



CONASA
Consejo Nacional de Agua
Potable y Saneamiento



para todos
por siempre
AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN HONDURAS

Operación y mantenimiento Potabilizadoras Tipo FIME, Caso San Pedro de Tutule, La Paz



Ing. Pedro E. Ortiz B.



"Manos limpias: salvan vidas"

Octubre 2020

Municipio de San Pedro de Tutule, La Paz

Población = 4,625 hab.

No. Abonados servicio de agua potable = 771

Plantas potabilizadoras

1. FIME = (FGDi + FGAS + FLA + D)

Capacidad en L/s = 9.0L/s

2. Filtración Rápida = (MR+ FH+ DL+FRG+D)

Capacidad = 15 L/s

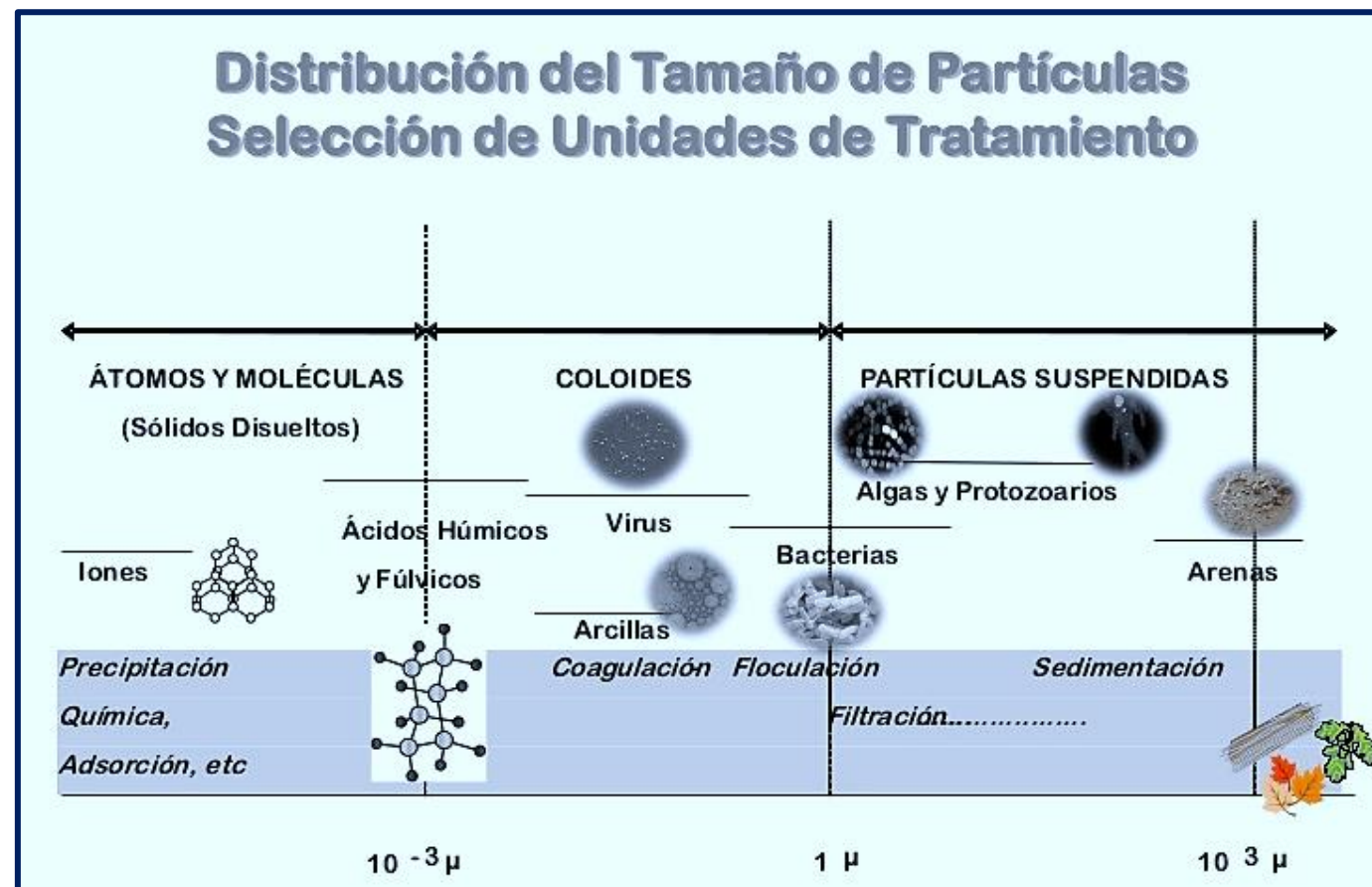


Distribución tamaño de partículas en el agua

Diámetro de la partícula mm	Escala de tamaños	Area superficial total*	Tiempo requerido para sedimentar**
10	Grava	3.15 cm ²	0.3 s
1	Arena gruesa	31.5 cm ²	3 s
0.1	Arena fina	315 cm ²	38 s
0.01	Sedimento	3150 cm ²	33 min
0.001	Bacteria	3.15 m ²	55 horas
0.0001	Partícula coloidal	31.5 m ²	230 días
0.00001	Partícula coloidal	0.283 ha	6.3 años
0.000001	Partícula coloidal	2.83 ha	63 años

* Area de partículas del tamaño indicado, producida a partir de una partícula de 100 mm de diámetro y gravedad específica de 2.65.

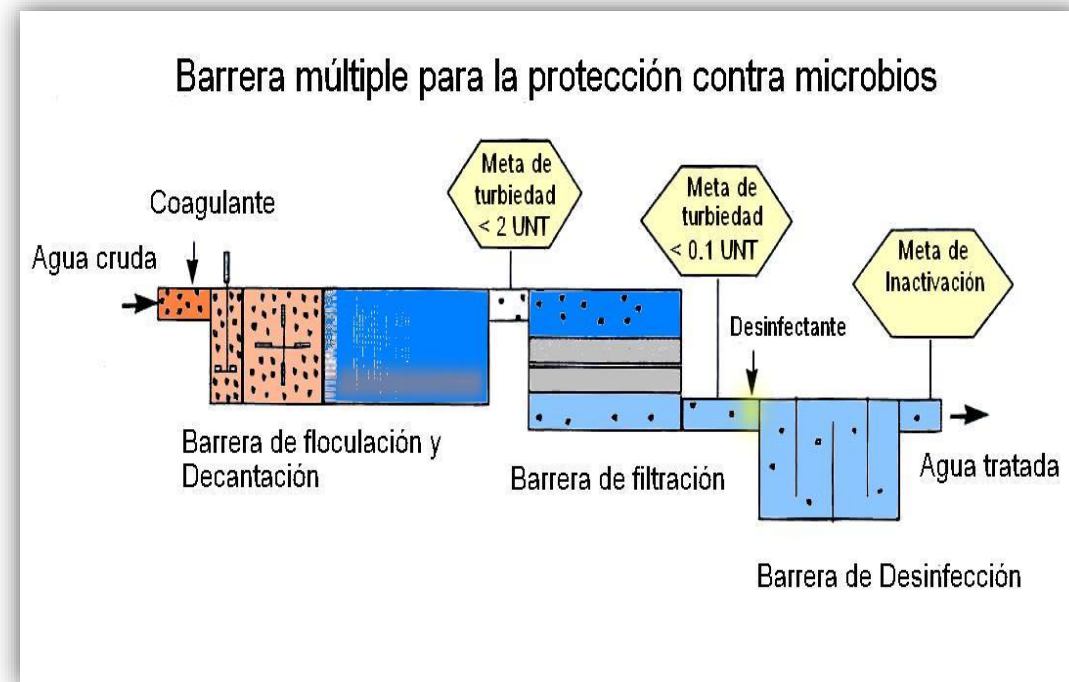
** Cálculos basados en esferas con gravedad específica de 2.65 que sedimentan 30 cm.



Estrategia para mejorar la calidad del agua y proteger la salud pública

Estrategia de Barreras Múltiples: Aplicar más de una barrera para reducir los riesgos de naturaleza microbiológica o fisicoquímica asociados con el abastecimiento de agua.

- ✓ Manejo de los usos del suelo en la cuenca (protección de fuentes de agua)
- ✓ Selección de la mejor fuente posible (calidad, cantidad, continuidad)
- ✓ Tratamiento (y uso) adecuado de excretas y aguas residuales
- ✓ Potabilización del agua
- ✓ Sistemas de distribución bien diseñados, construidos, O&M
- ✓ Usuarios con buenas prácticas higiénicas y de uso de sistemas de AP&S.





Objetivos de la Potabilización

La potabilización del agua se efectúa para **mejorar sus condiciones físicas, químicas y bacteriológicas** y poderla ofrecer para el consumo del hombre, sin afectar su salud.

Es una acción que se lleva a cabo en las plantas de tratamiento, las cuales son **diseñadas de acuerdo con la calidad del agua de cada sitio**. De ahí que las plantas no sean todas iguales, pues su diseño depende de las necesidades específicas.

