

RALCEA: Eje Calidad de Agua y Saneamiento
Curso “Tecnologías de Tratamiento de Aguas Residuales para Reuso
Módulo 1: Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales y Reuso

Tratamientos preliminares

Alvaro Mercado Guzman

Santa Cruz, agosto 2013

Tratamientos preliminares

Destinados a la preparación de las aguas residuales para su disposición o tratamiento subsecuente.

Las unidades de tratamiento preliminar se pueden constituir en:

- a) Rejas.
- b) Desarenadores.
- c) Tanques desgrasadores.
- d) Aireación preliminar.

Tratamientos primarios

Los tratamientos primarios son complementarios a los preliminares y pueden incluir:

- a) Tanque séptico.
- b) Tanque Imhoff.
- c) Sedimentación simple (primaria).
- d) Precipitación química y sedimentación.
- e) Digestión de lodos.
- f) Lechos de secado.
- g) Desinfección

Tratamiento preliminar

Concepto

El tratamiento preliminar es una de las etapas más importantes aunque casi siempre ignorado.

Esta destinado en general a evitar la capa flotante y la saturacion de arena y sedimentos de los procesos.

En los casos de Bolivia en general los tratamientos preliminares se componen de rejillas de barras y desarenadores

Cámaras de rejas

Son dispositivos formados por barras metálicas paralelas, del mismo espesor e igualmente separadas. Se destinan a la remoción de sólidos gruesos en suspensión como cuerpos flotantes. Tienen la finalidad de:

- Proteger los dispositivos de transporte de aguas residuales contra la obstrucción como ser bombas, cámaras de inspección, tuberías, piezas especiales, etc.
- Protección de los equipos de tratamiento y aspecto estético.

Dimensiones de las barras

TIPO DE REJILLAS	BARRAS	
	ESPESOR (Pulgadas)	ESPACIAMIENTO (Centímetros)
Rejas gruesas	1/2 - 3/8	4 - 10
Rejas medias	5/16 - 3/8	2 - 4
Rejas finas	1/4 - 5/16	1 - 2

Tipos de rejas

De acuerdo al tipo de limpieza pueden ser de limpieza manual y de limpieza mecanizada.

Las rejillas de **limpieza manual** son usadas en instalaciones pequeñas, son de rejillas gruesas y de grandes espacios, pues no se esperan grandes volúmenes de sólidos. Las rejillas de **limpieza mecanica** se usan en grandes instalaciones con caudales del orden de 250 l/s.

Inclinación de las barras

Las barras de limpieza manual tienen una inclinación general entre 45 y 60. Las rejillas se inclinan para evitar que el material desprendido del rastrillo de limpieza se desprenda y retorne al canal.

Criterios de diseño de rejas de limpieza manual

Se dimensionan con el criterio de la velocidad adecuada en las rejas. Con los caudales máximo horario.

Dimensionamiento de rejas de limpieza manual

Area transversal

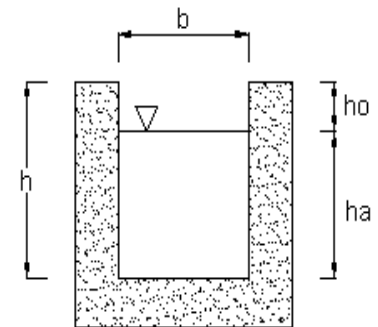
El area transversal total del canal (A_t) donde se ubicara la reja de barras, sera determinado asumiendo la velocidad de flujo en el canal utilizando los criterios de velocidades recomendados, posteriormente aplicando la ecuacion de continuidad.

$$A_t = \frac{Q_{\max}}{V}$$

El tirante en el canal de rejas sera

$$h_a = \frac{A_t}{b}$$

Se recomienda un borde libre h_0 entre 0,20 y 0.25 m



Pendiente del canal

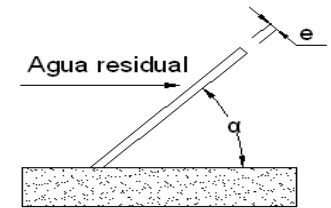
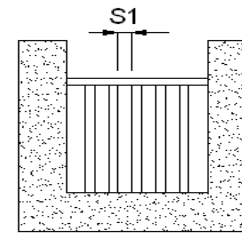
La pendiente del canal debe de ser descendente en la dirección de circulación a través de la reja,, asimismo es conveniente achaflanar las uniones de las paredes laterales. La pendiente del canal será determinada utilizando la ecuación de Manning.

$$S = \left(\frac{V \times n}{R_h^{2/3}} \right)^2 \quad R_h = \frac{A_t}{P}$$

Longitud de las barras

La longitud de las barras depende del grado de inclinación que tienen estas con la horizontal, y del tirante de agua máximo del canal de reja de barras.

