TA 02.2 - SEDIMENTATION TANK

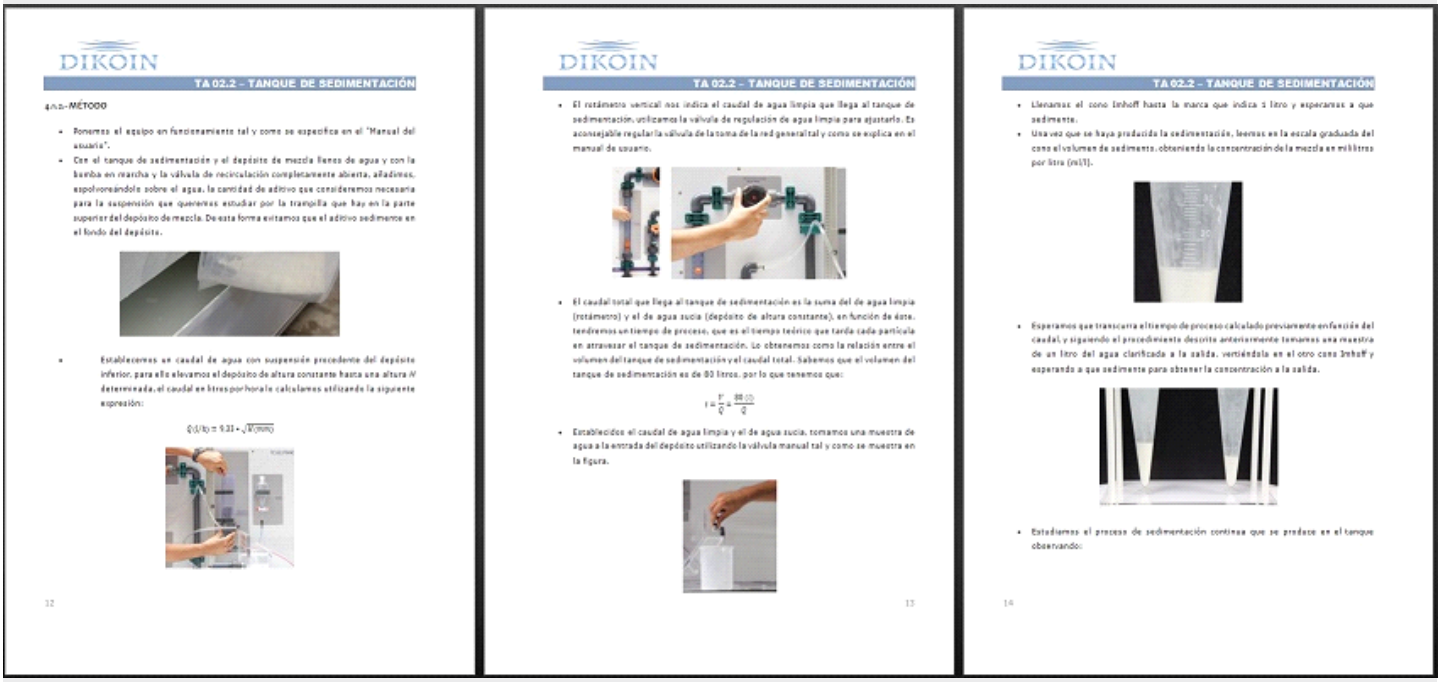
With this equipment is intended to study and visualize in a continuous regime, the natural phenomenon called sedimentation, whereby particles that are denser than the fluid that contains them and in which they are dispersed, fall by gravity depositing in the bottom of the container.

Sedimentation is used to clarify all types of water, reducing turbidity. Depending on the characteristics of the suspension (heterogeneous mixture formed by solid particles dispersed in a fluid), the particles will sediment in different ways depending on the density of them, its concentration in the solution, and the density and viscosity of the fluid in which they are dispersed.

The sedimentation tank has a lower tank of mixture in which a suspension is prepared by adding the additive whose sedimentation we want to study. In addition, the mixing tank has a stirring system to prevent sedimentation of the suspension.

DIKOIN Ingeniería S.L.U.
+034 946 55 15 35 / www.dikoin.com / info@dikoin.com

TA 02.2 - SEDIMENTATION TANK



DIKOIN

TA 02.2 – TANQUE DE SEDIMENTACIÓN

4.4.2.- MÉTODO

- Pondremos el equipo en funcionamiento tal y como se especifica en el "Manual del usuario".
- Con el tanque de sedimentación y el depósito de mezcla llenos de agua y con la bomba en marcha y la válvula de recirculación completamente abierta, añadimos, espolvoreándolo sobre el agua, la cantidad de aditivo que consideremos necesaria para la suspensión que queremos estudiar por la trampilla que hay en la parte superior del depósito de mezcla. De esta forma evitamos que el aditivo sedimente en el fondo del depósito.

