



Universidad
Politécnica
de Cartagena

ABASTECIMIENTO DE AGUAS

TEMA 7
Decantación
y flotación

Francisco Javier
Pérez de la Cruz

Mario Andrés
Urrea Mallebrera



SEDIMENTACIÓN DE LAS PARTÍCULAS FLOCULADAS

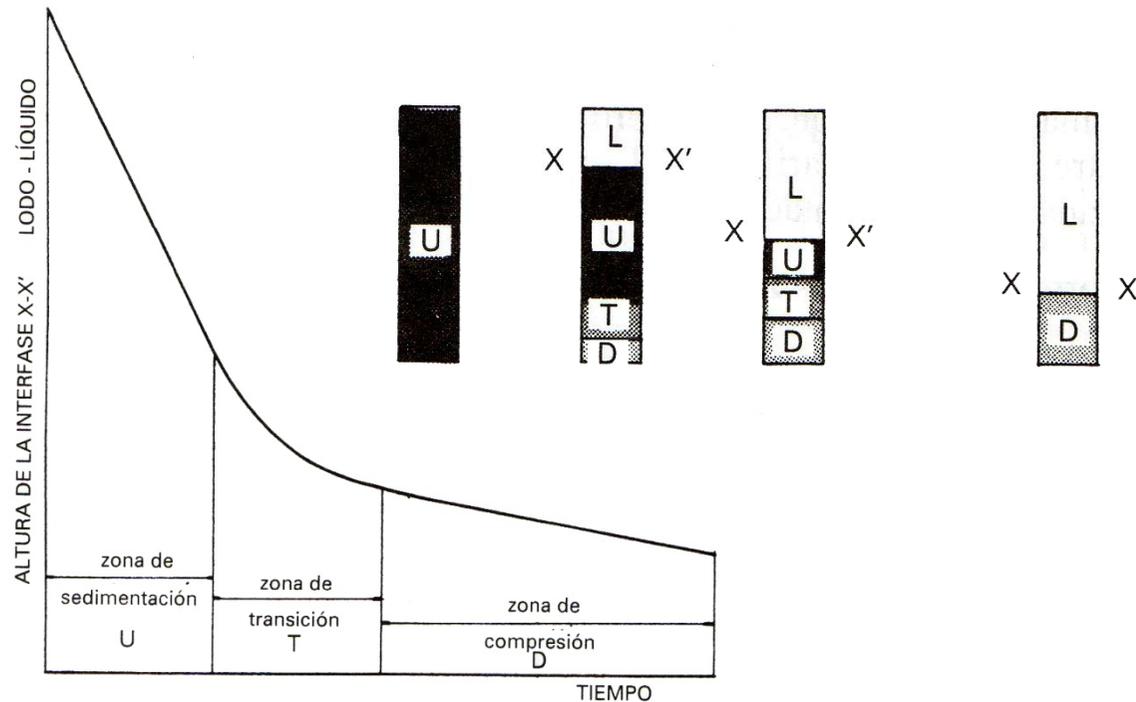
El fenómeno de la sedimentación de las partículas floculadas es diferente al de las partículas discretas.

- 1) Sedimentación libre → Se produce en suspensiones de baja concentración de sólidos. La interacción entre partículas puede considerarse despreciable (partículas discretas), por lo que sedimentan a su velocidad de caída libre en el fluido.
- 2) Sedimentación por zonas → Se observa en la sedimentación de suspensiones concentradas. Las interacciones entre las partículas son importantes, alcanzándose velocidades de sedimentación menores que en la sedimentación libre.

En el caso de partículas floculadas, estas interacciones provocan la aglomeración de las partículas, aumentando el tamaño del flóculo.

Dentro del sedimentador se desarrollan varias zonas, caracterizadas por diferente concentración de sólidos y, por lo tanto, diferente velocidad de sedimentación:

- a) *Zona L* de líquido clarificado
- b) *Zona U* de concentración uniforme (velocidad de sedimentación en función de la concentración)
- c) *Zona T* de transición (concentración creciente y velocidad decreciente)
- d) *Zona D* de compresión (partículas en contacto)



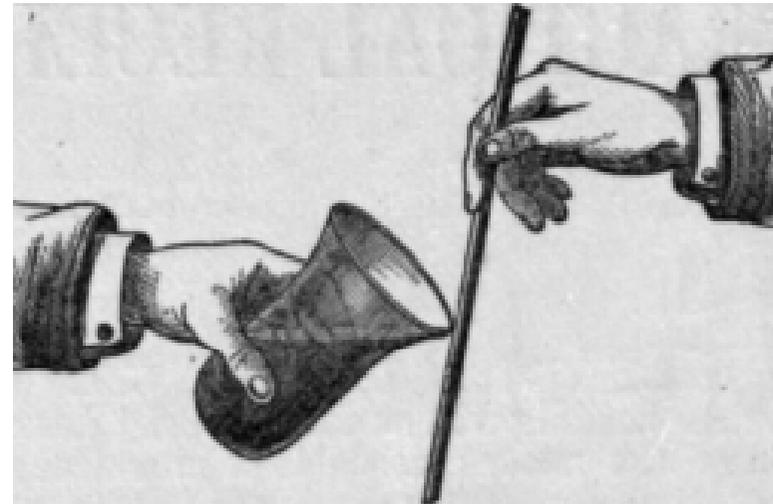
DECANTACIÓN

El objetivo fundamental de la decantación es la eliminación de los sólidos sedimentables por acción de la gravedad.

Muchas de las sustancias en suspensión existentes en el agua no pueden retenerse, por razón de su finura o densidad, en las rejillas, desarenadores o desengrasadores, ni tampoco pueden separarse mediante flotación por ser más pesadas que el agua.

Ayudados por compuestos coagulantes y floculantes se consigue la unión de las diferentes partículas en suspensión para formar flóculos que, por su propio peso, se pueden separar del agua.

Este proceso se realiza en unos depósitos en los que la velocidad del agua es suficientemente lenta, denominados decantadores.



Antiguo sistema de decantación

EJEMPLO

Sistema hidráulico de Calduba

(Arcos de la Frontera, Cádiz)

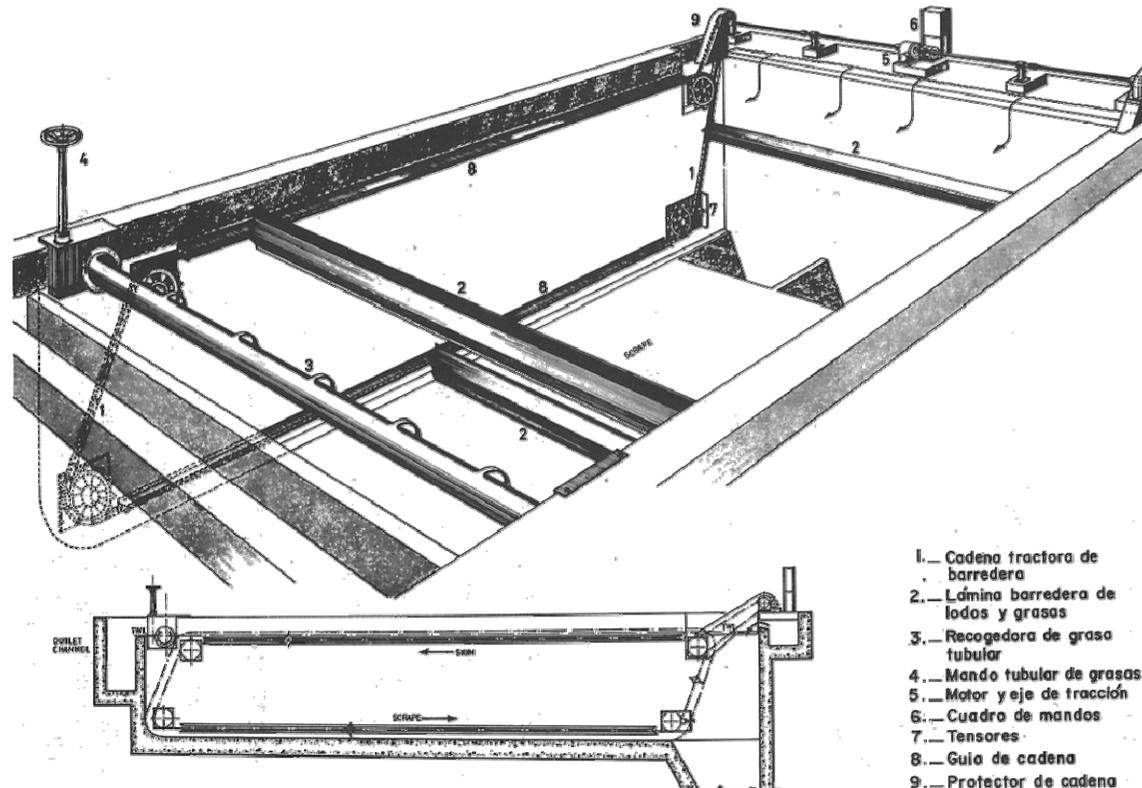


Este sistema hidráulico disponía de unas piscinas limarias (izquierda) en las que se realizaba la decantación del agua, que luego se almacenaba en una cisterna de distribución (superior)