$$L_b = \frac{h_a}{\text{sen}(\alpha)}$$



Cálculo del número de barras

Siendo N_b el número de barras en la reja del canal y $(N_b - 1)$ el número de espacios, se puede utilizar la siguiente ecuación para determinar el número de barras:

$$N_b = \frac{b - S_1}{e + S_1}$$

Longitud del canal

El canal de acceso debe ser suficientemente largo para que se evite la turbulencia junto a las barras. $L=3.5 b$

Pérdidas de carga

Las pérdidas de carga que se producen al circular el agua a través de las rejillas dependen de la velocidad de aproximación del agua (velocidad de flujo en el canal donde se ubican las rejillas) y de la velocidad de circulación a través del elemento, la pérdida de carga puede estimarse empleando la expresión conocida como la de Metcalf & Eddy.

En general en sistemas manuales las pérdidas no deben ser mayores a 15 cm.

$$h_f = \frac{1}{0.7} \times \left(\frac{V_c^2 - V^2}{2 \times g} \right) \quad V_c = \frac{Q_{\max}}{A_1} \quad A_1 = h_a \times [b - (N_b \times e)]$$



Remoción y disposición del material retirado
Debe ser retirado con rastrillos secado e incinerado.

Otros detalles

Se debe contar con un canal de derivación para posibles mantenimientos.

El ancho del canal es en general mayor que el canal de llegada

El largo del canal estará dado en general por la velocidad en el canal multiplicada por un tiempo medio de 3s de retención.

El fondo debe estar por lo menos 15 cm debajo del canal de llegada.

Desarenadores

Los desarenadores son unidades destinadas a retener sólidos inorgánicos como arena, cenizas y grava, a los que se denomina generalmente como arenas o partículas discretas, que por lo general contienen las aguas residuales.

Tipos de desarenadores

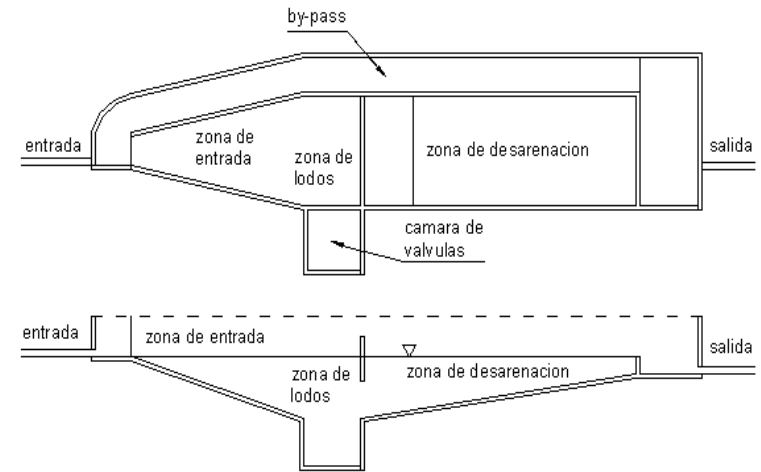
Desarenador de flujo horizontal: Es el desarenador mas antiguo empleado en el tratamiento de las aguas residuales con control de velocidad. El agua circula a traves del elemento en direccion horizontal y la velocidad de circulacion se controla por la propia geometria de la unidad, con compuertas de distribucion especiales, y mediante la adopcion de vertederos de secciones especiales a la salida del canal.

Desarenador aireado: Consiste en un tanque de aireación de flujo helicoidal en el que se induce una velocidad en espiral que se controla por la propia geometria del tanque y por la cantidad de aire suministrada a la unidad.

Desarenador de vortice: Consiste en un tanque cilindrico en el que el agua entra siguiendo una direccion de flujo tangencial creando un flujo en vortice: las fuerzas centrifugas y gravitatorias son las responsables de la separacion de las arenas.

Desarenador de flujo horizontal

Los desarenadores de flujo horizontal están compuestos por cuatro partes, como se muestra en la figura



Zona de entrada

La zona de transición de entrada, la cual une el canal con el desarenador, tiene como función el conseguir una distribución uniforme de las líneas de flujo dentro de la unidad, uniformizando a su vez la velocidad.

Zona de desarenación

Cámara de sedimentación, en la cual las partículas sólidas caen al fondo por la acción de la gravedad, debido a la disminución de la velocidad producida por el aumento de la sección.

Zona de salida

Conformado por un vertedero de rebose al final de la cámara sobre el cual pasa el agua limpia hacia el canal, las capas superiores son las que primero se limpian, es por esto que la salida del agua desde el desarenador se hace por medio de un vertedero, que hasta donde sea posible debe trabajar con descarga libre. Diseñado para mantener una velocidad que no altere el reposo de la arena sedimentada, La velocidad límite es 1 m/s., para evitar turbulencias.