TECNOLOGIAS DE TRATAMIENTO

Básicamente existen dos formas o tecnologías de tratamiento:

Tratamiento biológico



Tratamiento con químicos





Selección de procesos de tratamiento

El objetivo del tratamiento es **reducir las sustancias contaminantes a los límites establecidos** en las Normas de Calidad del agua, usando métodos adecuados denominados Operaciones Unitarias.

Estas Operaciones unitarias nos permiten eliminar estas sustancias deletéreas a través de:

Transferencia de Sólidos, líquidos y gases

- Cribado en rejillas
- Tamizado
- Sedimentación
- Flotación
- Filtración
- Adsorción
- Eliminación de gases
- Intercambio y transferencia iónica

Modificar la estructura de los compuestos

- Coagulación de coloides
- Transformación de iones en precipitados o gases
- formación de moléculas más complejas

Destrucción , eliminación o Inactivación de microorganismos

- Desinfección

Criterios para la Selección de la tecnología de potabilización

La selección de tecnología del tratamiento se realiza con base en los siguientes criterios:

- La calidad del agua cruda;
- El caudal a tratar;
- Disponibilidad de energía;
- Disponibilidad de recursos para inversión, operación y mantenimiento;
- Disponibilidad de terreno;
- Disponibilidad de mano de obra calificada para la operación;
- Disponibilidad de materiales para construcción;
- Aceptabilidad por parte de la comunidad y autoridades locales;



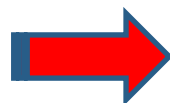
Métodos de tratamiento

Forma concentrada o intensiva



- Requiere uso de reactivos químicos
- Mano de obra especializada

Forma Extensiva



- Se desarrollan procesos naturales de clarificación
- Mano de obra no especializada

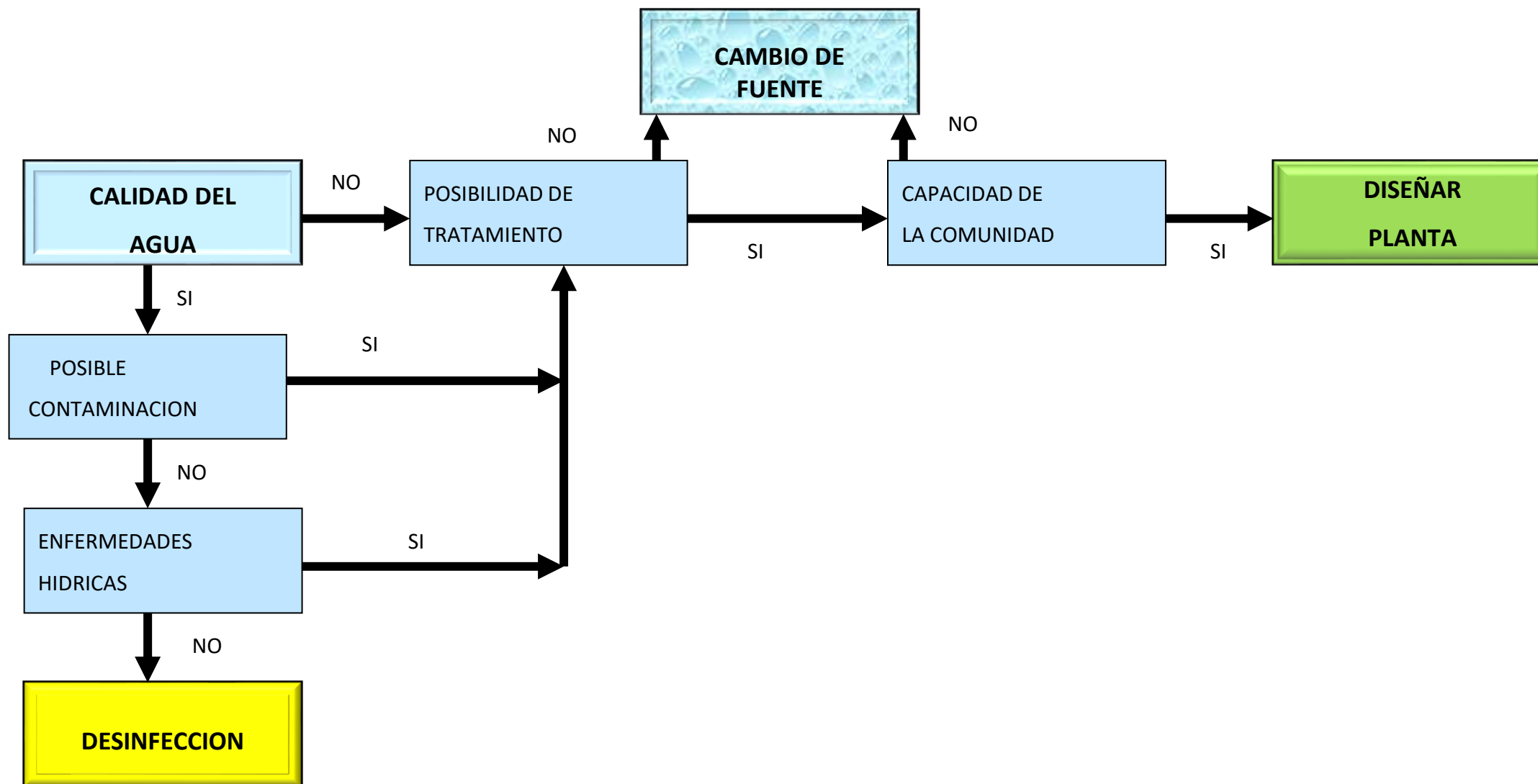
Procesos de tratamiento para el Medio rural

- Cribado
- Desarenado
- Sedimentación
- Prefiltración
- Filtración Lenta
- Desinfección

La selección de los procesos dependerá de: la calidad del agua, los riesgos involucrados y la capacidad de la comunidad.