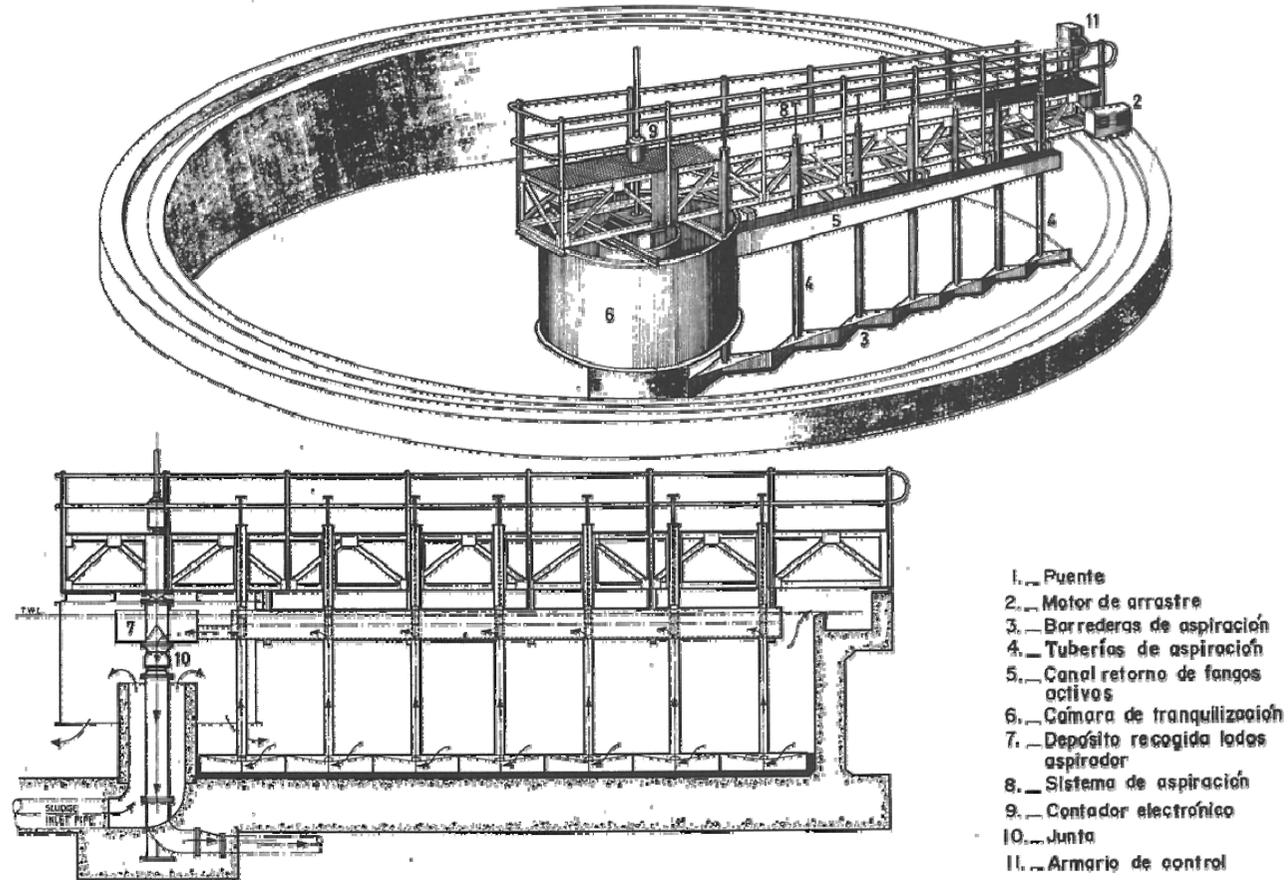
TIPOS DE DECANTADORES

Según el tipo de proceso

- 1) Decantadores primarios → Tratan el agua bruta por simple proceso físico. Su función es separar los sólidos sedimentables.



2) Decantadores secundarios → Tratan el agua procedente de un tratamiento químico o biológico. Su función es separar los sólidos floculados.



EJEMPLO

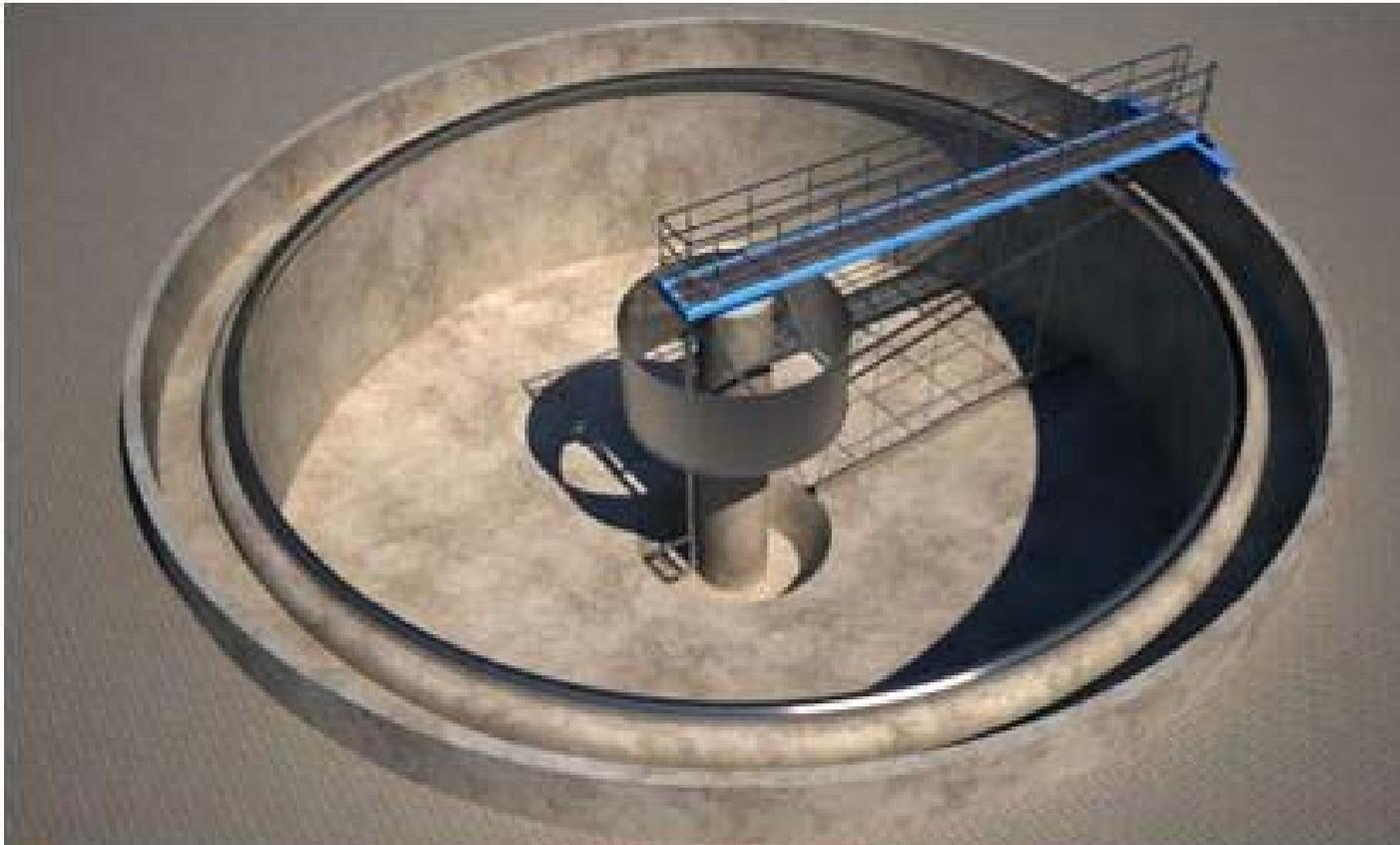
Decantadores primarios rectangulares

ETAP La Presa (Manises, Valencia)