Zona de depósito y eliminación de la arena sedimentada

Constituida por una tolva con un gradiente del 2 al 6 % que permita el deslizamiento de la arena hacia el canal de limpieza de los sedimentos, este gradiente no se incluye en el tirante de cálculo, si no que el volumen adicional se lo toma como depósito para las arenas sedimentadas.

Criterios de diseño para desarenadores de flujo horizontal

Número de unidades y "By-Pass"

Se deberían diseñar por lo menos dos desarenadores en paralelo cada uno de ellos calculado para el caudal máximo horario. Una se mantiene en operación y la otra en "stand by" para realizar la limpieza de las arenas removidas o su reparación, los desarenadores son obligatorios en las plantas que tienen sedimentadores y digestores (Tanques Imhoff, RAFA, filtros biológicos, etc.).

Velocidad de flujo en los desarenadores

En los canales de remoción de arena la velocidad recomendable es del orden de 0.30 a 0.40 m/s, velocidades inferiores a 0.30 m/s causan la deposición simultánea de cantidades relativamente grandes de materia orgánica, y velocidades mayores a 0.40 m/s causan el arrastre del material sedimentado. Por esto se debe procurar controlar y mantener la velocidad de flujo alrededor de 0,30 m/s.

Area de los desarenadores

Destinándose a la sedimentación de partículas granulares discretas, los desarenadores pueden ser dimensionados por la teoría de sedimentación de Hazen. Como la experiencia indica que las partículas de arena nocivas son las de tamaño igual o superior a 0.2 mm, cuyo peso específico es de 2.65 g/cm^3 y velocidad de sedimentación del orden de 2.0 cm/s , se constata que los desarenadores deben ser diseñados con tasas de aplicación de 600 a $1,200 \text{ m}^3/(\text{m}^2.\text{día})$. La norma nacional señala valores de tasas de aplicación de 700 a $1600 \text{ m}^3/(\text{m}^2.\text{día})$, estos valores permiten determinar el área necesaria para los desarenadores.

Profundidad de la lámina líquida

En los desarenadores de tipo "canal" la profundidad del agua para el caudal mínimo, medio y máximo es determinada partiéndose de las condiciones de funcionamiento del controlador de velocidad (vertedero de salida). Cada vertedero tiene su ecuación que relaciona la altura del agua con el caudal.

Angulo de Transicion

El objetivo de estas obras, es reducir las perdidas de carga debidas al cambio de sección del canal o de la pendiente del mismos se recomienda un ángulo de $12^{\circ}30'$ en aquellas estructuras donde las pérdidas de carga deben reducirse al mínimo.

Diseño

Se debe considerar la velocidad de sedimentación de la partícula, la cual se supone que sigue la ley de Stokes para partículas discretas



Tanque séptico

Uno de los principales objetivos del diseño del tanque séptico es crear dentro de este una situación de estabilidad hidráulica, que permita la sedimentación por gravedad de las partículas pesadas. El material sedimentado forma en la parte inferior del tanque séptico una capa de lodo, que debe extraerse periódicamente. La eficiencia de la eliminación de los sólidos por sedimentación puede ser grande hasta 80%. Sin embargo, los resultados dependen en gran medida del tiempo de retención, los dispositivos de entrada y salida y la frecuencia de extracción de lodos (período de limpieza del tanque séptico). Si llegan repentinamente al tanque grandes cantidades de líquido, la concentración de sólidos en suspensión en el efluente puede aumentar temporalmente, debido a la agitación de los sólidos ya sedimentados.

La grasa, el aceite y otros materiales menos densos que flotan en la superficie del agua formando una capa de espuma pueden llegar a endurecerse considerablemente. El líquido pasa por el tanque séptico entre dos capas constituidas por la espuma y los lodos.

La materia orgánica contenida en las capas de lodo y espuma es descompuesta por bacterias anaerobias, y una parte considerable de ella se convierte en agua y gases. Los lodos que ocupan la parte inferior del tanque séptico se compactan debido al peso del

líquido y a los sólidos que soportan. Por ello su volumen es mucho menor que el de los sólidos contenidos en las aguas servidas no tratadas que llegan al tanque. Las burbujas de gas que suben a la superficie crean cierta perturbación en la corriente del líquido. La velocidad del proceso de digestión aumenta con la temperatura, con el máximo alrededor de los 35°C. El empleo de desinfectantes en cantidades anormalmente grandes hace que mueran las bacterias, inhibiendo así el proceso de digestión.

El líquido contenido en el tanque séptico experimenta transformaciones bioquímicas, pero se tiene pocos datos sobre la destrucción de los agentes patógenos.

Como el efluente de los tanques sépticos es anaerobio y contiene probablemente un elevado número de agentes patógenos, que son una fuente potencial de infección, no debe usarse para regar cultivos ni descargarse canales o aguas superficiales.