Posibilidades de tratamiento en relación a la capacidad de la población



Opciones Tecnológicas para la potabilización del agua

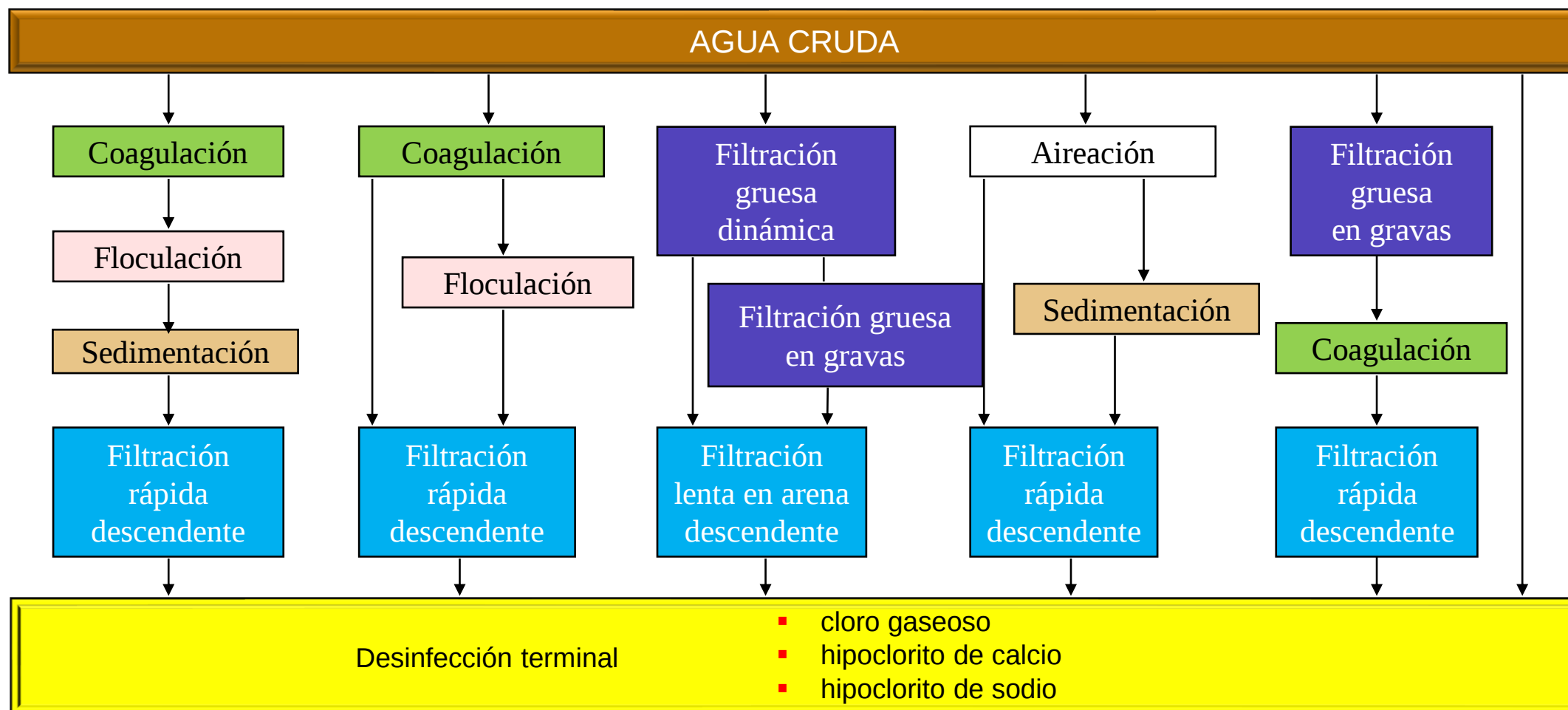
CICLO
COMPLETO Y PLANTAS
COMPACTAS

FILTRACIÓN
DIRECTA

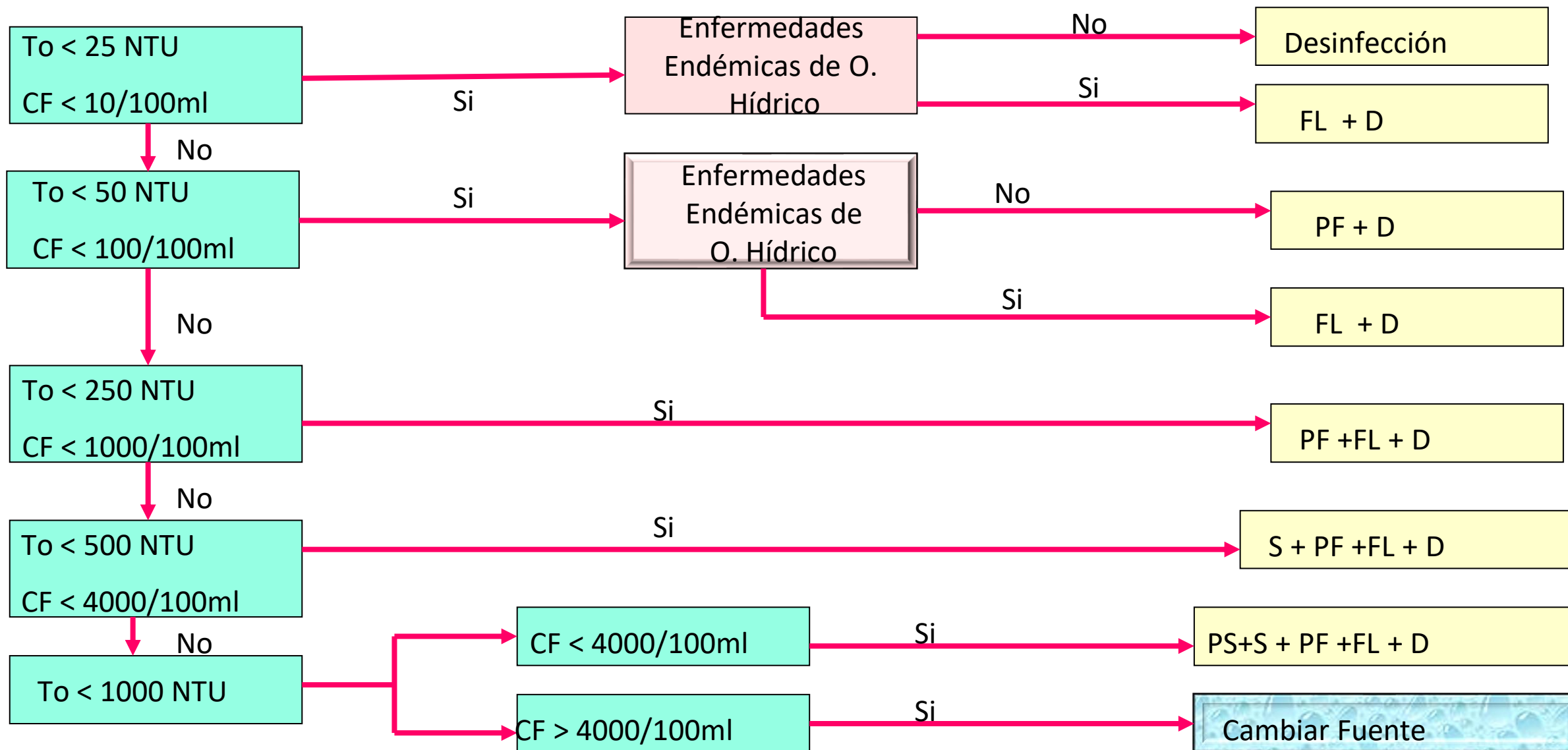
FILTRACIÓN EN
MÚLTIPLES ETAPAS

REMOCIÓN DE
HIERRO Y
MANGANESO

COMBINACIÓN
DE
TECNOLOGÍAS



Guía de selección de procesos para una planta de filtración Lenta





Prefiltros

Se utilizan para *disminuir la carga de material en suspensión antes de la filtración lenta* en arena, estas unidades constan de varias cámaras llenas de grava de diámetro decreciente, en las cuales se retiene las partículas con un diámetro mayor a **1.0** mm.

Tipo de unidades

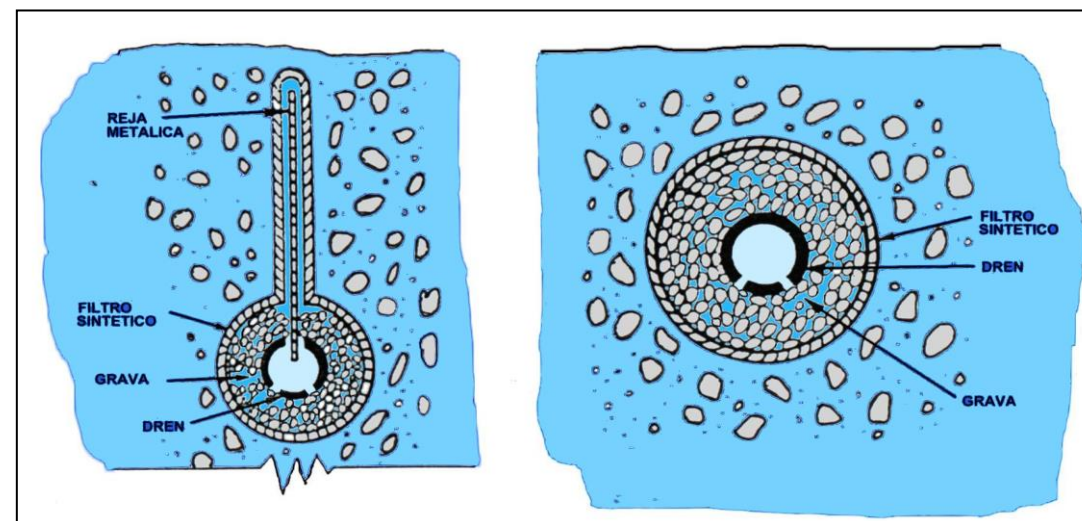
En drenes

En captaciones

Unidades independientes

En Drenes

El objetivo es ampliar el área de captación, la velocidad de filtración es menor de **0.01** m/ min, normalmente la calidad del agua es tan buena que no requiere tratamiento adicional, excepto desinfección.