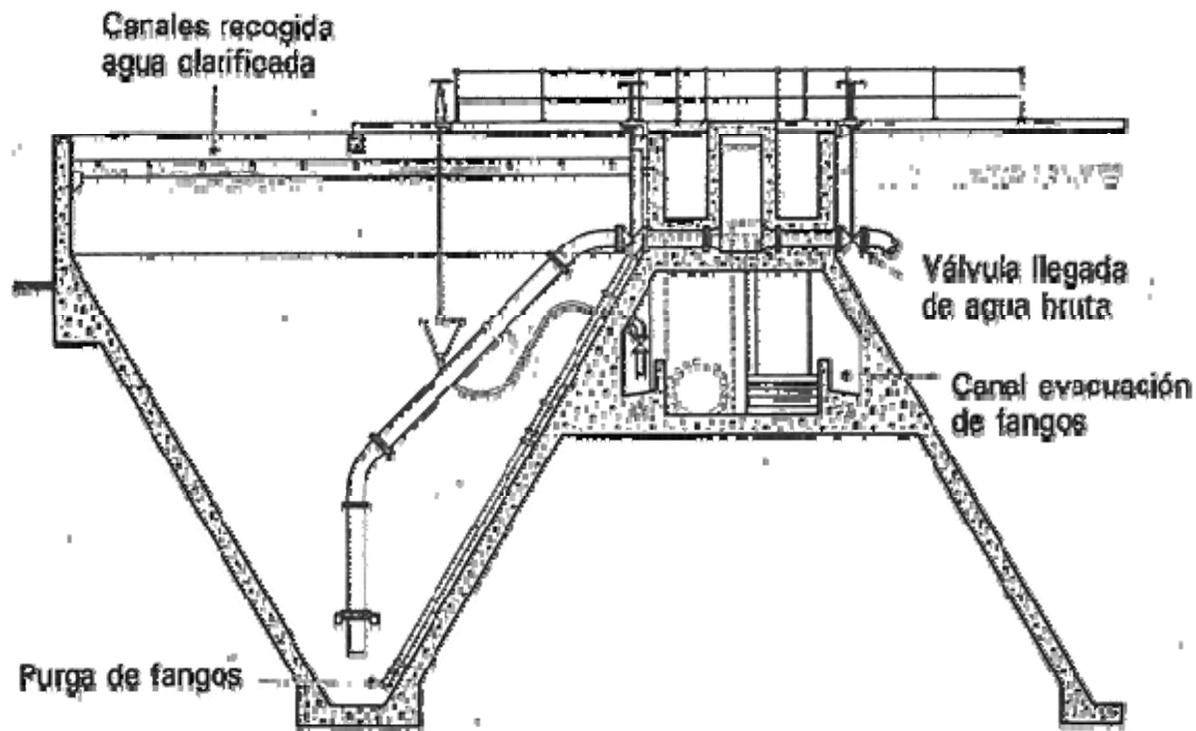
EJEMPLO

Decantador secundario circular

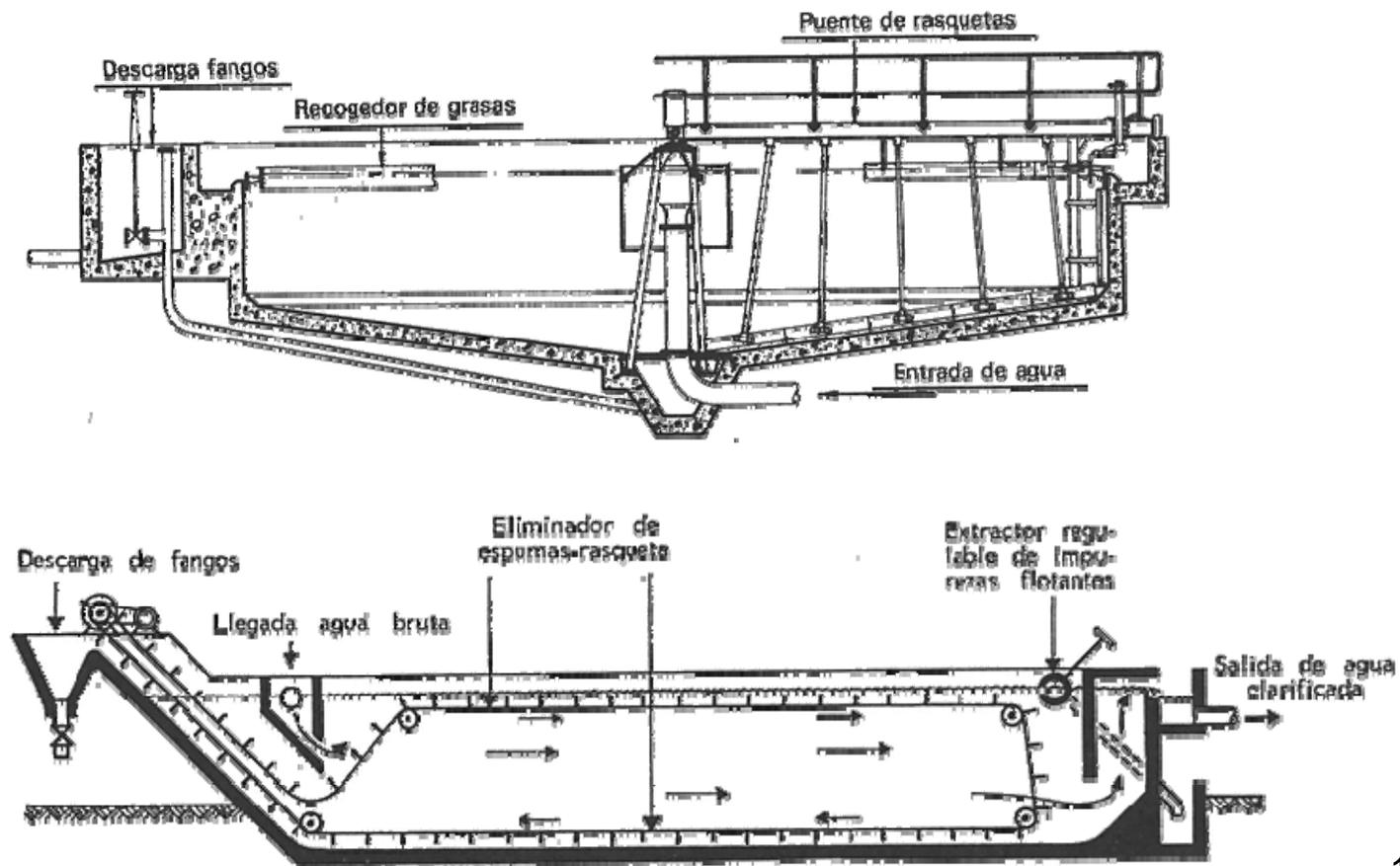


Según el flujo hidráulico

- 1) Decantadores de flujo vertical → El agua fluye desde abajo hacia arriba en el decantador. Pueden ser circulares (caso más habitual) o rectangulares (pequeñas depuradoras).



- 2) Decantadores de flujo horizontal → El agua fluye horizontalmente, de un lado a otro del decantador. Pueden ser circulares (el agua fluye del centro a la periferia) o rectangulares (caso más habitual).