Ventajas

- Apropiado para comunidades rurales, edificaciones, condominios, hospitales, etc.
- Su limpieza no es frecuente.
- Tiene un bajo costo de construcción y operación.
- Mínimo grado de dificultad en operación y mantenimiento si se cuenta con infraestructura de remoción de lodos.

Desventajas

- De uso limitado para un máximo de 350 habitantes.
- También de uso limitado a la capacidad de infiltración del terreno que permita disponer adecuadamente los efluentes en el suelo.
- Requiere facilidades para la remoción de lodos (bombas, camiones con bombas de vacío, etc.).

Principios de diseño tanque séptico

- Prever un tiempo de retención de las aguas servidas, en el tanque séptico, suficiente para la separación de los sólidos y la estabilización de los líquidos.
- Prever condiciones de estabilidad hidráulica para una eficiente sedimentación y flotación de sólidos.
- Asegurar que el tanque sea lo bastante grande para la acumulación de los lodos y espuma.
- Prevenir las obstrucciones y asegurar la adecuada ventilación de los gases.

Diseño de tanque séptico

*_a) Periodo de retención hidráulica (PR, en días) $V_S = P * Q * PR$ (m³)*

Donde:

P : Población servida.

Q : Caudal de aporte unitario de aguas residuales, litros/(habitante * día).

El periodo de retención mínimo es de 6 días.

b) Volumen requerido para la sedimentación (V_s , en m^3)

c) Volumen de digestión y almacenamiento de lodos (V_d , en m^3)

$$V_d = 70 \cdot P \cdot N / 1000$$

Donde:

N: Intervalo deseado en años, entre operaciones sucesivas de remoción de lodos.

d) Volumen de lodos producidos

La cantidad de lodos producidos por habitante y por año, depende de la temperatura ambiental y de la descarga de residuos de la cocina. Los valores a considerar son:

Clima calido 40 litros/habxaño

Clima frío 50 litros/habxaño

En caso de descargas de lavaderos u otros aparatos sanitarios instalados en restaurantes y similares, donde exista el peligro de introducir cantidad suficiente de grasa que afecte el buen funcionamiento del sistema de evacuación de las aguas residuales, a los valores anteriores se le adicionara el valor de 20 litros/habxaño.

e) Volumen de natas

Como valor se considera un volumen mínimo de 0,7 m^3

f) Profundidad máxima de espuma sumergida (H_e , en m)

$$H_e = 0.7/A$$

Donde:

A: Área superficial del tanque séptico en m^2

g) Profundidad libre de espuma sumergida

Distancia entre la superficie inferior de la capa de espuma y el nivel inferior de la Tee de salida o cortina deflectora del dispositivo de salida del tanque séptico, debe tener un valor mínimo de 0,10 m.

h) Profundidad libre de lodo (H_o , en m)

$H_o = 0.82 - 0.26 * A_i$ *Profundidad mínima requerida para la sedimentación (H_s , en m)*

$$H_s = V_s/A$$

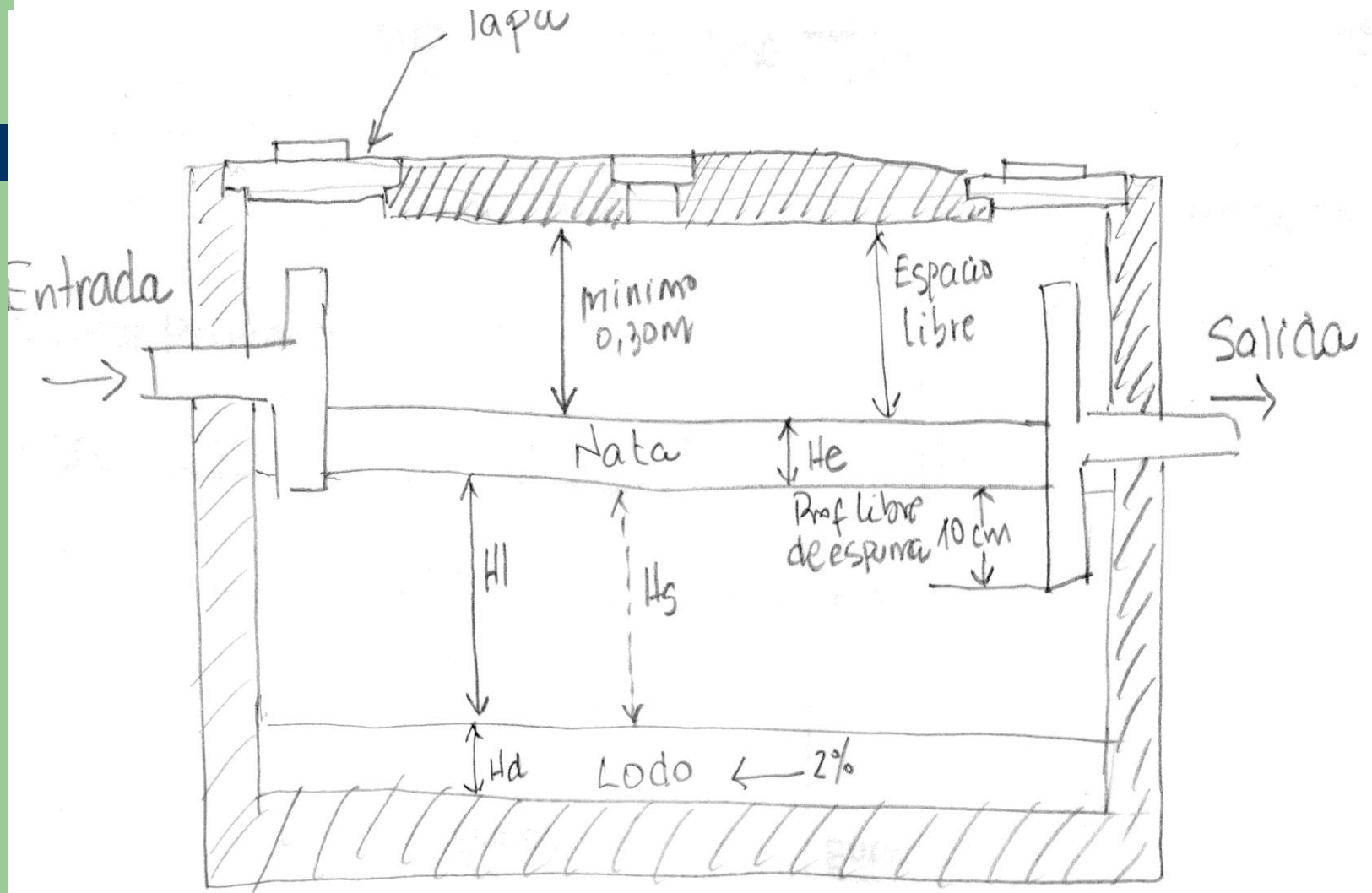
j) Profundidad de espacio libre (H_l , en metros)