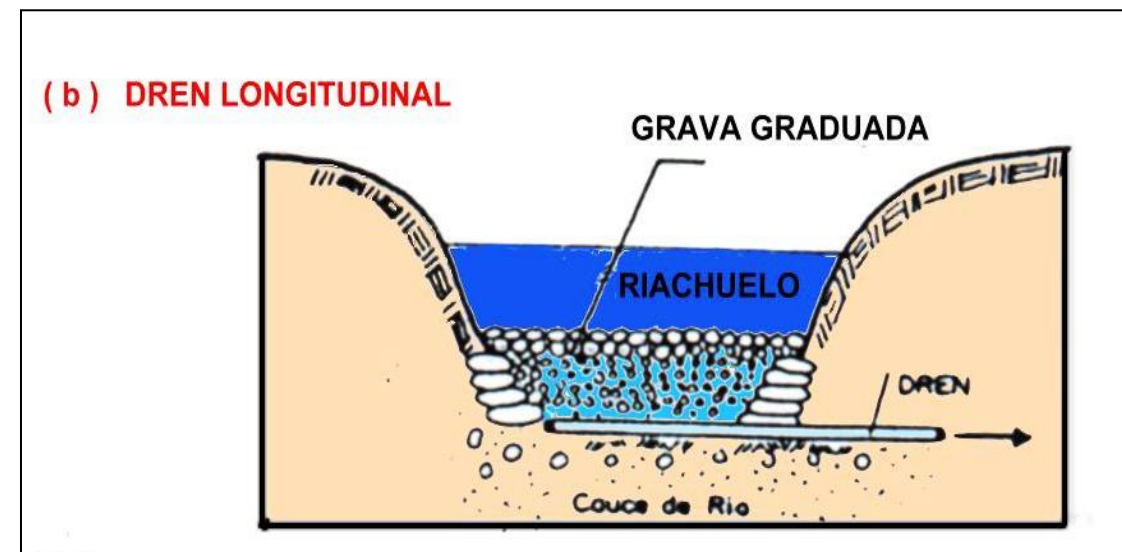
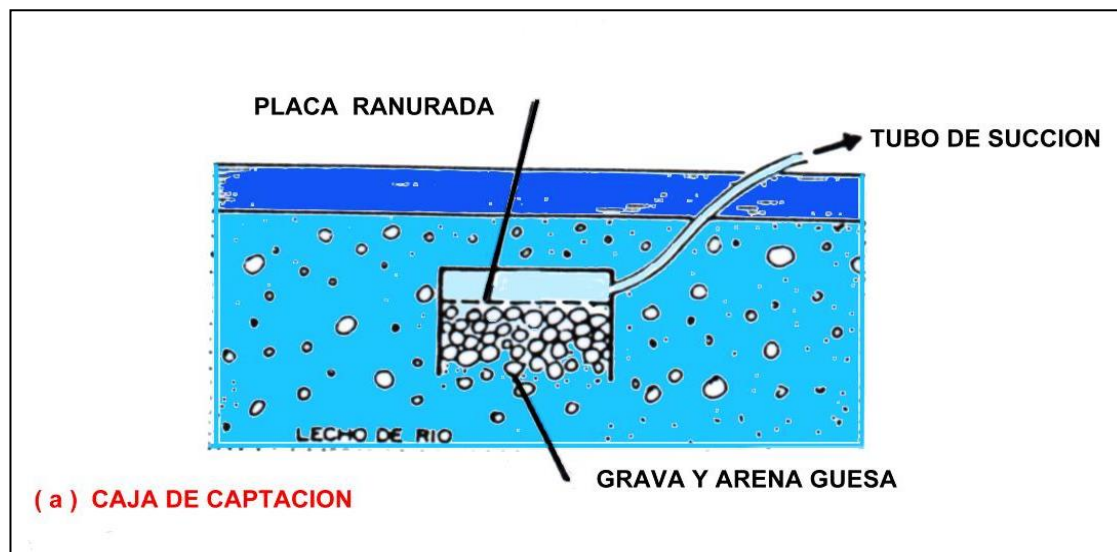


Prefiltros en lecho de ríachuelos

Una de las posibilidades de los prefiltros la constituyen las denominadas captaciones indirectas, que consisten en obras de: **Captación y Tratamiento Simultaneo**

Pueden operar con **flujo vertical y horizontal** dependiendo de las características del curso de agua.

Con flujo vertical consiste en un paquete de grava constituido por capas de diferente granulometría que se instala directamente en el cause del río, **se utiliza en ríos pequeños de baja velocidad y con aguas relativamente claras**



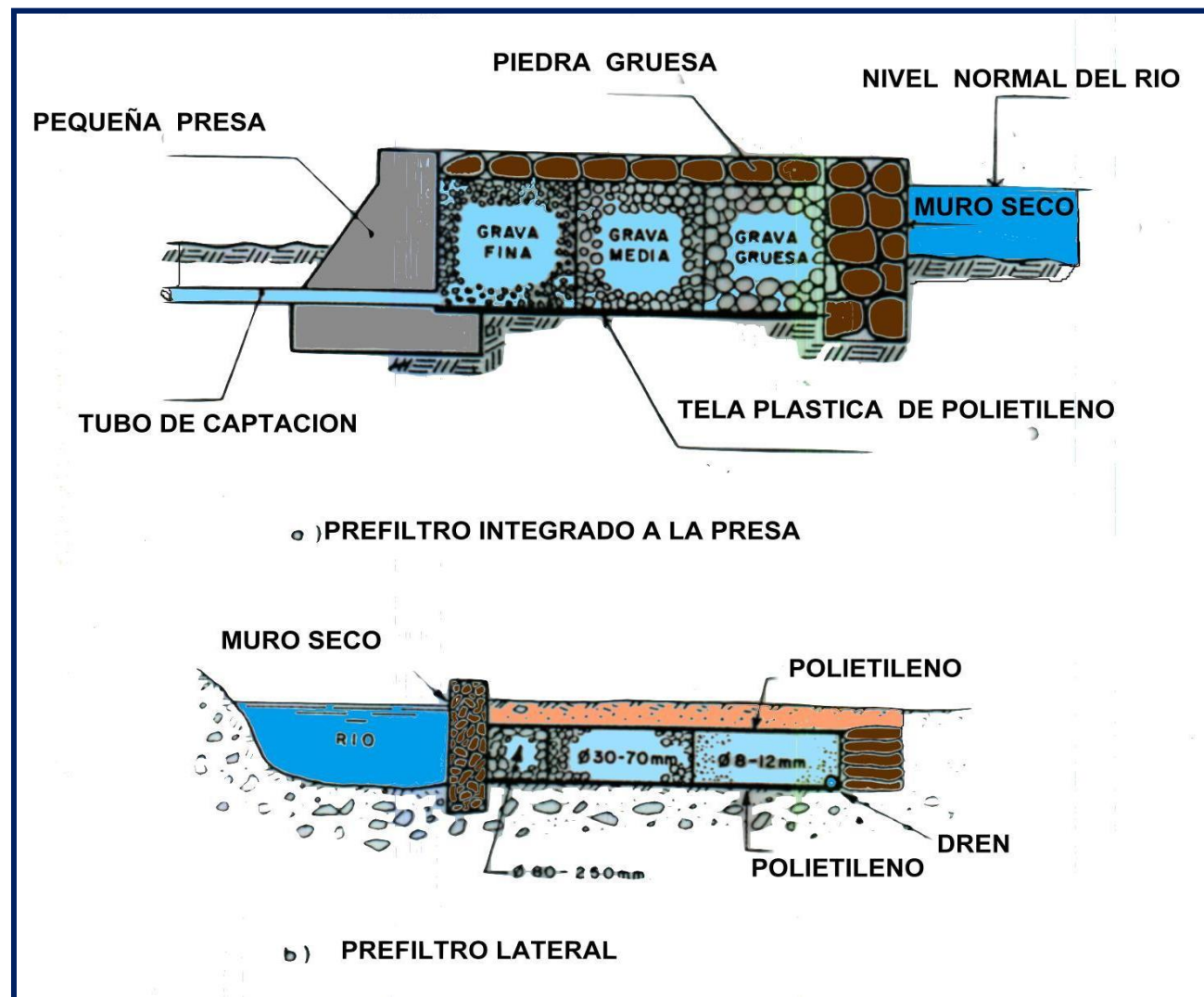


Prefiltros en captaciones, con flujo horizontal

Se puede acondicionar en las pequeñas presas existentes, en las cuales el paquete de grava se coloca aguas arriba de la presa, protegido con un muro seco.

Cuando los ríos tienen gran fuerza de arrastre, el paquete de grava se coloca en lateral al cause.

Tipo	Turbiedad Media	Turbiedad Máxima	Velocidad m/h
Vertical	10	50	0.25
Horizontal	150	750	0.50