EJEMPLO

Decantador de flujo vertical



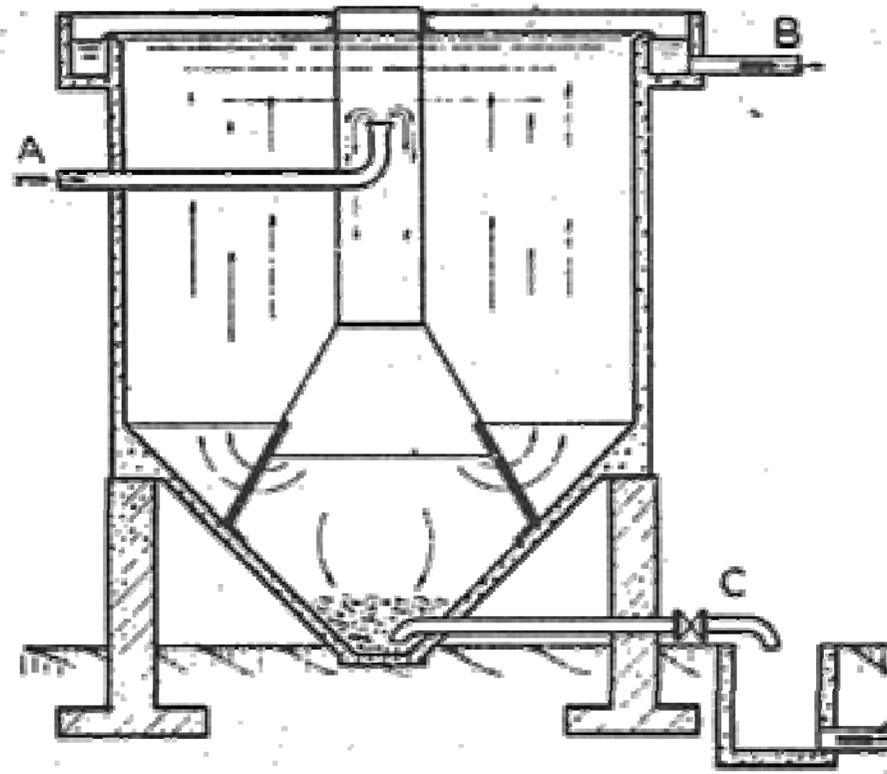
EJEMPLO

Decantador de flujo horizontal

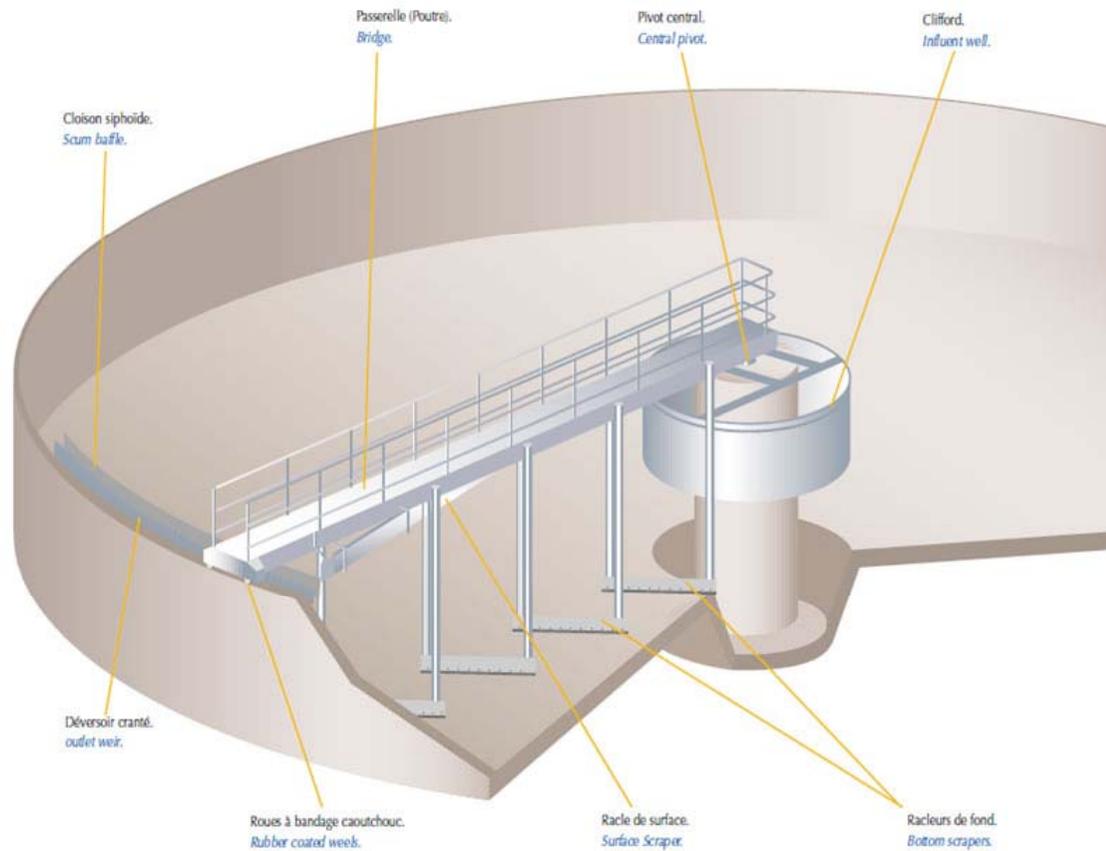


Según la concentración de fangos

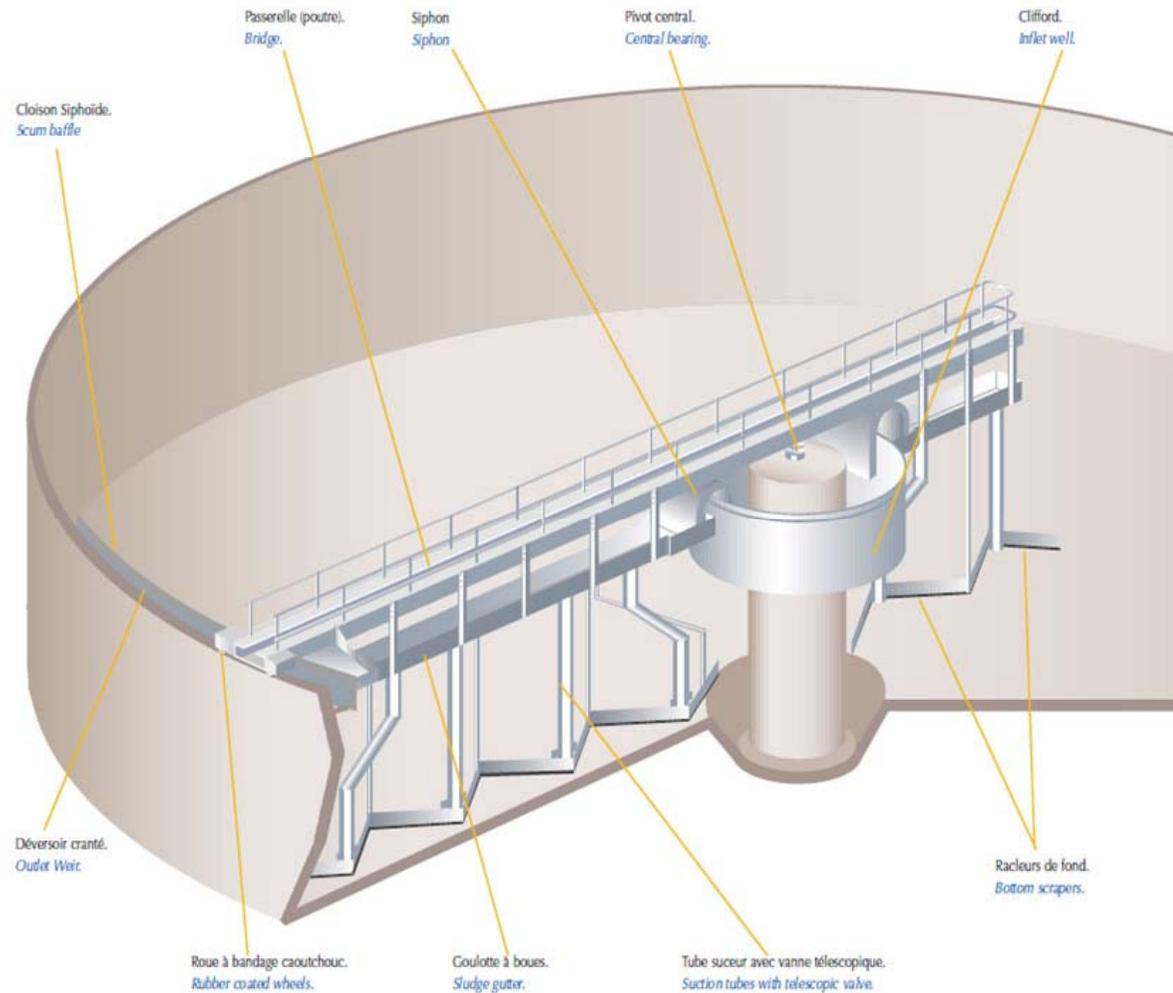
- 1) Sin dispositivos → Los lodos se concentran dando pendientes adecuadas a sus paredes ($> 60^\circ$).



- 2) Con rasquetas de arrastre → Equipos mecánicos que acumulan el fango sedimentado en uno o varios puntos fijos de extracción, mediante rasquetas que barren la solera del decantador



2) Con sistemas de aspiración en continuo



EJEMPLO

Detalle rasquetas decantador circular



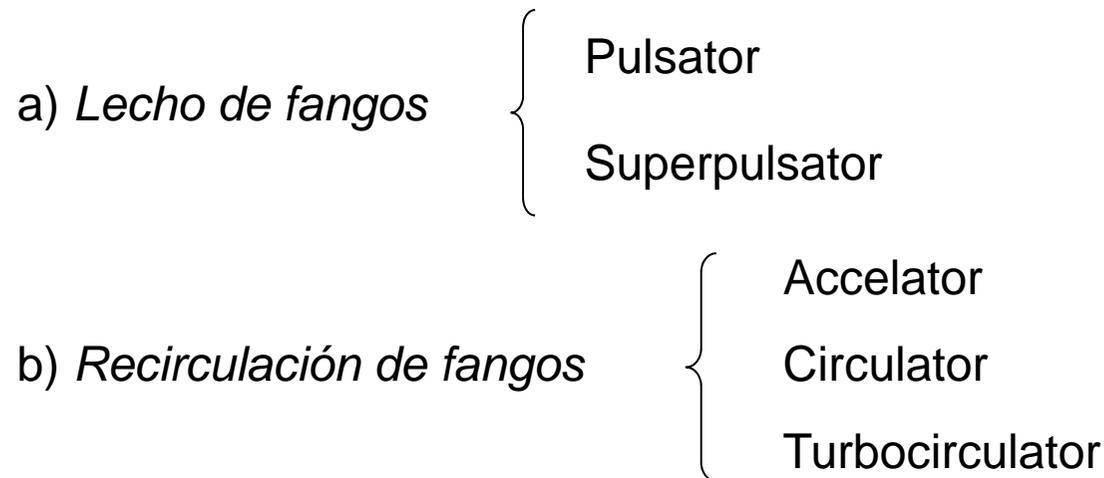


Según la reutilización de los lodos

- 1) Decantadores estáticos → Sin recirculación de lodos. La sedimentación se produce por diferencia de densidades.

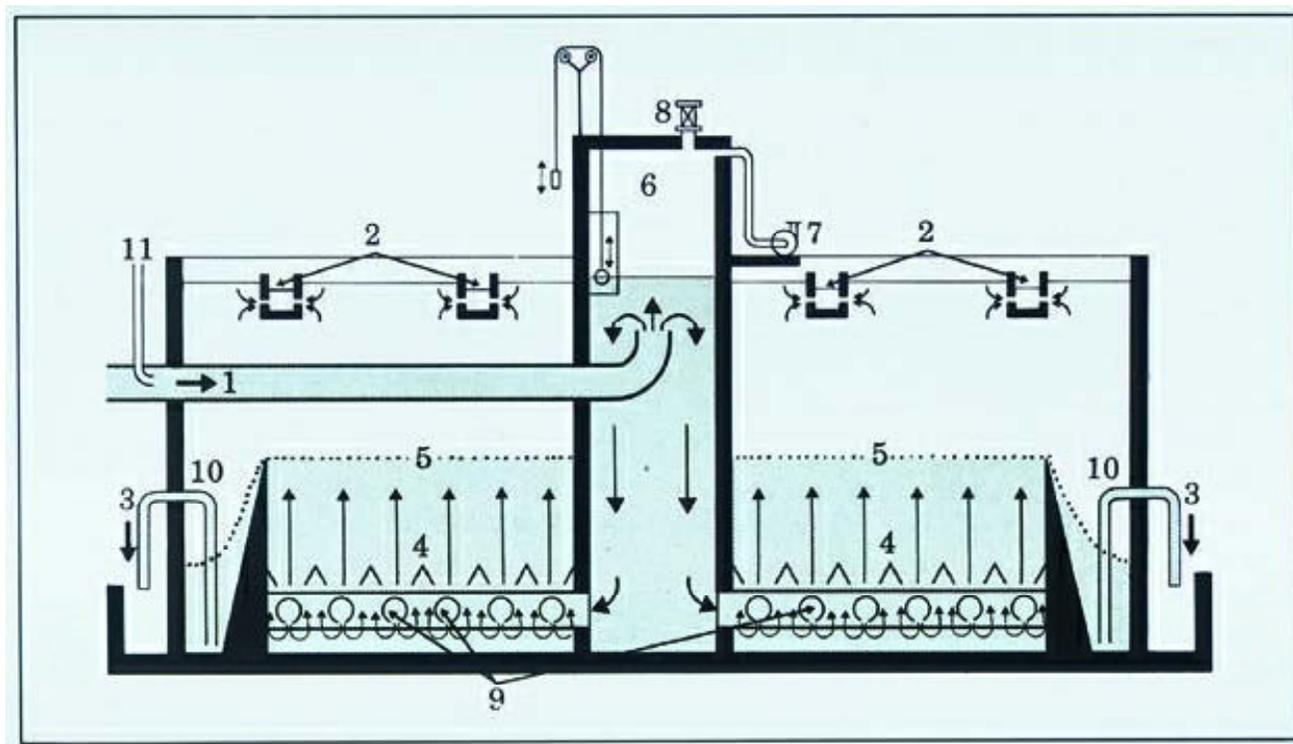
Todos los modelos vistos hasta ahora son decantadores estáticos, ya sean troncocónicos, rectangulares, circulares, con o sin dispositivos de raquetas de arrastre o aspiración de fangos.