- Estableceremos un caudal de agua con suspensión procedente del depósito inferior, para ello elevamos el depósito de altura constante hasta una altura *h* determinada, el caudal en litros por hora lo calcularemos utilizando la siguiente expresión:

$$Q\,(l/h) = 9{,}33 \cdot \sqrt{h\,(mm)}$$

12

DIKOIN

TA 02.2 – TANQUE DE SEDIMENTACIÓN

- El rotámetro vertical nos indica el caudal de agua limpia que llega al tanque de sedimentación, utilizamos la válvula de regulación de agua limpia para ajustarlo. Es aconsejable regular la válvula de la toma de la red general tal y como se explica en el manual de usuario.

- El caudal total que llega al tanque de sedimentación es la suma del de agua limpia (rotámetro) y el de agua sucia (depósito de altura constante), en función de éste, tendremos un tiempo de proceso, que es el tiempo teórico que tarda cada partícula en atravesar el tanque de sedimentación. Lo obtenemos como la relación entre el volumen del tanque de sedimentación y el caudal total. Sabemos que el volumen del tanque de sedimentación es de 80 litros, por lo que tenemos que:

$$t = \frac{V}{Q} = \frac{80\,(l)}{Q}$$

- Establecidos el caudal de agua limpia y el de agua sucia, tomamos una muestra de agua a la entrada del depósito utilizando la válvula manual tal y como se muestra en la figura.

13

DIKOIN

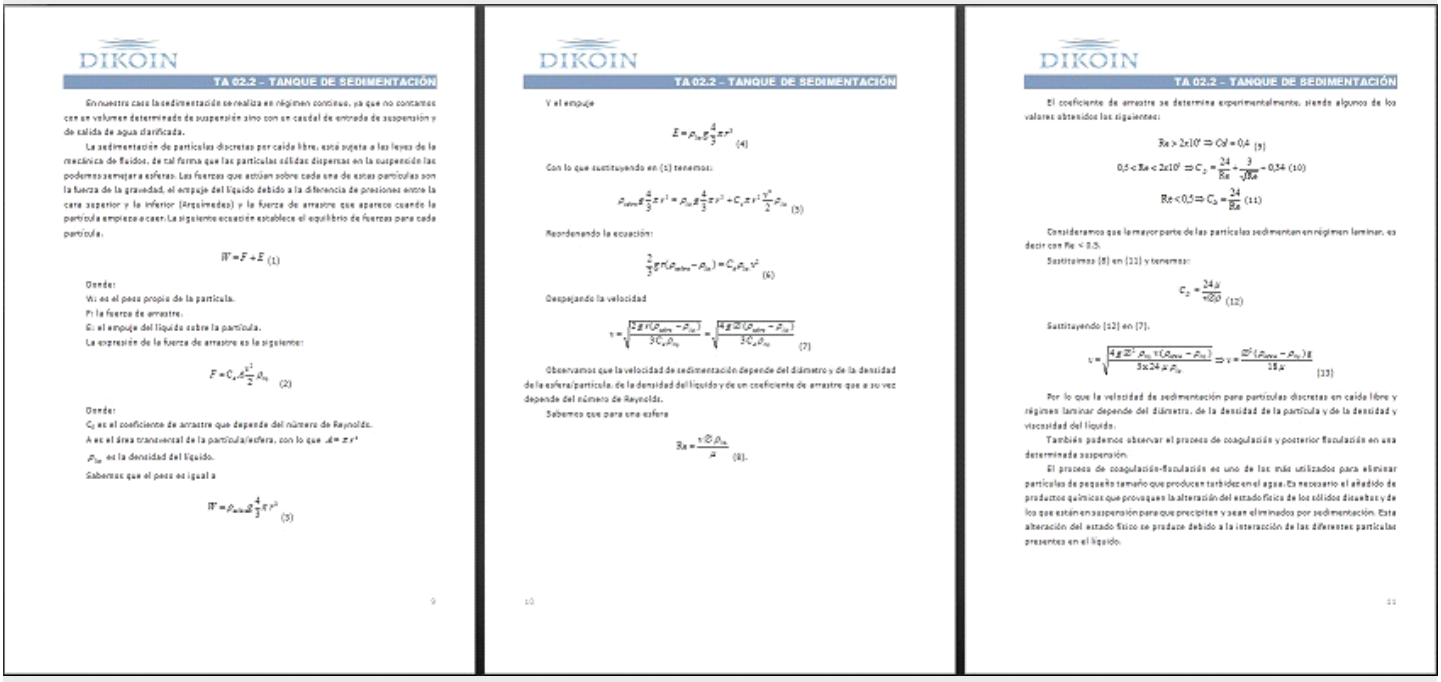
TA 02.2 – TANQUE DE SEDIMENTACIÓN

- Llenamos el cono Imhoff hasta la marca que indica 1 litro y esperamos a que sedimente.
- Una vez que se haya producido la sedimentación, leemos en la escala graduada del cono el volumen de sedimento, obteniendo la concentración de la mezcla en mililitros por litro (ml/l).