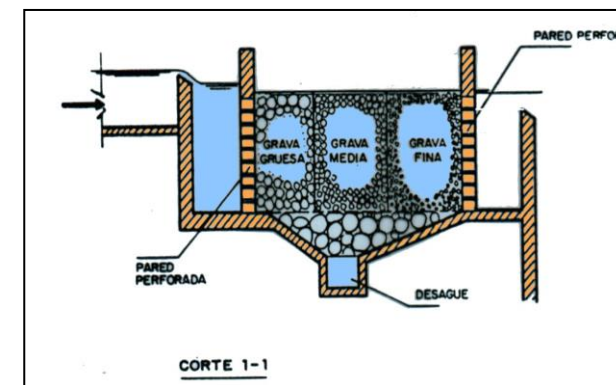
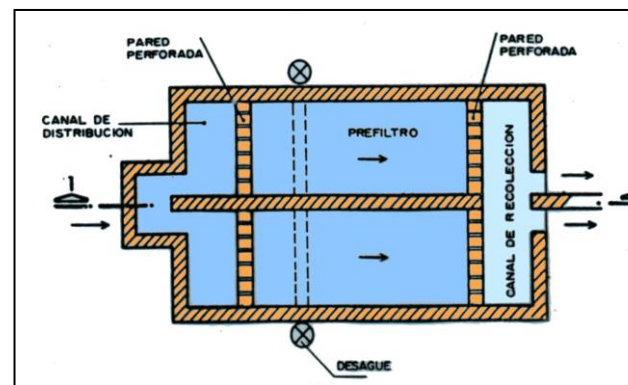
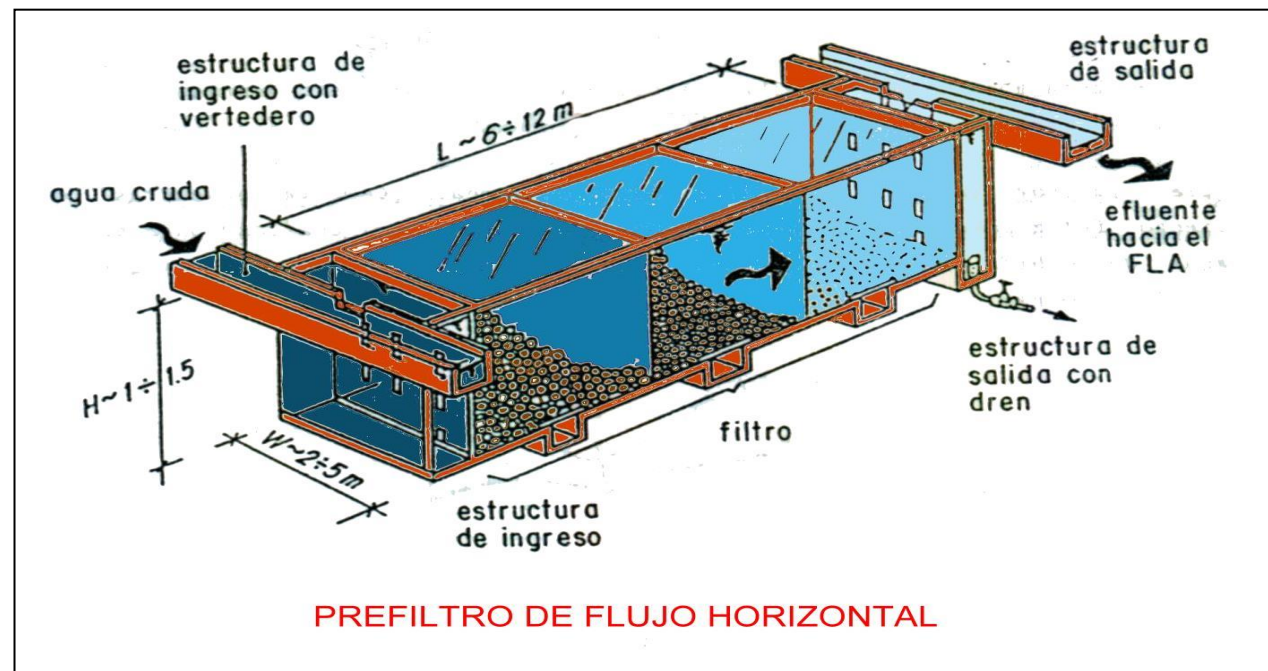
En unidades independientes, Prefiltro de flujo Horizontal

Zona de entrada: Esta constituida por un canal y un muro de ladrillo hueco (o pantalla con perforaciones), cuya función es de hacer una **distribución uniforme de flujo en toda la sección transversal**

Zona de prefiltración: Consiste en un canal de sección rectangular o trapezoidal lleno de grava, graduada o no . La longitud es variable y **depende de la calidad del agua, del tamaño de la grava y de la velocidad de filtración.**

Zona de salida: Consiste en un muro de ladrillo hueco o pantalla perforada para una captación uniforme y un canal de salida individual para cada unidad.

Zona de drenaje: Está compuesta por una tolva para **facilitar el deslizamiento de sedimento depositado**, canal de evacuación, compuerta y cámara de drenaje.

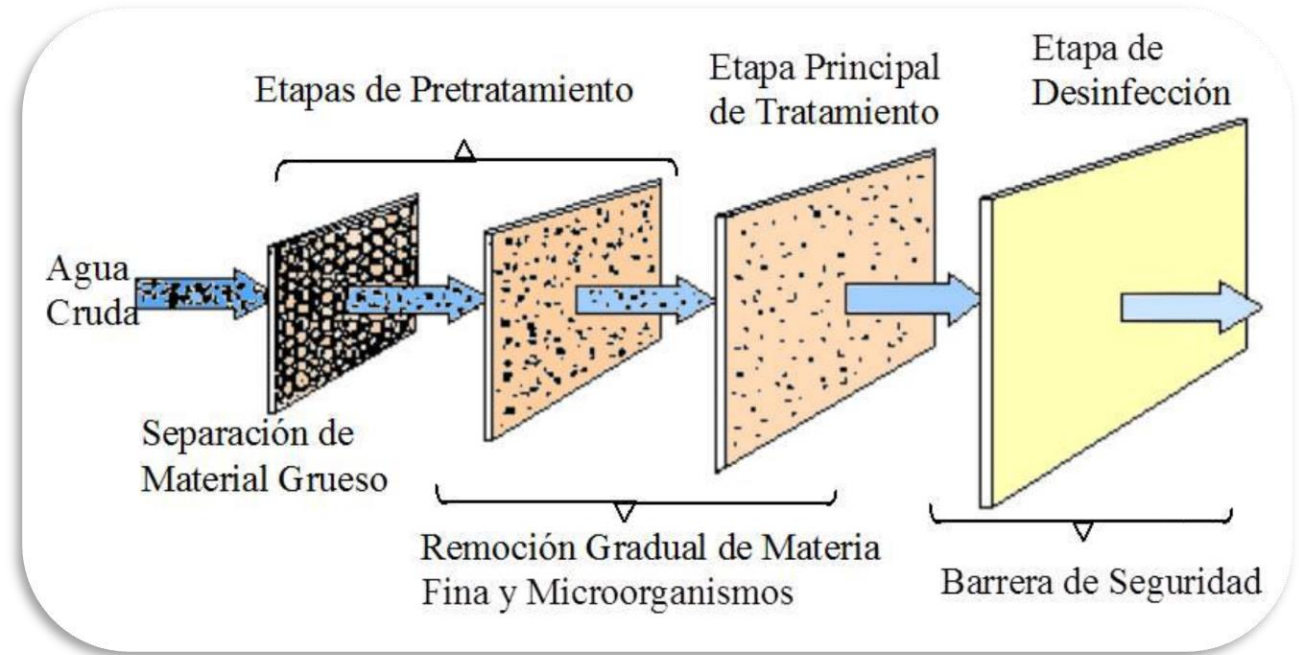


Filtración en múltiples etapas (FIME)

Consiste en la **combinación de las etapas de filtración gruesa dinámica y filtración gruesa y filtración lenta en arena**. Puede estar conformada por dos o tres componentes o etapas de filtración , **dependiendo del nivel de contaminación**.

Los componentes son los siguientes:

- ✓ Filtración gruesa dinámica, FGDi
- ✓ Filtración Gruesa, FG(FGD, FGA y FGH)
- ✓ Filtración lenta, FL



La segunda opción **FG puede obviarse con fuentes de buena calidad**

La FGDi se orienta principalmente a la **reducción de sólidos suspendidos**, especialmente los sólidos más grandes. Las siguientes etapas se prioriza la **remoción de partículas más pequeñas y microorganismos**.

Operación y mantenimiento plantas FIME

Mantenimiento.- *Conjunto de acciones que se realizan con la finalidad de prevenir o corregir daños que se produzcan en los equipos o instalaciones durante su funcionamiento.*

Mantenimiento correctivo.- *Acciones que se realizan para reparar daños que se producen por efectos del deterioro o mal funcionamiento de un sistema y que no ha sido posible evitar con el mantenimiento preventivo.*

Mantenimiento de emergencia.- Es aquel que se realiza *cuando el sistema o equipos ha sufrido daños por causa imprevista* y requiere solución rápida.

Mantenimiento preventivo.- Serie de *acciones de conservación que se realizan con una frecuencia determinada* en las instalaciones y equipos *para evitar fallas* en su funcionamiento.

Operación.- Conjunto de *acciones adecuadas y oportunas que se efectúan para que todas las partes del sistema funcionen en forma eficiente y continúa* según las especificaciones de diseño.

Operador.- *Persona calificada* y responsable de operación y mantenimiento de las instalaciones del sistema. 17

Responsable de la operación y el mantenimiento

La operación y el mantenimiento de la planta *pueden ser realizados por hombres y mujeres de la comunidad que hayan recibido capacitación para hacerlo.*

A la persona encargada de estas labores se le llama **OPERADOR**. Para su trabajo necesita:

- Capacitación y asesoría para el desarrollo de sus funciones.
- Herramientas y accesorios.
- Motivación para realizar su trabajo.
- El apoyo del ente prestador, la municipalidad, las instituciones en el sector y la comunidad.
- Condiciones salariales adecuadas.

Funciones del Operador

- ✓ Revisar diariamente todos los componentes de la planta y controlar su funcionamiento.
- ✓ Realizar las tareas de operación y mantenimiento: diarias, periódicas y eventuales.
- ✓ Mantener limpias y bien presentadas las instalaciones de la planta.
- ✓ Registrar y analizar la información sobre el funcionamiento de la planta.
- ✓ Identificar, con base en los registros, los problemas de funcionamiento de la planta y buscar soluciones.
- ✓ Mantener informada al prestador del servicio sobre sus actividades realizadas y sobre el funcionamiento de la planta.
- ✓ Coordinar con el prestador del servicio y el fontanero la ejecución de tareas para las cuales se necesita el apoyo de la comunidad o de otras personas.
- ✓ Recibir visitantes y explicarles su funcionamiento, cuidando que no ocasionen daños a la planta.
- ✓ No mantener o permitir la entrada de animales a las instalaciones de la planta, para evitar la contaminación del agua.

