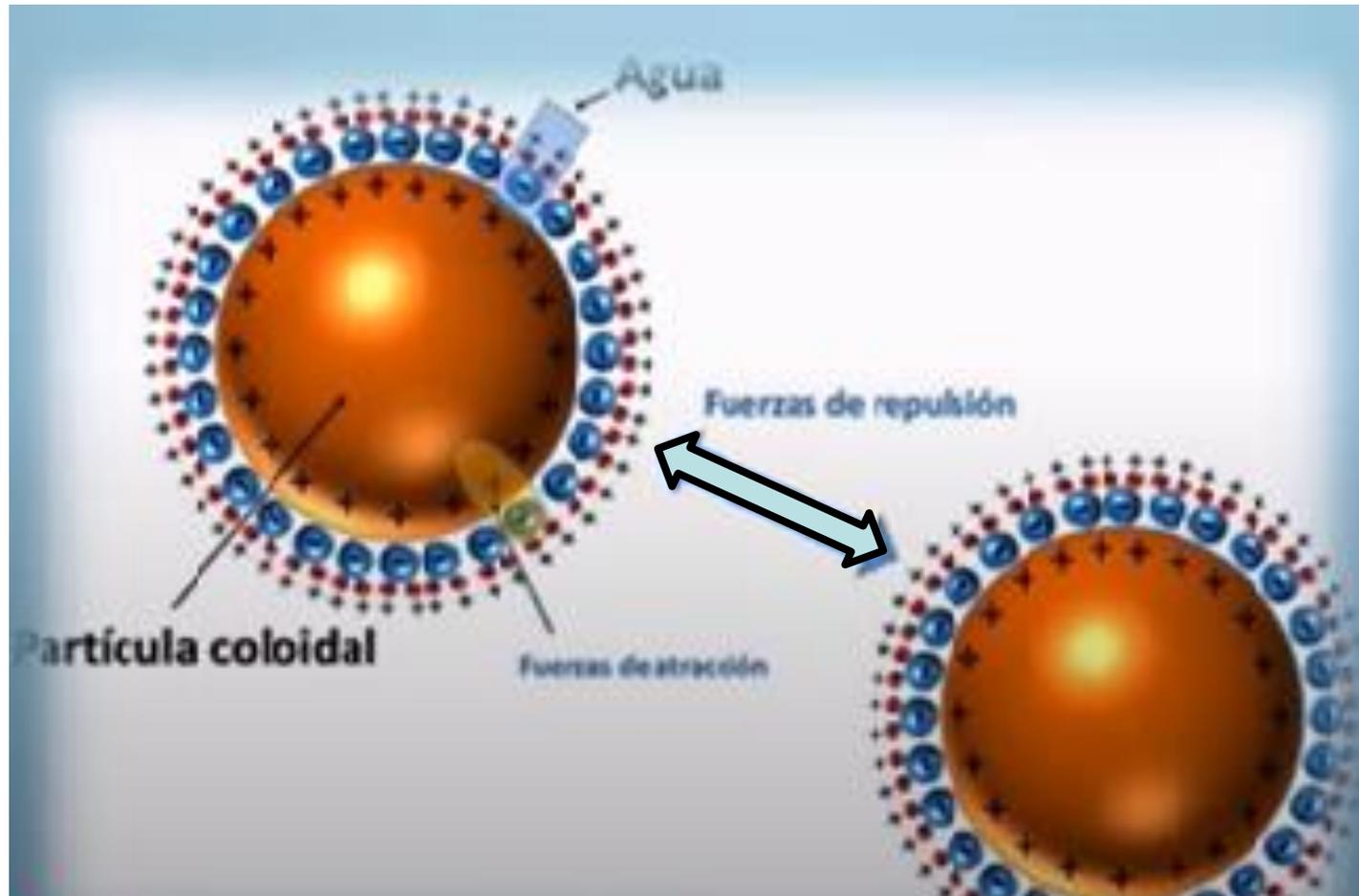
Espesador continuo

FILTRACIÓN

FLOCULACIÓN Y COAGULACIÓN



Las partículas coloidales presentan cargas superficiales electrostáticas que hacen que existan fuerzas de repulsión entre ellas y les impide aglomerarse para sedimentar. Estas cargas, por lo general son negativas



Los coagulantes, mediante una reacción química, eliminan las cargas negativas que causan que las partículas se repelan entre sí