- Esperamos que transcurra el tiempo de proceso calculado previamente en función del caudal, y siguiendo el procedimiento descrito anteriormente tomamos una muestra de un litro del agua clarificada a la salida, vertiéndola en el otro cono Imhoff y esperando a que sedimente para obtener la concentración a la salida.

- Estudiamos el proceso de sedimentación continua que se produce en el tanque observando:

14



DIKOIN

TA 02.2 – TANQUE DE SEDIMENTACIÓN

En nuestro caso la sedimentación se realiza en régimen continuo, ya que no contamos con un volumen determinado de suspensión sino con un caudal de entrada de suspensión y de salida de agua clarificada.

La sedimentación de partículas discretas por caída libre, está sujeta a las leyes de la mecánica de fluidos, de tal forma que las partículas sólidas dispersas en la suspensión las podemos asemejar a esferas. Las fuerzas que actúan sobre cada una de estas partículas son la fuerza de la gravedad, el empuje del líquido debido a la diferencia de presiones entre la cara superior y la inferior (Arquímedes) y la fuerza de arrastre que aparece cuando la partícula empieza a caer. La siguiente ecuación establece el equilibrio de fuerzas para cada partícula.

$$W = F + E \quad (1)$$

Donde:

W: es el peso propio de la partícula.

F: la fuerza de arrastre.

E: el empuje del líquido sobre la partícula.

La expresión de la fuerza de arrastre es la siguiente:

$$F = C_d A \frac{v^2}{2} \rho_{liq} \quad (2)$$

Donde:

C_d es el coeficiente de arrastre que depende del número de Reynolds.

A es el área transversal de la partícula/esfera, con lo que $A = \pi r^2$

ρ_{liq} es la densidad del líquido.

Sabemos que el peso es igual a

$$W = \rho_{sólido} \frac{4}{3} \pi r^3 \quad (3)$$

9

DIKOIN

TA 02.2 – TANQUE DE SEDIMENTACIÓN

Y el empuje

$$E = \rho_{liq} g \frac{4}{3} \pi r^3 \quad (4)$$

Con lo que sustituyendo en (1) tenemos:

$$\rho_{sólido} g \frac{4}{3} \pi r^3 = \rho_{liq} g \frac{4}{3} \pi r^3 + C_d \pi r^2 \frac{v^2}{2} \rho_{liq} \quad (5)$$

Reordenando la ecuación:

$$\frac{2}{3} g r (\rho_{sólido} - \rho_{liq}) = C_d \rho_{liq} v^2 \quad (6)$$

Despejando la velocidad

$$v = \sqrt{\frac{2 g r (\rho_{sólido} - \rho_{liq})}{3 C_d \rho_{liq}}} = \sqrt{\frac{4 g (2r) (\rho_{sólido} - \rho_{liq})}{3 C_d \rho_{liq}}} \quad (7)$$

Observamos que la velocidad de sedimentación depende del diámetro y de la densidad de la esfera/partícula, de la densidad del líquido y de un coeficiente de arrastre que a su vez depende del número de Reynolds.

Sabemos que para una esfera

$$Re = \frac{v (2r) \rho_{liq}}{\mu} \quad (8).$$

10

DIKOIN

TA 02.2 – TANQUE DE SEDIMENTACIÓN

El coeficiente de arrastre se determina experimentalmente, siendo algunos de los valores obtenidos los siguientes:

$$Re > 2 \cdot 10^5 \Rightarrow Cd = 0{,}4 \quad (9)$$

$$0{,}5 < Re < 2 \cdot 10^5 \Rightarrow C_d = \frac{24}{Re} + \frac{3}{\sqrt{Re}} + 0{,}34 \quad (10)$$

$$Re < 0{,}5 \Rightarrow C_d = \frac{24}{Re} \quad (11)$$

Consideramos que la mayor parte de las partículas sedimentan en régimen laminar, es decir con $Re < 0{,}5$.