Comprende la superficie libre de espuma sumergida y la profundidad de lodos.

Seleccionar el mayor valor, comparando la profundidad del espacio libre mínimo total ($0,1+H_o$) con la profundidad mínima requerida para la sedimentación (H_s).

k) Profundidad neta del tanque séptico.

La suma de las profundidades de natas, sedimentación, almacenamiento de lodos y la profundidad libre de natas sumergidas.



Dimensiones internas de un tanque séptico

- a) Entre el nivel superior de natas y la superficie inferior de la losa de cubierta deberá quedar un espacio libre de 300 mm, como mínimo.
- b) El ancho del tanque deberá ser de 0,60 m, por los menos, ya que ese es el espacio más pequeño en que puede trabajar una persona durante la construcción o las operaciones de limpieza.
- c) La profundidad neta no deberá ser menor a 0,75 m.
- d) La relación entre el largo y ancho deberá ser como mínimo de 2:1.
- e) En general, la profundidad no deberá ser superior a la longitud total.
- f) El diámetro mínimo de las tuberías de entrada y salida del tanque séptico será de 100mm (4”).
- g) El nivel de la tubería de salida del tanque séptico deberá estar situado a 0,05m por debajo de la tubería de entrada.
- h) Los dispositivos de entrada y salida de agua residual al tanque séptico estarán constituidos por Tees o pantallas.

- i) Cuando se usen pantallas, éstas deberán estar distanciadas de las paredes del tanque a no menos de 0,20 m ni mayor a 0,30 m.
- j) La prolongación de los ramales del fondo de las Tees o pantallas de entrada o salida, serán calculadas por la fórmula $(0,47/A+0,10)$.
- k) La parte superior de los dispositivos de entrada y salida deberán dejar una luz libre para ventilación de no más de 0,05 m por debajo de la losa de techo del tanque séptico.
- l) Cuando el tanque tenga más de un compartimiento, las interconexiones entre compartimiento consecutivos se proyectaran de tal manera que evite el paso de natas y lodos.
- m) Si el tanque séptico tiene un ancho W , la longitud del primer compartimiento debe ser $2W$ y la del segundo W .
- n) El fondo de los tanques tendrá una pendiente de 2% orientada al punto de ingreso de los líquidos.
- o) El techo de los tanques sépticos deberá estar dotado de losas removibles y registros de inspección de 150 mm de diámetro.

Consideraciones a un tanque sépticos con compartimientos

- a) El número de compartimientos no deberá ser mayor a cuatro y cada uno deberá tener un largo de 0,60 m como mínimo.
- b) El tanque séptico puede estar dividido por tabiques, si el volumen es mayor a 5 m³.
- c) Cuando el tanque séptico tenga dos o más compartimientos, el primer compartimiento deberá tener un volumen entre 50% y 60% de sedimentación, asimismo las subsiguientes compartimientos entre 40% a 50% de volumen de sedimentación.
- d) En el primer compartimiento pueden tener lugar la mayor parte de los procesos de sedimentación y digestión, en cuyo caso sólo pasaran al segundo algunos materiales en suspensión. De este modo cuando llegan repentinamente al tanque séptico grandes cantidades de aguas servidas, si bien la eficiencia de sedimentación se reduce, los efectos son menores en el segundo compartimiento.