El tratamiento adecuado de partículas coloidales consiste principalmente en la desestabilización de las cargas presentes en la superficie, mediante diferentes técnicas, agregados de reactivos, aplicación de voltajes altos, uso de materiales catalíticos e incluso tratamientos con irradiación de luz

La técnica de mas bajo costo para neutralizar cargas es el cambio de pH

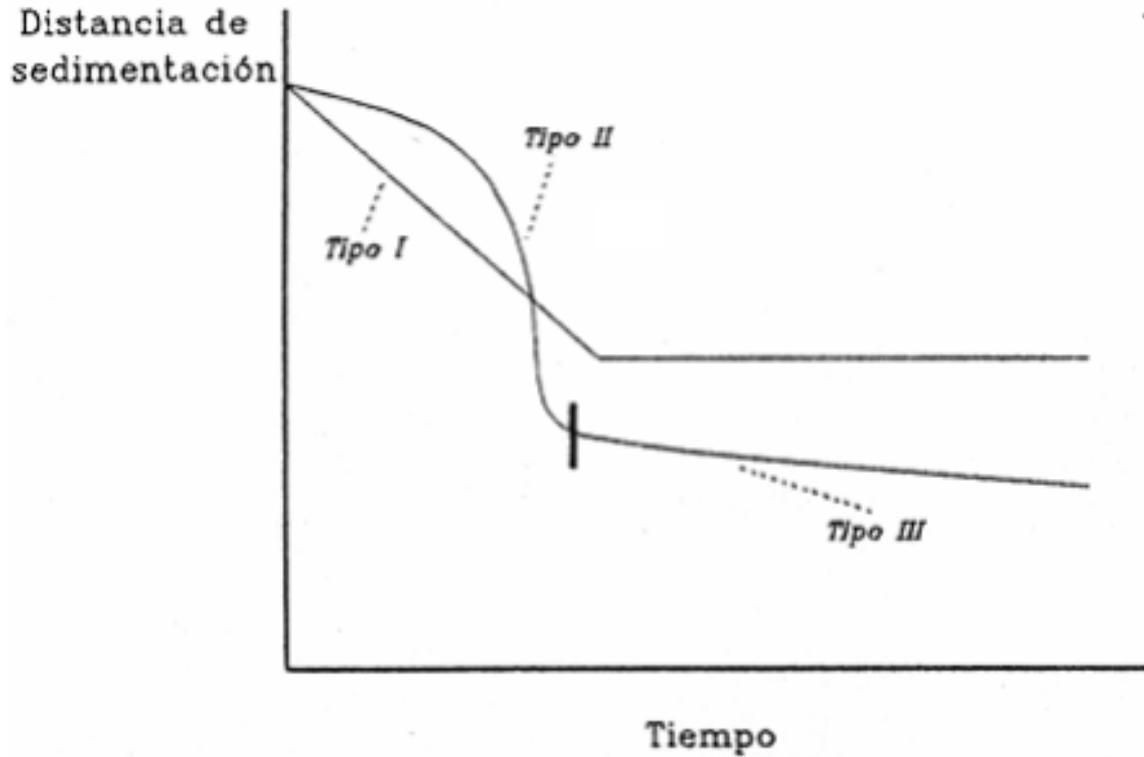
+

Coagulantes - floculantes

2,5 cm

<https://www.youtube.com/watch?v=9QZQGf5ICQc>

Tipos de sedimentación



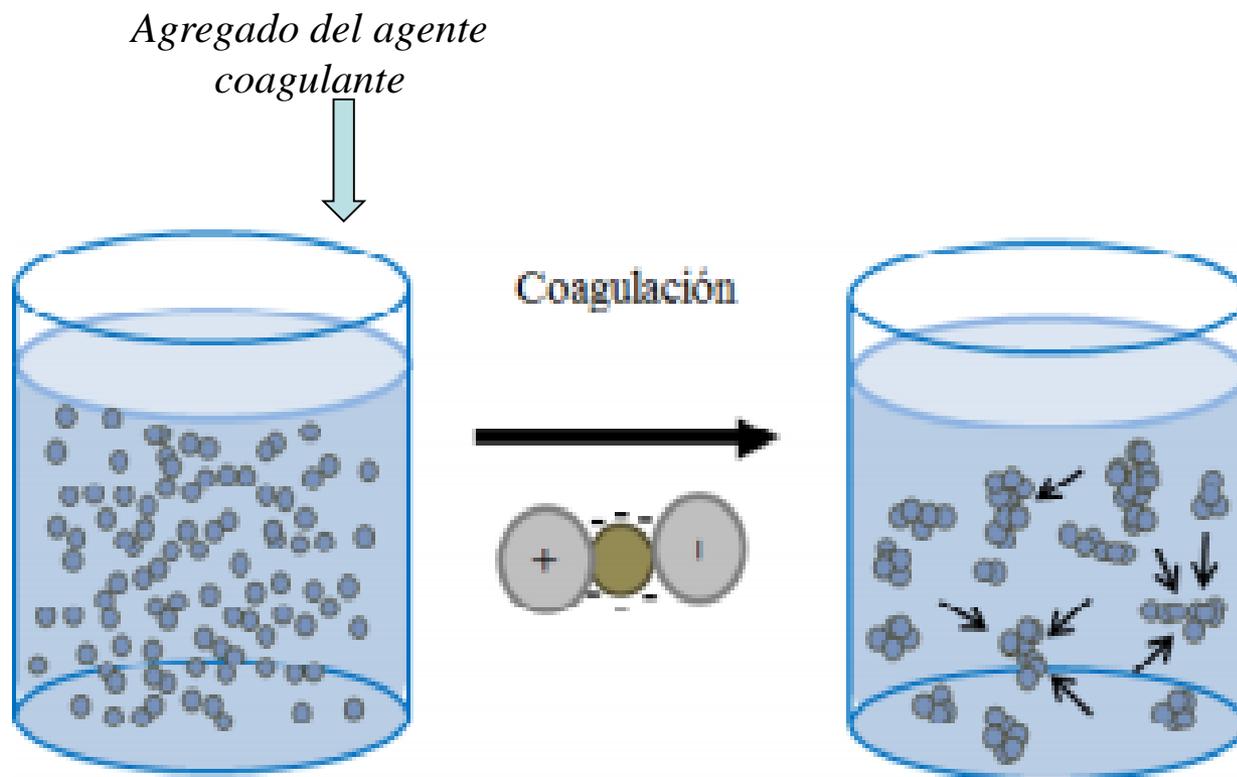
Tipo I o **Libre o discreta** (sin floculación)

Tipo II o **Difusa de partículas floculadas**

Tipo III o **Zonal o frenada**

Coagulación

La coagulación consiste en la neutralización de la carga de las partículas suspendidas en el agua y *el proceso de floculación consiste en la aglomeración de las partículas en suspensión.*



Coagulantes mas comunes: sulfato de aluminio y cloruro férrico

FACTORES QUE AFECTAN A LA COAGULACIÓN

- *Para que la coagulación sea óptima, es necesario que los coloides sea total antes de formarse el flóculo o precipitado*
- *Rango de pH: siempre hay pH al cual el coagulante trabaja mejor (cuando coincide con el mínimo de solubilidad de los iones metálicos del coagulante utilizado)*

Si el pH del agua no fuese el adecuado, se puede modificar mediante el uso de coadyuvantes o ayudantes de la coagulación:

- *Cal viva*
- *Cal apagada*
- *Carbonato sódico*
- *Soda cáustica*
- *Ácidos minerales*