- 2) Decantadores dinámicos → Estos decantadores funcionan con lecho de fangos y recirculación de lodos preformados.



Pulsator

Presenta corriente ascensional, acelerada y vertical. La entrada de agua en la zona de decantación y a través del lecho de fangos se realiza de forma intermitente o pulsada desde la campana central.



1. Llegada del agua bruta.
2. Salida del agua decantada.
3. Extracción de fangos.
4. Tranquilizadores.
6. Campana de vacío.
7. Bomba de vacío.
8. Válvula automática rompevacío.
9. Tubos perforados de reparto del agua bruta.
10. Concentradores de fango.
11. Introducción de reactivos

EJEMPLO

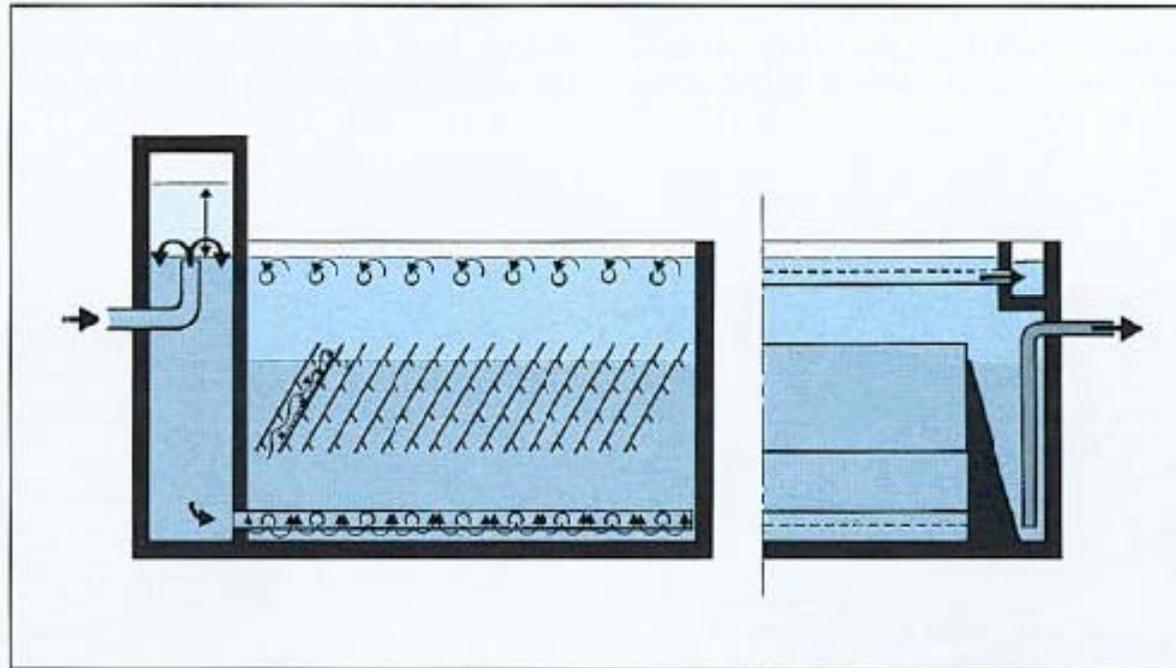
Decantador Pulsator



Superpulsator

Es una combinación del efecto laminar y el contacto de un lecho de fangos (Pulsator).

Se engloba dentro de los decantadores superacelerados, que son aquellos que presentan velocidades ascensionales muy superiores a las de la decantación acelerada clásica, pasando de 2,5 - 7 m/h. a velocidades de 5 a 20 m/hora

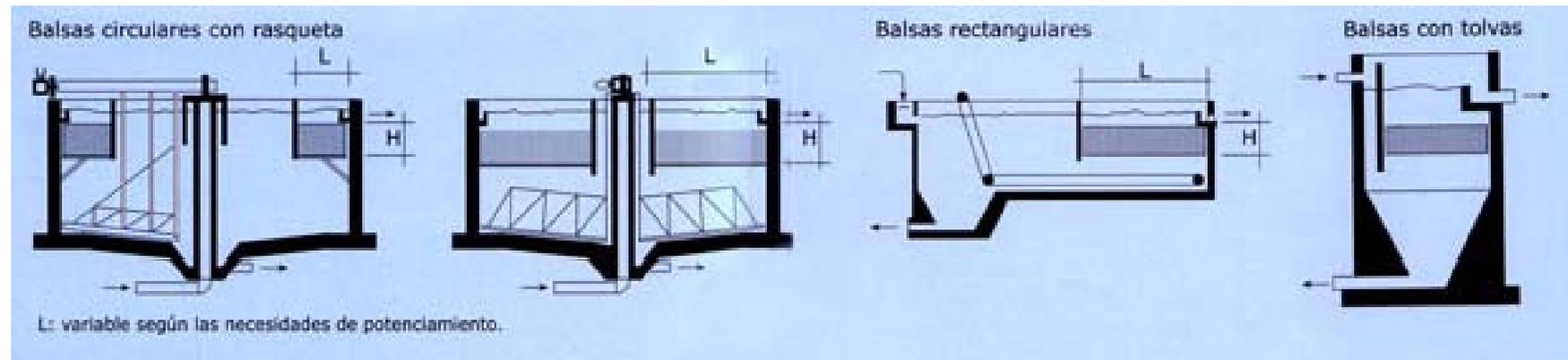
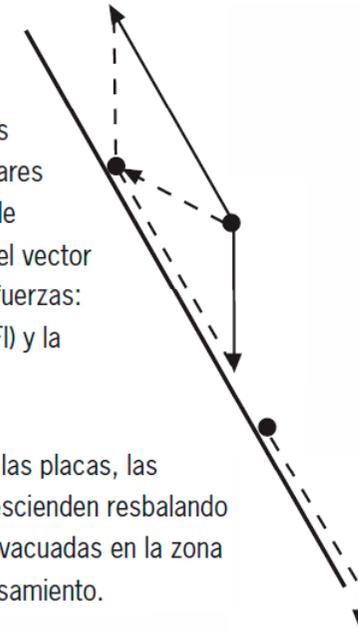


Los decantadores laminares o lamelares tienen dos propósitos fundamentales:

- 1) Aumentar la superficie de decantación, es decir, podemos ampliar la capacidad de un decantador dividiendo su altura en diferentes decantadores, utilizando placas o tubos planos con una cierta inclinación.
- 2) Obtener un flujo laminar que evite turbulencias que favorezcan el arrastre de sólidos a la superficie

Las partículas situadas entre las placas lamelares llegan a la superficie de cada placa siguiendo el vector resultante de las dos fuerzas: el arrastre del fluido (F_I) y la gravedad (F_g).

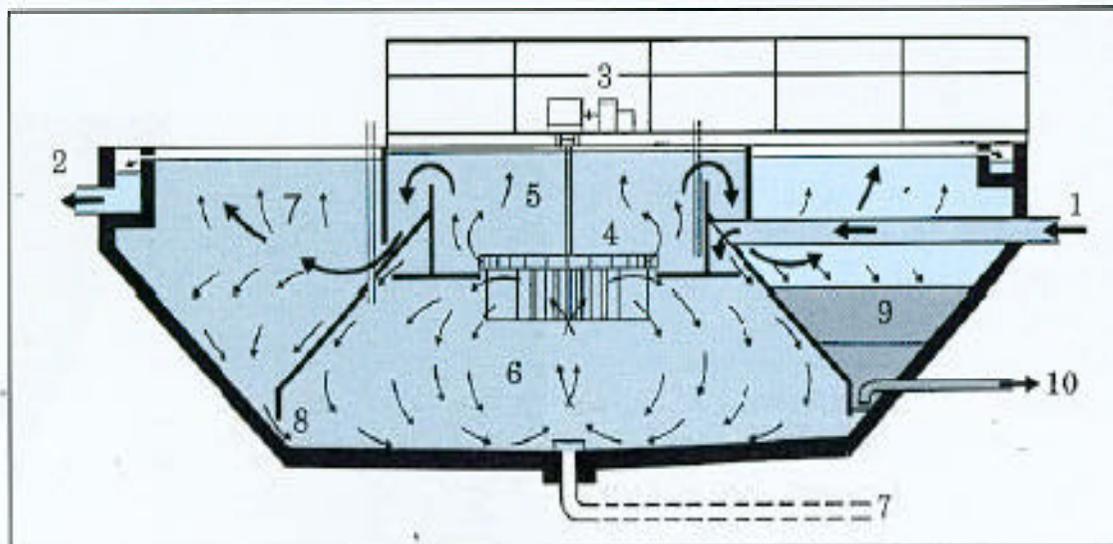
Una vez sobre las placas, las partículas descienden resbalando para ser evacuadas en la zona de espesamiento.