Tanque Imhoff

El tanque imhoff es una unidad de tratamiento primario cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos.

Para comunidades de 5000 habitantes o menos, los tanques imhoff ofrecen ventajas para el tratamiento de aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y a digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad, por ese motivo también se les llama tanques de doble cámara.

Los tanques imhoff tienen una operación muy simple y no requieren de partes mecánicas; sin embargo, para su uso concreto es necesario que las aguas residuales pasen por los procesos de tratamiento *preliminar de cribado y remoción de arena*.

El tanque imhoff típico es de forma rectangular y se divide en tres compartimentos:

- Cámara de sedimentación.
- Cámara de digestión de lodos.
- Área de ventilación y acumulación de natas.

Durante la operación, las aguas residuales fluyen a través de la cámara de sedimentación, donde se remueven gran parte de los sólidos sedimentables, estos resbalan por las paredes inclinadas del fondo de la cámara de sedimentación pasando a la cámara de digestión a través de la ranura con traslape existente en el fondo del sedimentador.

El traslape tiene la función de impedir que los gases o partículas suspendidas de sólidos, producto de la digestión, interfieran en el proceso de la sedimentación. Los gases y partículas ascendentes, que inevitablemente se producen en el proceso de digestión, son desviados hacia la cámara de natas o área de ventilación.

Ventajas

- Contribuye a la digestión de lodo, mejor que en un tanque séptico, produciendo un líquido residual de mejores características.
- No descargan lodo en el líquido efluente, salvo en casos excepcionales.
- El lodo se seca y se evacúa con más facilidad que el procedente de los tanques sépticos, esto se debe a que contiene de 90 a 95% de humedad.
- Las aguas servidas que se introducen en los tanques imhoff, no necesitan tratamiento preliminar, salvo el paso por una criba gruesa y la separación de las arenillas.
- El tiempo de retención de estas unidades es menor en comparación con las lagunas.
- Tiene un bajo costo de construcción y operación.
- Para su construcción se necesita poco terreno en comparación con las lagunas de estabilización.

Son adecuados para ciudades pequeñas y para comunidades donde no se necesite una atención constante y cuidadosa, y el efluente satisfaga ciertos requisitos para evitar la contaminación de las corrientes.

Desventajas

- Son estructuras profundas (>6m).
- Es difícil su construcción en arena fluida o en roca y deben tomarse precauciones cuando el nivel freático sea alto, para evitar que el tanque pueda flotar o ser desplazado cuando esté vacío.
- El efluente que sale del tanque es de mala calidad orgánica y microbiológica.
- En ocasiones puede causar malos olores, aun cuando su funcionamiento sea correcto

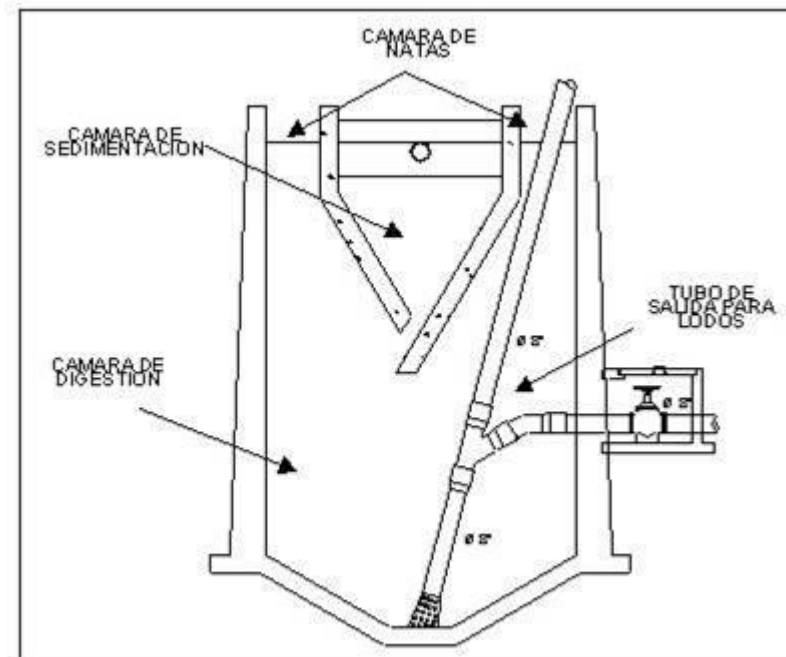
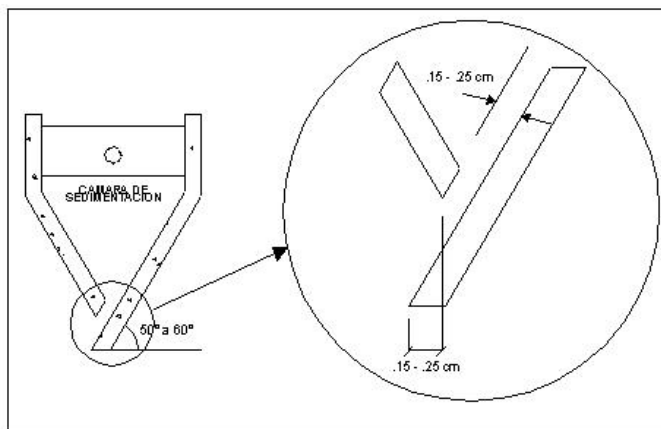
Cabe resaltar que esta alternativa resulta adecuada en caso no se cuente con grandes áreas de terreno para poder construir un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, como es el caso de las lagunas de estabilización, además de que el tanque imhoff deberá estar instalado alejado de la población, debido a que produce malos olores.