Herramientas

Dependiendo del trabajo a realizar y del método a utilizar se pueden emplear diferentes herramientas, equipos y materiales. Se debe contar por lo menos con las siguientes herramientas:

- Turbidímetro de portátil
- Carretilla
- Zarandas
- Palas
- Rastrillos
- Pázcón de mango largo
- Llave para tubos
- Llave francesa
- Llave de cadena
- Baldes
- Escobillas
- Escoba
- Brochas
- Sonda
- Tablas



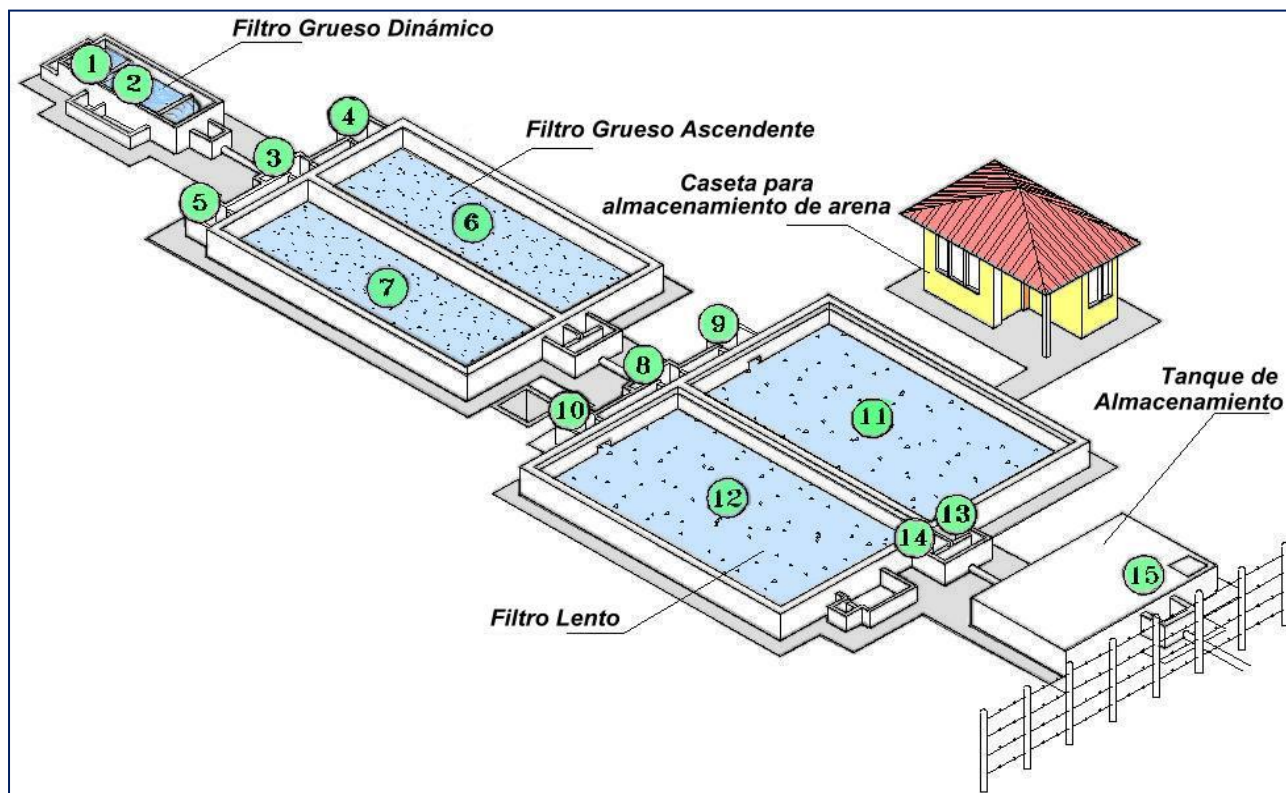
Material

- Arena
- Grava clasificada
- Hipoclorito de Calcio
- Pintura anticorrosiva
- Tuberías y accesorios
- Repuestos y empaquetaduras de válvulas





Esquema de una Planta FiME



Agua Cruda



Agua Tratada

Selección de un sistema FiME

TABLA 3: GUÍA DE SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS PARA FiME, PARA ALCANZAR OBJETIVOS DE TRATAMIENTO DE REMOCIÓN DE TURBIDEZ, CONTAMINACIÓN POR COLIFORMES FECALES, Y COLOR, BASADO EN EXPERIENCIAS EN EL VALLE DE CAUCA.⁷

Mínimo Máximo	Coliformes Fecales (UCF/100ml) Y					
		FGDi _{2.5}	FGDi _{2.0}	FGDi _{2.0}	FGDi _{1.5}	FGDi _{1.5}
	Y ₄ <15,000 <45,000	FGAS(3) _{0.6}	FGAS(3) _{0.6}	FGAS(3) _{0.6}	FGAS(3) _{0.45}	FGAS(3) _{0.3}
		FLA _{0.15}	FLA _{0.15}	FLA _{0.15}	FLA _{0.15}	FLA _{0.15}
	Y ₃ <5,000 <15,000	FGDi _{2.5}	FGDi _{2.0}	FGDi _{2.0}	FGDi _{1.5}	FGDi _{1.5}
		FGAS(2) _{0.6}	FGAS(2) _{0.6}	FGAS(3) _{0.6}	FGAS(3) _{0.45}	FGAS(3) _{0.3}
		FLA _{0.15}	FLA _{0.15}	FLA _{0.15}	FLA _{0.15}	FLA _{0.15}
	Y ₂ <1,500 <5,000	FGDi _{2.5}	FGDi _{2.0}	FGDi _{2.0}	FGDi _{1.5}	FGDi _{1.5}
		FGAC _{0.6}	FGAS _{0.6}	FGAS(3) _{0.6}	FGAS(3) _{0.45}	FGAS(3) _{0.3}
		FLA _{0.15}	FLA _{0.15}	FLA _{0.15}	FLA _{0.15}	FLA _{0.15}
	Y ₁ <750 <2,500	FGDi _{2.5}	FGDi _{2.0}	FGDi _{2.0}	FGDi _{1.5}	FGDi _{1.5}
		FGAC _{0.75}	FGAS _{0.6}	FGAS(3) _{0.6}	FGAS(3) _{0.45}	FGAS(3) _{0.3}
		FLA _{0.20}	FLA _{0.15}	FLA _{0.15}	FLA _{0.15}	FLA _{0.15}
Turbidez (NTU) X	Mínimo <	5	10	16	20	25
	Percentil _{95%} <	15	30	50	60	70
	Máximo <	50	100	150	225	300
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
Color (UC) Z	Mínimo <	10	13	16	18	20
	Máximo <	30	40	50	55	60
		Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅

1. El número entre paréntesis indica el número de etapas de filtración en los FGAS, el sub índice la velocidad de filtración en m/h.
2. El agua de la fuente puede ser desinfectada directamente, (sin filtración) si los niveles de turbiedad y coliformes fecales están debajo de 5 NTU y 20 UFC/100ml en el 95% de las muestras respectivamente. Esto debe ser confirmado periódicamente con inspecciones sanitarias.
3. FGDi + FLA (sin FGA) puede ser aplicada si la turbidez y los niveles de CF están debajo de 10NTU y 20UFC/100ml en el 95% de las muestras respectivamente. Esto debe ser confirmado periódicamente con inspecciones sanitarias del área.
4. El nivel meta de turbidez (≤ 10 y 5 NTU en FGA y FLA para el efluente respectivamente) debe obtenerse con el percentil del 95% de valores de turbidez. Se espera que los máximos picos puedan ser tratados gracias a la protección del FGDi, combinando la reducción del flujo con la alta eficiencia de remoción.
5. El nivel meta de coliformes fecales ($\leq 1,000$ y 10 UFC/100ml en FGA y FLA para el efluente respectivamente) debe obtenerse con el máximo nivel de coliformes presente. Con niveles medios de coliformes fecales en agua cruda el efluente del FLA deberá ser menor de 3 UFC/100ml, antes de la desinfección final.
6. El nivel meta de color (≤ 15 UFC en el efluente a la salida del FLA) deberá obtenerse usando los máximos niveles de color. Esto representa un objetivo secundario en el tratamiento y no deberá comprometer los objetivos previos o la desinfección final, como barrera de seguridad.