Accelerator

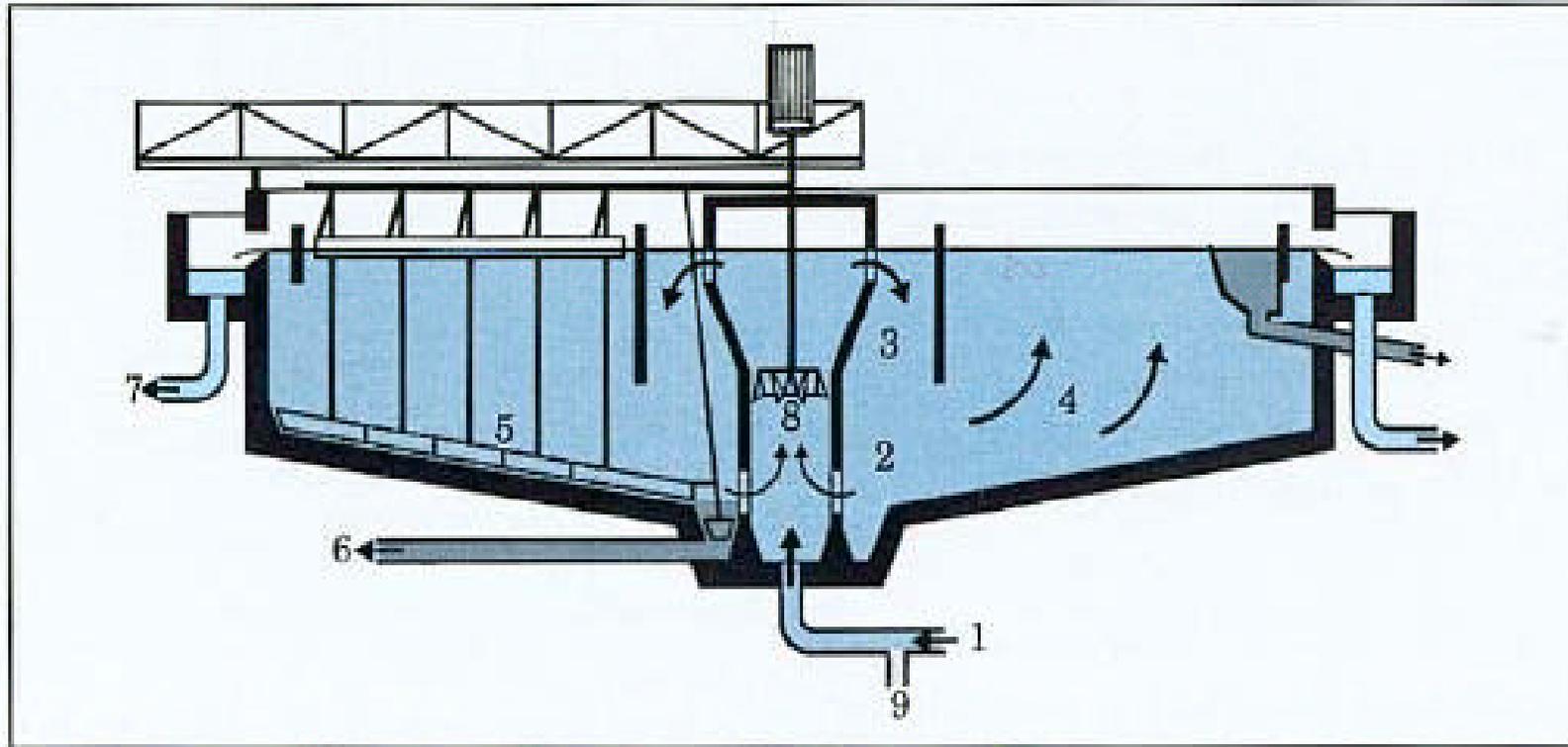
Está basado en las ventajas que tiene la mezcla del agua bruta con fangos procedentes de precipitados previamente formados.

Los sólidos no precipitan como nuevas partículas, que requerirían la unión con otras para llegar al tamaño suficiente para sedimentar, sino que la mayoría se depositan sobre flóculos ya existentes, aumentando su tamaño.



1 - Raw water inlet. 2 - Treated water outlet. 3 - Drive unit. 4 - Turbine. 5 - Primary mixing zone. 6 - Secondary mixing zone. 7 - Clarified water. 8 - Sludge recirculation. 9 - Sludge concentrator. 10 - Excess sludge. 11 - Drain.

Turbocirculator



1 - Raw water inlet. 2 - Sludge recycling. 3 - Floc maturation. 4 - Settling zone. 5 - Scrapers. 6 - Excess sludge. 7 - Treated water outlet. 8 - Impeller for mixing raw water and recycled sludge. 9 - Reagent feed.

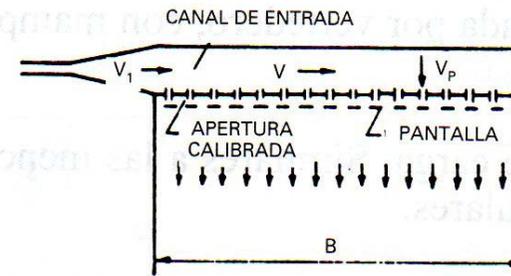
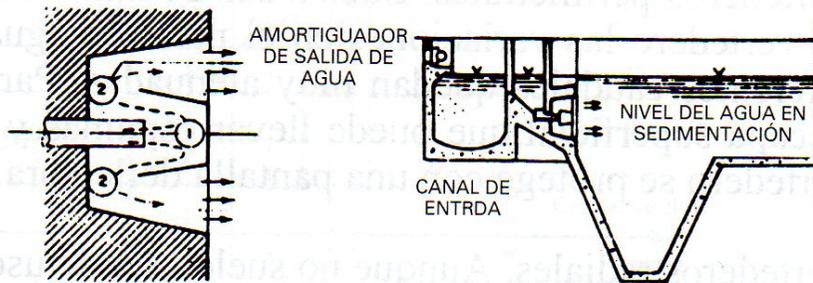
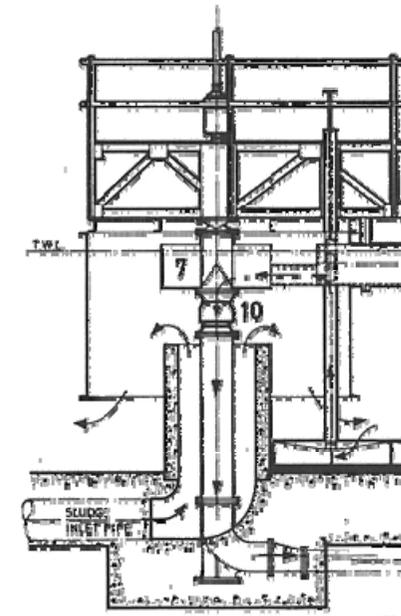
DISPOSITIVOS EN DECANTADORES

Entrada de agua

Debe proyectarse de tal forma que la corriente de alimentación se difunda homogéneamente por todo el tanque desde el primer momento.

En decantadores circulares se suele disponer un cilindro de entrada con repartidores, con el fin de homogeneizar la entrada y pantalla deflectora.

En decantadores rectangulares se suelen disponer vertederos con mamparas de tranquilización

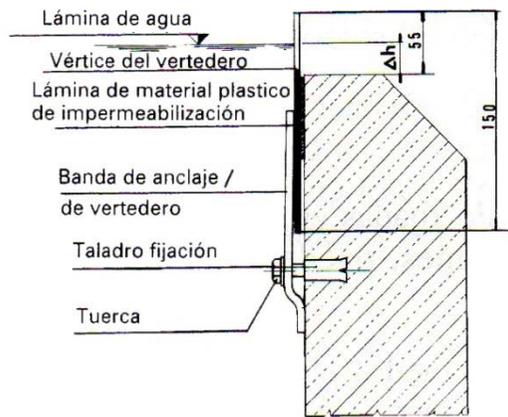
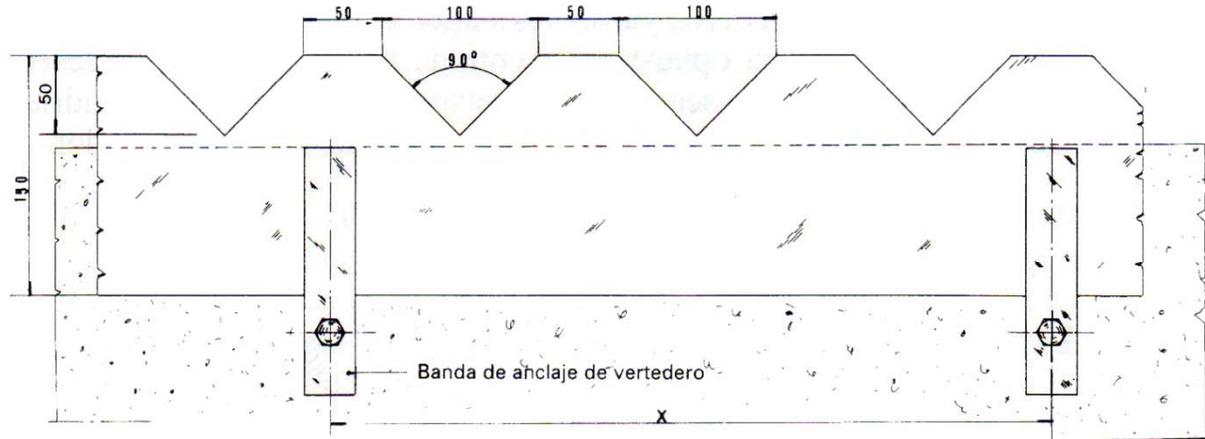


Sistemas de salida de agua

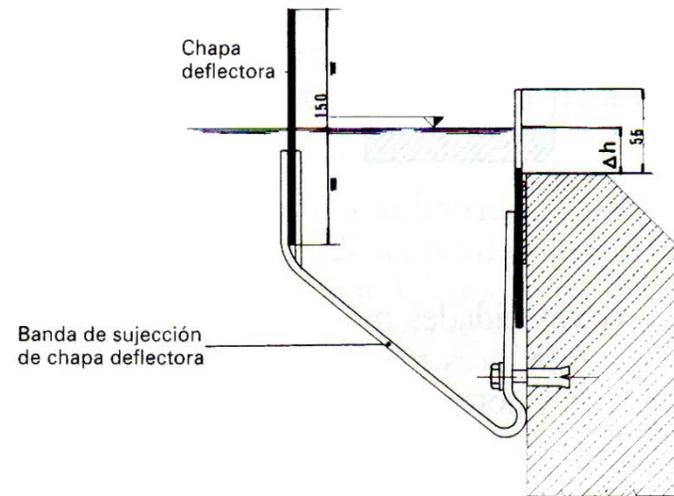
Se suelen disponer vertederos perimetrales. Un tipo muy utilizado es el dentado, ya que con este tipo de vertederos, las variaciones de nivel de agua en el decantador quedan muy atenuadas para los diferentes caudales. Para evitar la recogida de espumas y sobrenadantes, se suele disponer de una pantalla deflectora.