El tanque imhoff elimina del 40 al 50% de sólidos suspendidos y reduce la DBO de 25 a 35%. Los lodos acumulados en el digestor del tanque imhoff se extraen periódicamente y se conducen a lechos de secados.

Debido a esta baja remoción de la DBO y coliformes, lo que se recomendaría es enviar el efluente hacia una laguna facultativa para que haya una buena remoción de microorganismos en el efluente.

El tanque imhoff típico es de forma rectangular y se divide en tres compartimientos:

- a) Cámara de sedimentación.
- b) Cámara de digestión de lodos.
- c) Área de ventilación y cámara de natas.



Diseño del sedimentador

Caudal de diseño (m³/hora)

$Q_p = \text{Poblacion} * \text{dotacion} * \% \text{contribucion} / 1000$

Dotacion l/h/d

Area del sedimentador A_s m²

$A_s = Q_p / C_s$

C_s : carga superficial 1 m³/(m²*hora)

Volumen del sedimentador (V_s en m³)

$V_s = Q_p * R$

R : Retención hidraulica entre 1.5 y 2.5 horas

Diseño del digestor

Volumen de almacenamiento y digestión (Vd, en m3).

Para el compartimiento de almacenamiento y digestión de lodos (cámara inferior) se tendrá en cuenta la siguiente ecuación:

$$Vd = 70 \cdot P \cdot fcr / 1000$$

Fcr: factor de capacidad relativa entre 0.5 y 2 dependiendo de la temperatura

P: población

Tiempo requerido para digestión de lodos

El tiempo requerido para la digestión de lodos varia con la temperatura, para esto se empleará la Tabla

Temperatura	Tiempo de digestión en días
5	110
10	76
15	55
20	40
>25	30

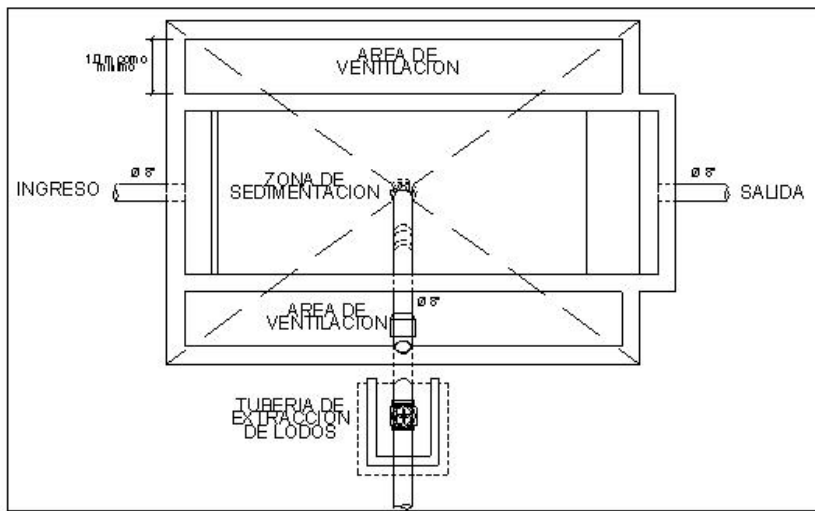
Frecuencia del retiro de lodos

Los lodos digeridos deberán retirarse periódicamente, para estimar la frecuencia de retiros de lodos se usarán los valores consignados en la tabla anterior