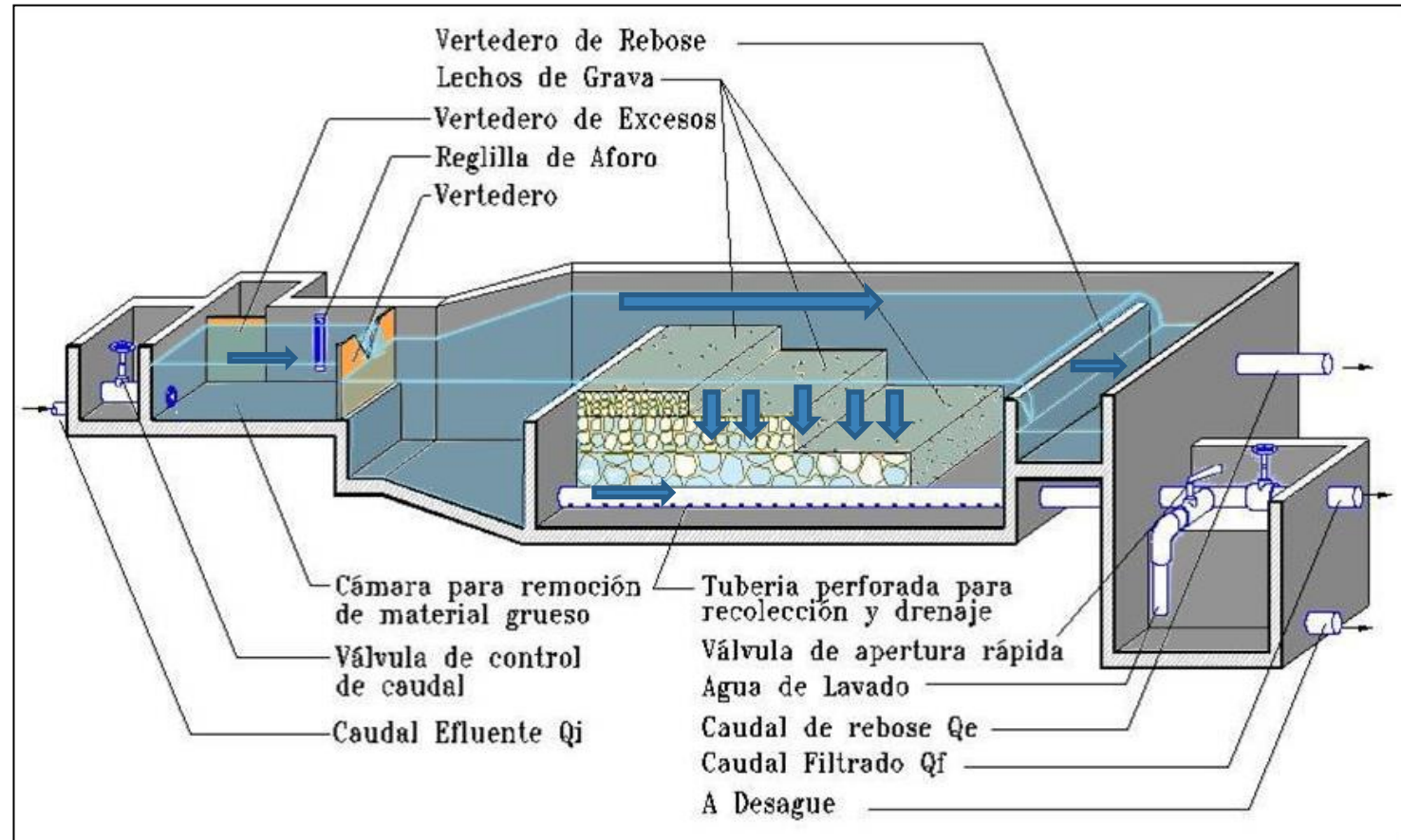
Rango de calidad de agua	Nivel promedio de turbiedad, para selección de FiME
Bajo	Turbiedad <10 UNT Coliformes fecales <500 UFC/100ml Color real < 20 UPC
Intermedio	Turbiedad 10 - 20 UNT Coliformes fecales 500 – 10,000 UFC/100ml Color real 20 - 30 UPC
Alto	Turbiedad 20 - 70 UNT Coliformes fecales 10,000 - 20,000 UFC/100ml Color real 30 - 40 UPC

Filtros gruesos dinámicos (FGDi)

Consiste básicamente de dos o más módulos operados en paralelo con **flujo descendente**, donde cada unidad es empacada con lechos de grava de tamaños variables en el rango de fina en la parte superior y otra grava más gruesa en contacto con el sistema de drenaje en el fondo. La grava de menor tamaño origina grandes áreas superficiales dentro del lecho filtrante y por consiguiente valores bajos de carga superficial, favoreciendo el proceso de **sedimentación como mecanismo predominante en la remoción de material sólido. Sirve para proteger las etapas de tratamiento, relativamente más difíciles de operar y mantener.**

Componentes

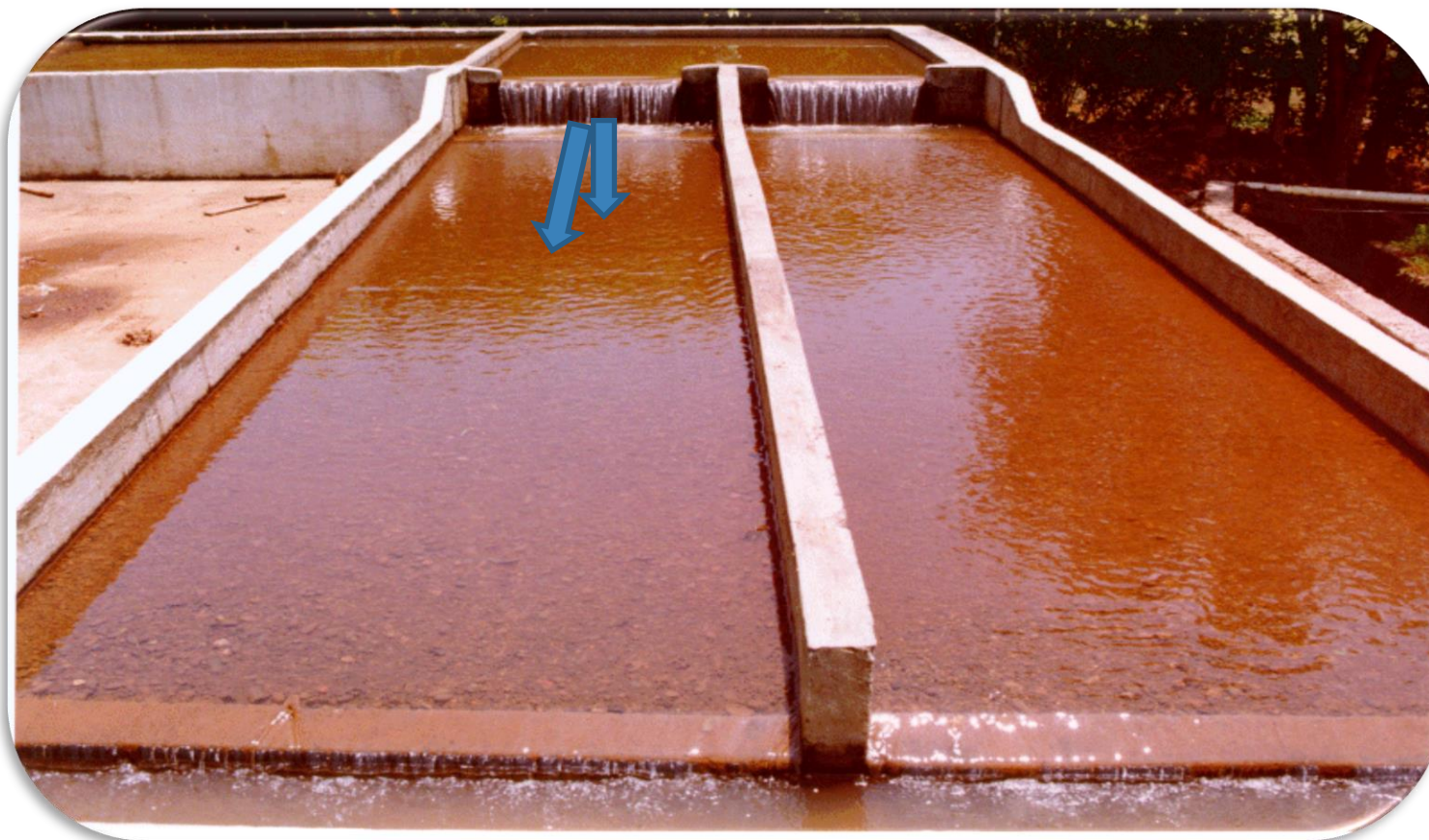
- Cámara de filtración
- Lechos filtrante y de soporte
- Estructuras de entrada y salida
- Sistema de recolección y drenaje y cámara de lavado
- Accesorios de regulación y control





Como funciona el FGD_i

El agua llega a la cámara de entrada y de allí **pasa por la parte superior al lecho de grava por donde se filtra de arriba hacia abajo**. En el fondo del filtro el agua es recogida por una tubería de recolección que **la conduce al filtro grueso o al filtro lento dependiendo de la calidad del agua cruda**. El agua que no se filtra pasa por encima de la grava hacia el vertedero de rebose arrastrando parte del lodo que se ha acumulado sobre la superficie de grava