Sustituimos (8) en (11) y tenemos:

$$C_d = \frac{24 \mu}{v (2r) \rho} \quad (12)$$

Sustituyendo (12) en (7),

$$v = \sqrt{\frac{4 g (2r)^2 \rho_{liq} v (\rho_{sólido} - \rho_{liq})}{3 v 24 \mu \rho_{liq}}} \Rightarrow v = \frac{(2r)^2 (\rho_{sólido} - \rho_{liq}) g}{18 \mu} \quad (13)$$

Por lo que la velocidad de sedimentación para partículas discretas en caída libre y régimen laminar depende del diámetro, de la densidad de la partícula y de la densidad y viscosidad del líquido.

También podemos observar el proceso de coagulación y posterior floculación en una determinada suspensión.

El proceso de coagulación-floculación es uno de los más utilizados para eliminar partículas de pequeño tamaño que producen turbidez en el agua. Es necesario el añadido de productos químicos que provoquen la alteración del estado físico de los sólidos disueltos y de los que están en suspensión para que precipiten y sean eliminados por sedimentación. Esta alteración del estado físico se produce debido a la interacción de las diferentes partículas presentes en el líquido.

11

The manual shows clearly and with a lot of images, the hole process to operate the equipment.

The instruction manual explains and shows all the theoretical foundations, as well as all the mathematic expressions used during the experimentation.

DIKOIN

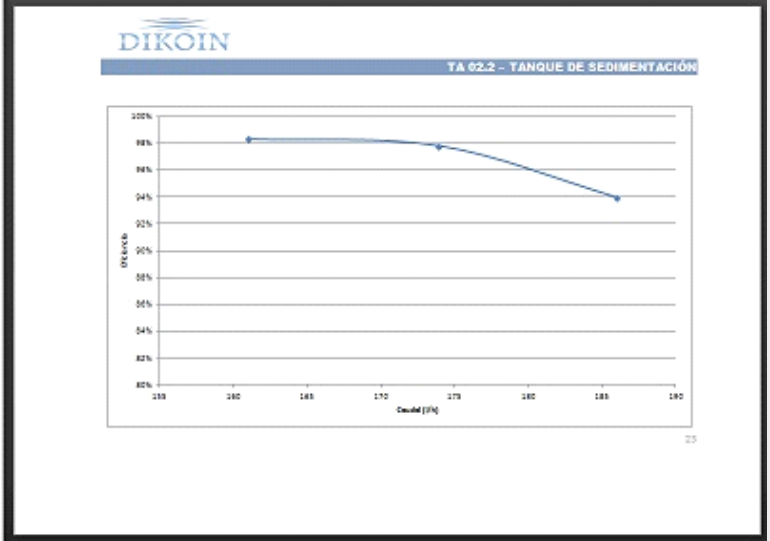
TA 02.2 – TANQUE DE SEDIMENTACIÓN

4.5.3.- LECTURAS Y RESULTADOS

Concentración inicial = 23 (ml/l)

Pto	Caudal total (l/h)	Tiempo de proceso (min)	Concentración final (ml/l)	Eficiencia (%)
1	161	30	0,4	98,3%
2	174	28	0,5	97,8%
3	188	26	1,3	94,3%

22



23

TA 02.2 - SEDIMENTATION TANK

LEARNING OBJECTIVES

• Study of the basic principle of separation of solids in suspensions by sedimentation tanks.

• View and study the sedimentation process in a continuous sedimentation tank.

• Determination of the efficiency of the sedimentation process for:

- different concentrations of solids.
- different flows.
- different positions of the deflector plate.
- different depths of the deflector plate.

• Visualization and study of current lines for:

- different concentrations of solids.
- different flows.
- different positions of the deflector plate.
- different depths of the deflector plate.

TECHNICAL DATA

• *Sedimentation tank:*

- Construction material: Transparent methacrylate.
- Approximate capacity: 80l.
- Dimensions: 1000 x 400 x 200 mm.

• *Suspension tank:*

- Construction material: Fiberglass.
- Approximate capacity: 120l.
- Continuous mixing system.

• *Other characteristics:*

- Anodised aluminium structure.
- Flow control through pressure control system.
- Recirculation pump. H= 20+160 m; Q= 21+10l/h; P= 0,75 kw. Special for operation with dirty water.
- 2x Imhoff cones, capacity 1 l. A wiper blade is included.
- 1x beakers 1 l.
- 1x precipitate jug 2l.
- Ink addiction system for better visualization of the phenomenon.
- Includes a shovel for pouring of suspension material to the tank.

REQUIREMENTS

• Power supply: 230V/50Hz.
• Running water intake.
• Calcium carbonate is required for the practice.