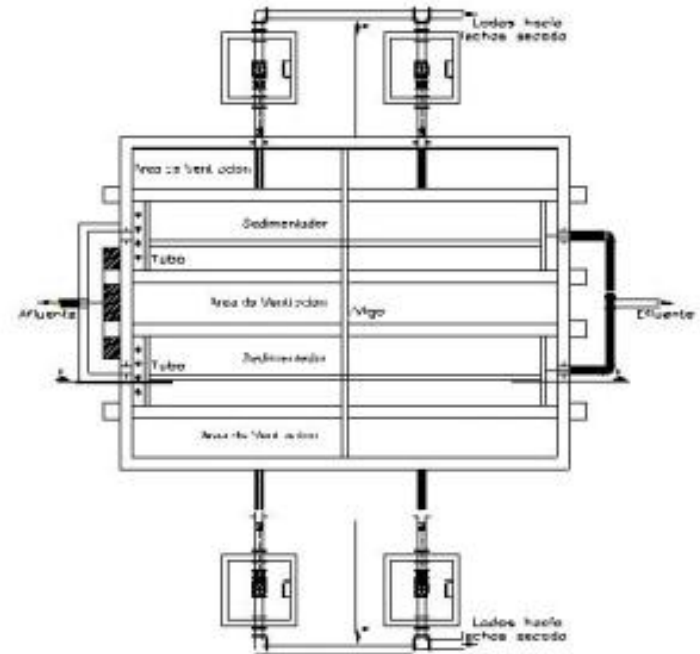
La frecuencia de remoción de lodos deberá calcularse en base a estos tiempos referenciales, considerando que existirá una mezcla de lodos frescos y lodos digeridos; estos últimos ubicados al fondo del digestor. De este modo el intervalo de tiempo entre extracciones de lodos sucesivas deberá ser por lo menos el tiempo de digestión a excepción de la primera extracción en la que se deberá esperar el doble de tiempo de digestión.

Extracción de lodos

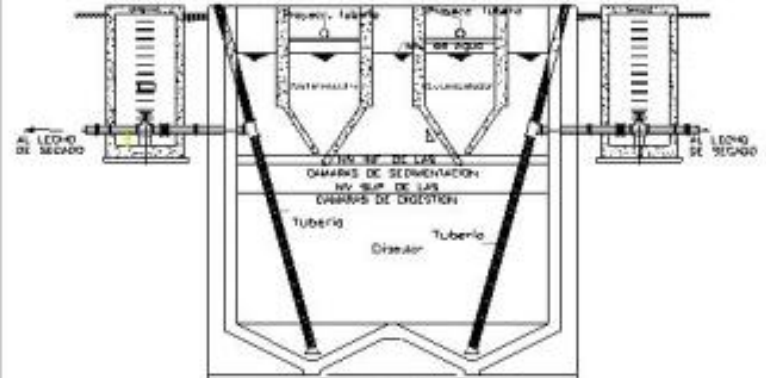
- El diámetro mínimo de la tubería para la remoción de lodos será de 200 mm y deberá estar ubicado 15 cm por encima del fondo del tanque.
- Para la remoción se requerirá de una carga hidráulica mínima de 1,80 m.



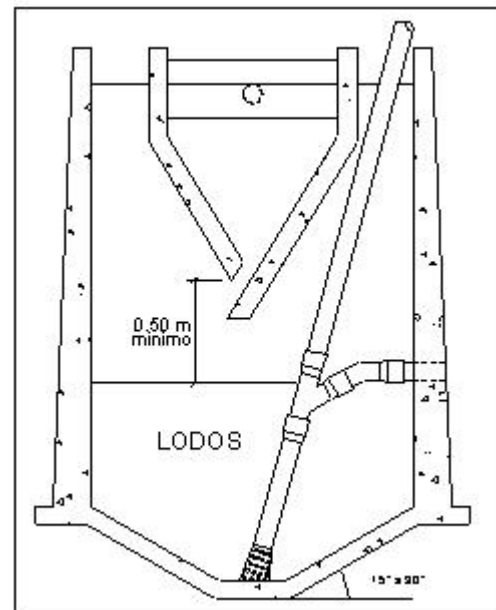
TANQUE DEL TIPO IMHOFF



PLANTA



SECCION B-B



Dispositivos de medición de caudales

Tipos de dispositivos

Existen varios, sin embargo los más usados son los medidores del tipo Parshall, vertederos rectangulares y triangulares

Los dispositivos son indispensables tanto a la salida como a la entrada. En general el dispositivo de medición de caudal de entrada es el canal Parshall.

Los medidores rectangulares o triangulares se instalan casi siempre en las salidas de las plantas de tratamiento ya que en general no hay sólidos que puedan interferir en su funcionamiento.

Ventajas de los dispositivos medidores de caudal

Son dispositivos con costo muy bajo en relación al costo total de la construcción pero proporcionan datos importantes.

- Determinan los caudales que pueden ayudar a determinar cuando el sistema esta sobrecargado.
- Es la única manera de verificar si el sistema esta perdiendo volumen por infiltracion y /o evaporación.
- Cuando las mediciones se relacionan al DBO y DQO, indican la eficiencia del tratamiento.