Por otro lado, para no provocar levantamiento de los fangos sedimentados, la relación del caudal afluyente y la longitud total de vertido debe ser menor de 10 - 12 m³/h/m.





DETALLE DE FIJACIÓN DE LA CHAPA DE VERTEDERO



DETALLE SUJECCIÓN DE CHAPA DE VERTEDERO Y CHAPA DEFLECTORA

FLOTACIÓN

La flotación, al igual que la decantación, es un proceso de separación sólido líquido en una suspensión de ambos elementos, basado en su diferencia de densidades.

La diferencia con la decantación consiste en que, mediante la flotación se pretende separar de la suspensión aquellos elementos sólidos que, por su menor densidad, pueden flotar (flotación natural) o ser susceptibles de flotar (flotación provocada) sobre el líquido que las contiene.

- 1) Flotación natural → Este tipo de flotación se produce cuando la densidad de las partículas sólidas es menor que la del agua.

Su utilidad se reduce a procesos de desaceitado y desengrasado de aguas (cámaras de grasas, predesaceitado de aguas de refinerías...)

Los separadores de grasas se basan en la eliminación de todos los glóbulos de aceite o grasa mayores de 0,015 cm

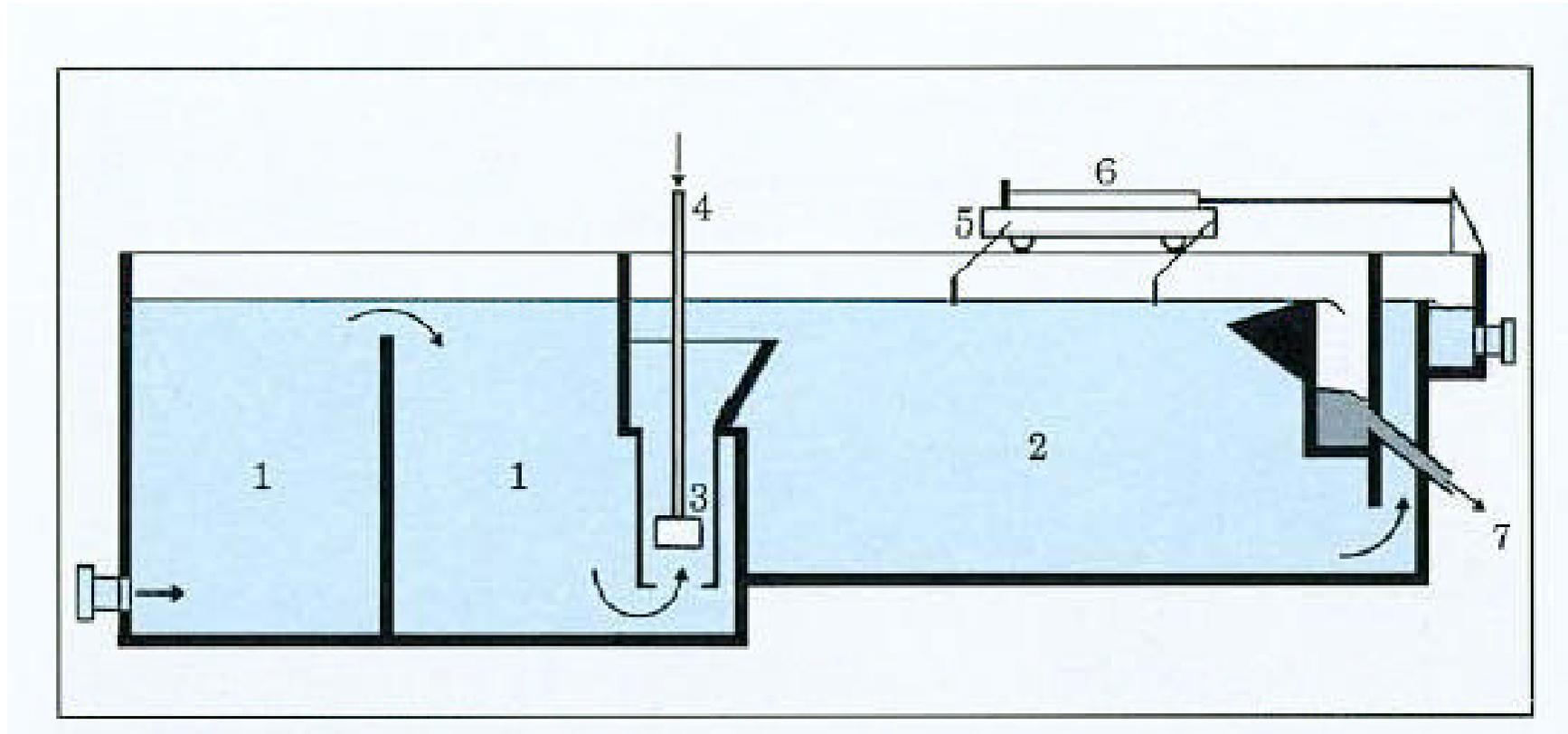
2) Flotación provocada → Aprovecha la aptitud que tienen ciertas partículas sólidas o líquidas para unirse a burbujas de gas (generalmente, aire) y formar conjuntos partícula-gas menos densos que el líquido del cual constituye la fase dispersa.

Para que sea factible la flotación de partículas sólidas o líquidas, más densas que el líquido, es preciso que la adherencia de las partículas a las burbujas de gas sea mayor que la tendencia a establecer un contacto entre las partículas y el líquido.

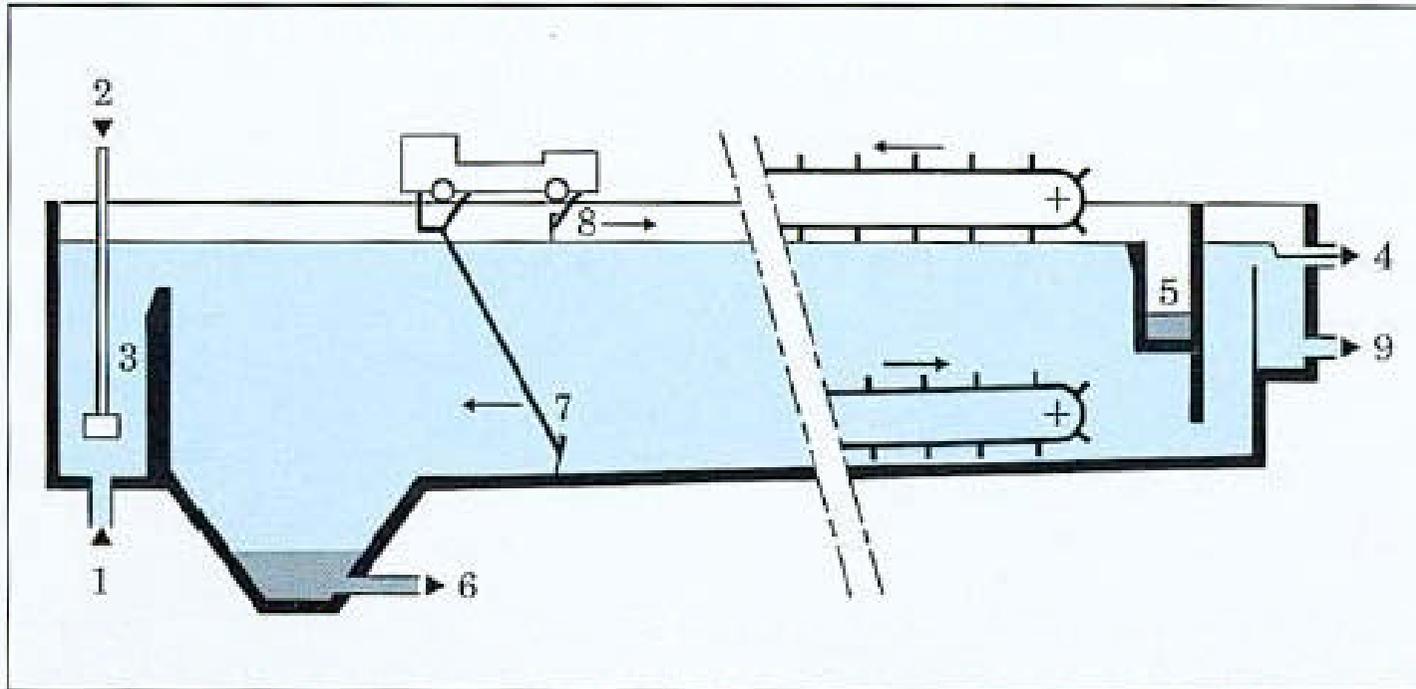
Las burbujas pueden tener diferentes tamaños, siendo variable el efecto que esta diferencia de tamaños puede ejercer sobre la flotación.

La mayor velocidad ascensional de las burbujas de mayor tamaño lleva a un tiempo de recorrido menor en el tanque de flotación y, por tanto, a una menor duración del efecto.

Además, una excesiva velocidad de las burbujas puede producir corrientes turbulentas que dificulten el desarrollo del proceso de flotación.



Flotazur P (Degremont)



- 1 - Raw water inlet.
- 2 - Pressurized water inlet.
- 3 - Mixing zone.
- 4 - Treated water outlet.
- 5 - Float outlet.

- 6 - Sludge removal.
- 7 - Bottom scraping.
- 8 - Surface skimming.
- 9 - Water recycled to pressurization.