Floculación

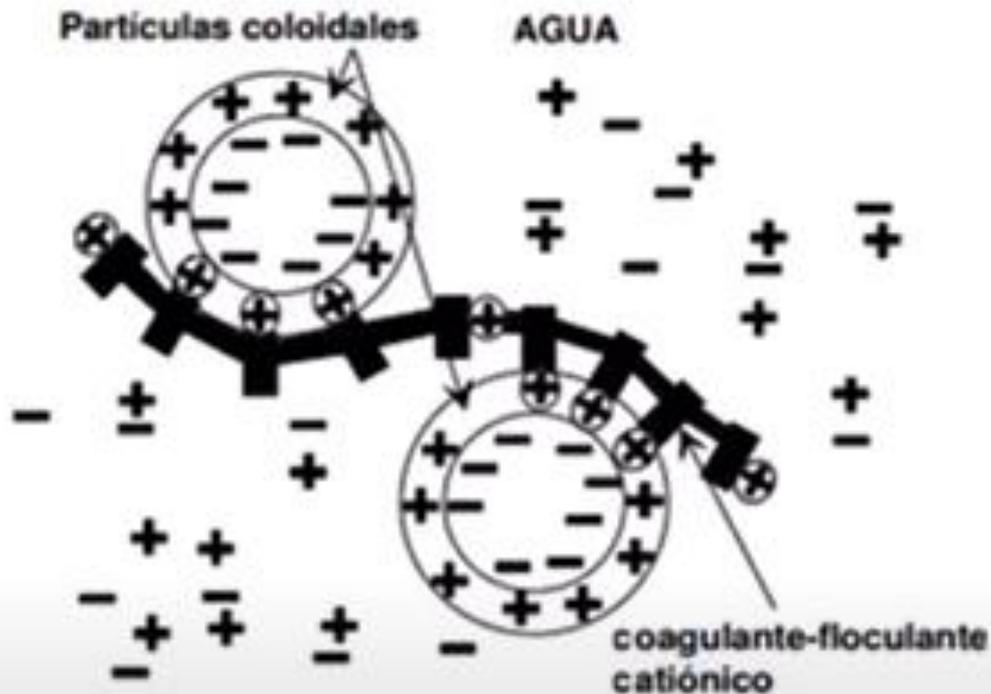
La coagulación consiste en la neutralización de la carga de las partículas suspendidas en el agua y ***el proceso de floculación consiste en la aglomeración de las partículas en suspensión.***



Floculación

Con la floculación se consigue aglomerar las partículas coloidales desestabilizadas

La agregación se ve facilitada si las partículas se ponen en contacto mediante la mezcla y si hay algo que cree enlaces entre ellas y lo mantenga, lo cual se logra mediante la adición de floculantes



Esquema del funcionamiento de los reactivos de coagulación y floculación

Coagulantes y floculantes

*Requisitos: alto peso molecular, alta solubilidad,
bajo costo y modificable químicamente*

- *Sales metálicas como $Al_2(SO_4)_3$, $AlCl_3$, $Fe_2(SO_4)_3$ y $FeCl_3$, por mencionar las más utilizadas.*
- *Los compuestos orgánicos utilizados son moléculas de alto peso y de alta solubilidad en agua, como la poliacrilamida y el cloruro de polidimetildialilamonio, y los almidones.*
- *Existen también compuestos más complejos que poseen la mezcla de las propiedades o que poseen nuevas características, y por ello, mayor eficiencia en los procesos de tratamiento de aguas.*

Equipos

Formado por aparatos separados:

- *Mezcladora,*
- *Floculadora*
- *Sedimentado*

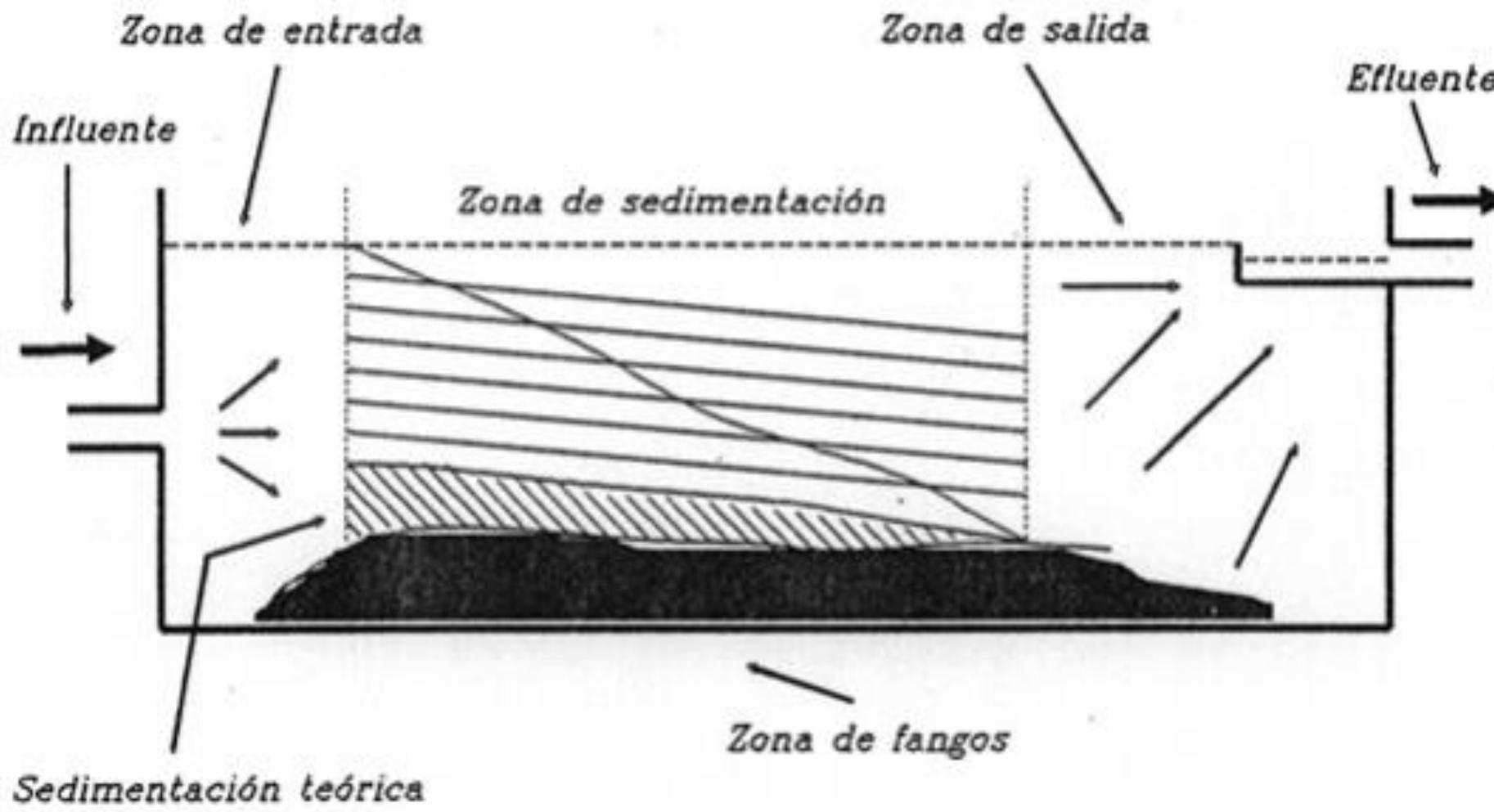
El acondicionamiento puede durar entre 20 s a 3 min

Capacidades mas comunes: entre 12 m³ /hora a 1000 m³/hora

El proceso puede durar entre 1 a 6 horas

- *Los investigadores pretenden 3 optimizar los procesos por medio de la combinación de moléculas (materiales híbridos), con el objetivo de generar nuevas propiedades aglutinantes o la optimización de las ya existentes, estos materiales se componen por dos o más tipos diferentes de componentes en una matriz polimérica*

La poliacrilamida es uno de los compuestos orgánicos más utilizado en los materiales híbridos, ya que posee alto peso molecular, alta solubilidad, bajo costo y puede ser modificada químicamente.



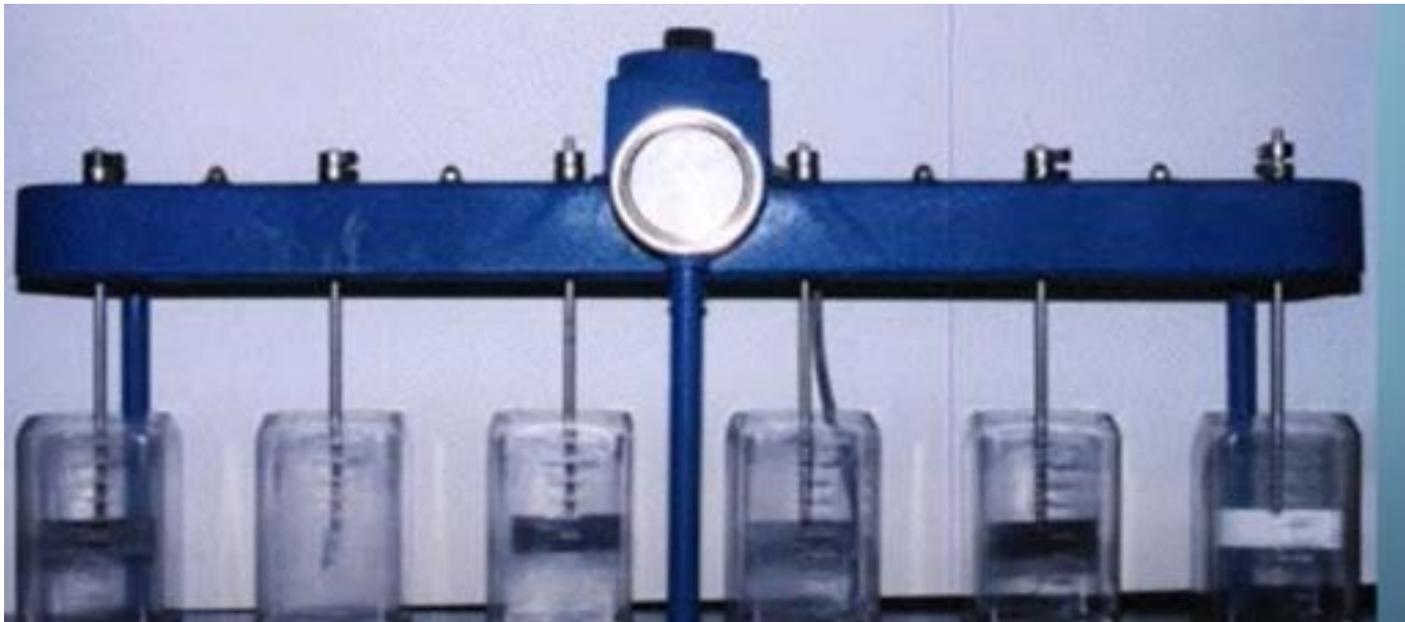
Ensayos



Pruebas de jarras

Este método permite realizar ajustes en:

- **El pH**
- **Variación de dosis del coagulante o polímero**
- **Velocidades de mezclado**
- **Prueba de distintos tipos de coagulantes**



Potencial zeta

$pH = 5 \text{ a } 8$



$$Z = \frac{k \nu \nu}{D}$$

donde:

ν : movilidad de la partícula (microsegundos/voltio/cm)

μ : viscosidad dinámica (poises)

D : constante dieléctrica del medio

Z : se expresa en mV

A mayor Z (en valor absoluto, mayor es la carga

Partícula	k
Relativamente gruesa	4
Pequeña y aprox. esférica	6

Puede ejecutarse el proceso a potencial pequeño, sin necesidad de neutralizarlo por completo

<https://www.youtube.com/watch?v=561MW1WXLbM>

FORMA DE CONTROL

<https://www.youtube.com/watch?v=vOw8ojC80U0>

Turbiedad

La **turbidez** se mide en NTU: Unidades Nefelométricas de **Turbidez**. El instrumento usado para su medida es el nefelómetro o turbidímetro, que mide la intensidad de la luz dispersada a 90 grados cuando un rayo de luz pasa a través de una muestra de **agua**. En lagos la **turbidez** se mide con un disco secchi.

Condiciones para la sedimentación

- *Flujo horizontal en la zona de sedimentación.*
- *Velocidad uniforme del agua en la zona de sedimentación.*
- *Concentración uniforme de todos los tamaños de partículas en el plano vertical que separa la zona de entrada de la zona de sedimentación.*
- *Las partículas son eliminadas una vez que alcanzan el fondo de la zona de sedimentación.*
- *Las partículas sedimentan discretamente sin interferencia con otras partículas de otras zonas.*

Interferencias en el proceso de sedimentación

- *La interferencia entre partículas.*
- *La concentración y características de éstas.*
- *El período de detención (relación entre el tiempo de tránsito efectivo y el tiempo teórico de detención expresado en forma de porcentaje), diseño y características del sedimentador.*
- *La modalidad de proceso utilizado.*
- *El empleo de coagulantes y/o floculantes.*
- *Las corrientes de densidad*
- *Etc.*

Las corrientes de densidad, que a su vez pueden estar ocasionadas por:

- *Diferencia de temperaturas.*
- *Diferencia de densidad en relación a la turbidez.*
- *Efecto del viento.*
- *Disipación de la energía en la zona de entrada del agua al sedimentador. Si ésta no está bien concebida, el flujo y la velocidad del agua no serán uniformes. Para ello conviene la disposición de pantallas deflectoras.*
- *Corrientes en la zona de salida por mala disposición de las boquillas.*
- *Corrientes creadas por partes móviles del equipo, como por ejemplo las rastras de recogida del underflow..*