Capítulo 3. POTABILIZACIÓN DE AGUAS

Tema 7. Decantación y flotación



BIBLIOGRAFÍA

DEGREMONT. *Manual técnico del agua*. 4ª ed. Bilbao: Grafo, 1979. 1216 p.
ISBN: 84-300-1651-1

HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Depuración y desinfección de aguas residuales*. 5ª ed.
Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2001. 1151 p.
Colección Señor nº 9. ISBN: 84-380-0190-4.



Capítulo 3. POTABILIZACIÓN DE AGUAS

Tema 7. Decantación y flotación



REFERENCIA DE IMÁGENES

DIAPOSITIVA PORTADA

[Imagen tomada de] “Decantadores”. *El agua potable. Decantación* [en línea]. Disponible en: <<http://www.elaguapotable.com/Decantador%20fondo%20p.Fangos.JPG>>. [Consulta: 3 de julio de 2011]

DIAPOSITIVA página 3

“Curva de descenso de la superficie de interfase”. En: HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Depuración y desinfección de aguas residuales*. 5ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2001. 1151 p. Colección Señor nº 9. ISBN: 84-380-0190-4. Página 380

DIAPOSITIVA página 4

[Imagen tomada de] “Decantation”. *Definitions. Part 3* [en línea]. Disponible en: <<http://chestofbooks.com/reference/Encyclopedia-Of-Practical-Receipts-And-Processes/images/10-Decantation-1.png>>. [Consulta: 3 de julio de 2011]

DIAPOSITIVA página 5

“Calduba1” [Imagen tomada de] “Calduba”. *Wikipedia, la enciclopedia libre* [en línea]. 30 de junio de 2010. Disponible en: <<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3c/Calduba1.JPG>>. [Consulta: 3 de julio de 2011]

“Calduba4” [Imagen tomada de] “Calduba”. *Wikipedia, la enciclopedia libre* [en línea]. 30 de junio de 2010. Disponible en: <<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/ff/Calduba4.JPG>>. [Consulta: 3 de julio de 2011]

DIPOSITIVA página 6

“Decantador primario rectangular”. En: HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Depuración y desinfección de aguas residuales*. 5ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2001. 1151 p. Colección Señor nº 9. ISBN: 84-380-0190-4. Página 396

DIPOSITIVA página 7

“Decantador secundario circular con rasqueta de aspiración”. En: HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Depuración y desinfección de aguas residuales*. 5ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2001. 1151 p. Colección Señor nº 9. ISBN: 84-380-0190-4. Página 396

DIPOSITIVA página 8

“2ª Fase Ampliación de la Planta Potabilizadora de La Presa en Manises (Valencia)” [Imagen tomada de] “Obras hidráulicas”. *INCIVSA, S.L.* [en línea]. Disponible en: <<http://webdemo.incivsa.es/img/images/decantador%202.jpg>>. [Consulta: 3 de julio de 2011]

DIPOSITIVA página 9

[Imagen tomada de] “Depuración de las aguas residuales” [blog] *Mundo - siluro* [en línea]. 13 de marzo de 2011. Disponible en: <https://lh4.googleusercontent.com/-J6foVAZVa6I/TX0uddIBdHI/AAAAAAABW4/SOJs1os_rZc/s640/depuradora+5.jpg>. [Consulta: 3 de julio de 2011]

DIPOSITIVA página 10

“Clarificador vertical”. En: HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Depuración y desinfección de aguas residuales*. 5ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2001. 1151 p. Colección Señor nº 9. ISBN: 84-380-0190-4. Página 397

DIPOSITIVA página 11

“Clarificador circular”. En: HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Depuración y desinfección de aguas residuales*. 5ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2001. 1151 p. Colección Señor nº 9. ISBN: 84-380-0190-4. Página 397

“Clarificador horizontal de mecanismo sin fin”. En: HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Depuración y desinfección de aguas residuales*. 5ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2001. 1151 p. Colección Señor nº 9. ISBN: 84-380-0190-4. Página 397

DIPOSITIVA página 12

“Decantador vertical para aguas residuales” [Imagen tomada de] “Productos. Fraccaroli & Balzan”. *Directindustry* [en línea]. Disponible en: <http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/decantador-vertical-para-aguas-residuales-448653.jpg>. [Consulta: 3 de julio de 2011]

DIPOSITIVA página 13

[Imagen tomada de] “Megapost: cómo funciona una planta de tratamiento de efluentes cloacales”. *Taringa!* [en línea]. Disponible en: <http://i117.photobucket.com/albums/o44/carancho_photos/AySA%20Depuradora%20Norte/IMG_0774.jp>. [Consulta: 3 de julio de 2011]

DIPOSITIVA página 14

“Decantador estático cilíndrico-cónico”. En: HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Depuración y desinfección de aguas residuales*. 5ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2001. 1151 p. Colección Señor nº 9. ISBN: 84-380-0190-4. Página 399

DIPOSITIVA página 15

“Esquema puente decantador” [Imagen tomada de] “Raspado de los lodos. Puente decantador”.

EUROPELEC [en línea]. Disponible en:

<http://www.europelec.com/tl_files/client/images_contenus/Complement%20de%20gamme/pont_racleur.jpg>. [Consulta: 3 de julio de 2011]

DIPOSITIVA página 16

“Esquema puente de succión” [Imagen tomada de] “Raspado de los lodos. Puente de succión”.

EUROPELEC [en línea]. Disponible en:

http://www.europelec.com/tl_files/client/images_contenus/Complement%20de%20gamme/pont_suceur.jpg. [Consulta: 3 de julio de 2011]

DIPOSITIVA página 17

[Imagen tomada de] “Decantación primaria”. *Temario de depuración* [en línea]. Disponible en:

<<http://prueba2.aguapedia.org/master/formacion/edar/temario/tratam1/7.jpg>>. [Consulta: 3 de julio de 2011]

DIPOSITIVA página 19

“Decantador PULSATOR”. En: DEGREMONT. *Manual técnico del agua*. 4ª ed. Bilbao: Grafo, 1979. 1216 p. ISBN: 84-300-1651-1. Página 180.

DIPOSITIVA página 20

[Imagen tomada de] “Decantación. Tipos de decantadores”. *ETAP* [en línea]. Disponible en:

<<http://prueba2.aguapedia.org/master/formacion/etap/temario/img/13.jpg>>. [Consulta: 3 de julio de 2011]

DIAPPOSITIVA página 21

“Decantador SUPERPULSATOR”. En: DEGREMONT. *Manual técnico del agua*. 4ª ed. Bilbao: Grafo, 1979. 1216 p. ISBN: 84-300-1651-1. Página 182.

DIAPPOSITIVA página 22

[Imagen tomada de] “Principio de la decantación lamelar”. *Sedimentadores de placas inclinadas. Metso* [en línea]. Disponible en:

<[http://www.metso.com/miningandconstruction/MaTobox7.nsf/DocsByID/1ED8F8832BE48395C1256DB1004C4D1A/\\$File/IPS_ES.pdf](http://www.metso.com/miningandconstruction/MaTobox7.nsf/DocsByID/1ED8F8832BE48395C1256DB1004C4D1A/$File/IPS_ES.pdf)>. [Consulta: 3 de julio de 2011]

“Ejemplos de potenciamentos con paquetes” [Imagen tomada de] “Decantador lamelar en obra civil”. *Intertramp, s.l.* [en línea]. Disponible en: <http://www.itp-depuracion.com/images/catalogo/paq_lamelar_obra_civil_02.jpg>. [Consulta: 3 de julio de 2011]

DIAPPOSITIVA página 23

“Decantador ACCELATOR”. En: DEGREMONT. *Manual técnico del agua*. 4ª ed. Bilbao: Grafo, 1979. 1216 p. ISBN: 84-300-1651-1. Página 176.

DIAPPOSITIVA página 24

“Decantador TURBOCIRCULATOR”. En: DEGREMONT. *Manual técnico del agua*. 4ª ed. Bilbao: Grafo, 1979. 1216 p. ISBN: 84-300-1651-1. Página 175.



Capítulo 3. POTABILIZACIÓN DE AGUAS

Tema 7. Decantación y flotación



DIPOSITIVA página 25

“Detalles de la zona de entrada de agua”. En: HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Depuración y desinfección de aguas residuales*. 5ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2001. 1151 p. Colección Señor nº 9. ISBN: 84-380-0190-4. Página 405.

DIPOSITIVA página 26

“Decantador secundario, se produce la separación de fangos. El rebosadero, permite la salida del agua depurada” [Imagen tomada de] “Tratamiento de las aguas residuales”. *Interempresas* [en línea]. Disponible en: <<http://img.interempresas.net/fotos/313087.jpeg>>. [Consulta: 3 de julio de 2011]

“Vertedero decantador” [Imagen tomada de] “EDAR bodegas Lan”. *Hideco. Equipos y tratamientos de agua* [en línea]. Disponible en: <<http://www.hideco.es/images/equipos/LAN33.jpg>>. [Consulta: 3 de julio de 2011]

DIPOSITIVA página 27

HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Depuración y desinfección de aguas residuales*. 5ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2001. 1151 p. Colección Señor nº 9. ISBN: 84-380-0190-4. Página 407.

DIPOSITIVA página 30

“Flotazur P” [Imagen tomada de] GAVRILA, L. *Depoluarea efluentilor din industria alimentara si biotehnologii* [en línea]. Disponible en: <<http://cadredidactice.ub.ro/gavrilaucian/files/2011/03/depoluare-curs-071.pdf>>. [Consulta: 3 de julio de 2011]



Capítulo 3. POTABILIZACIÓN DE AGUAS

Tema 7. Decantación y flotación



DIPOSITIVA página 31

“Flotazur L” [Imagen tomada de] GAVRILA, L. *Depoluarea efluentilor din industria alimentara si biotehnologii* [en línea]. Disponible en:

<<http://cadredidactice.ub.ro/gavrilalucian/files/2011/03/depoluare-curs-071.pdf>>. [Consulta: 3 de julio de 2011]