Diseño de filtros gruesos dinámicos

$$As = Qd/Vf \quad As < 10m^2$$

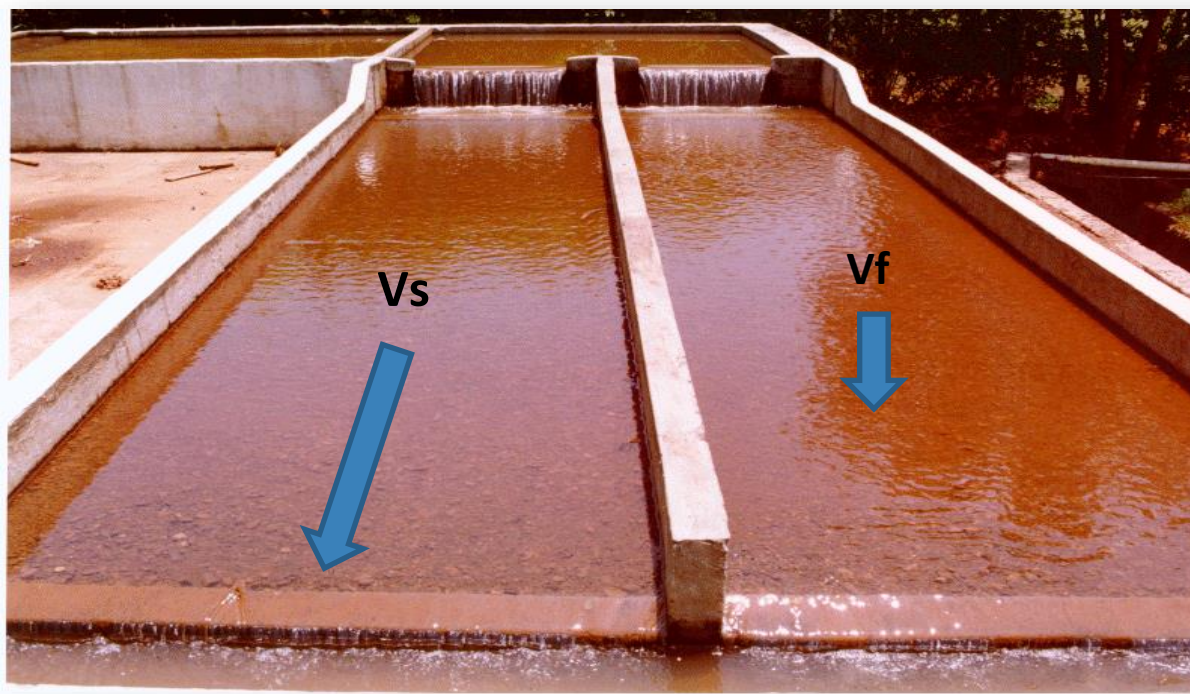
$$L = As/b$$

Velocidad superficial $Vs = 0.15 - 0.30 \text{ m/s}$

Guías de diseño para filtros gruesos dinámicos.

Criterio	Valores Recomendados
Período de diseño (años)	8 - 12
Período de operación (h/d) (*)	24
Velocidad de filtración (m/h)	2 - 3
Número mínimo de unidades en paralelo	2
Area de filtración por unidad (m ²)	< 10
Velocidad superficial del flujo durante el lavado superficial (m/s)	0.15 - 0.3
Lecho Filtrante	
▪ Longitud (m)	0.6
▪ Tamaño de gravas (mm)	Según Tabla
Altura del vertedero de salida (m)	0.03-0.05 sobre lecho

Posición en la Unidad	Espesor de la capa m	Tamaño de Grava mm
Superior	0.20	3.0 - 6.0
Intermedio	0.20	6.0 - 13.0
Inferior (fondo)	0.20	13.0 - 25.0



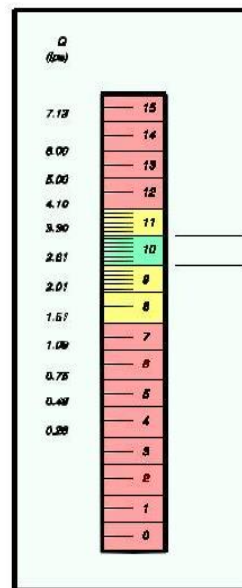
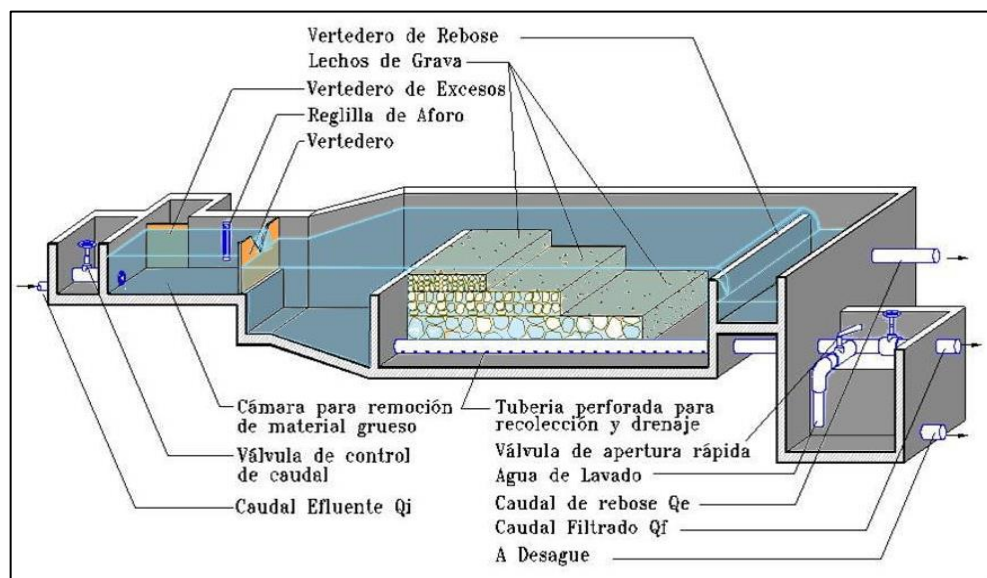
Operación y mantenimiento de un FGD_i

La operación de los FGD_i *se fundamenta en el control de la Velocidad de Filtración* (que depende del caudal efluente) *y la Calidad del agua producida.*

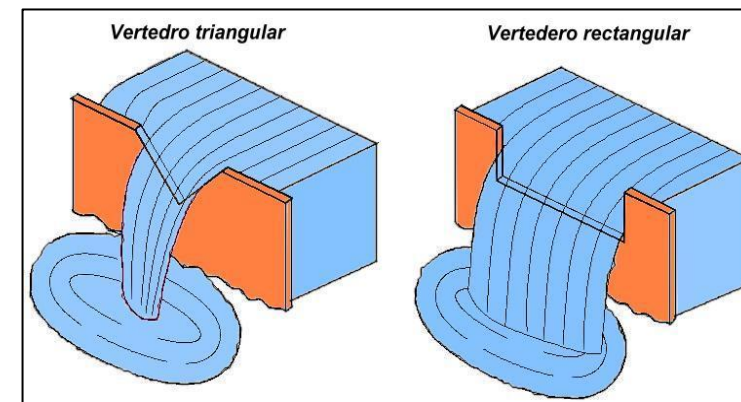
Tipo Operación	Actividad
Diarias	✓ Control y registro diario del caudal (entrada y salida). ✓ Medición y registro diario de la turbiedad del agua. ✓ Revisión diaria de la capa superficial de grava.
Periódicas	Limpieza del filtro
Eventuales	Retiro y lavado de grava

Control del Caudal que entra al FGD_i

Se debe medir en la escala graduada la altura de agua (tirante), para calcular el caudal se debe ingresar en la gráfica de tirante /caudal, si no se tiene se aplica la fórmula del vertedor respectivo.



ZONA ROJA
ZONA AMARILLA
ZONA VERDE
ZONA AMARILLA
ZONA ROJA



Las escalas se pintan de colores (verde, amarillo y rojo) para que permitan de manera visual medir el nivel, para medir las variaciones de caudal y por consiguiente, de velocidad de filtración de las unidades.

- Si el nivel de agua en la escala alcanza el **color verde, se indica la condición de diseño** de la planta;
- El color **amarillo por encima del verde, indica la zona de sobrecarga admisible** (menor al 50% del caudal de diseño);
- El amarillo **por debajo, representa la zona en la cual se aconseja operar el filtro cuando ingresa alta turbiedad**;
- La zona roja tanto superior como inferior al amarillo, indica al operador, **velocidades extremas tanto altas como bajas**

Vertederos triangulares para medir el caudal

Para medir pequeños caudales (menores de 30 L/s), el vertedero triangular es más preciso que el rectangular, puesto que, para un mismo caudal, los valores de h son mayores.



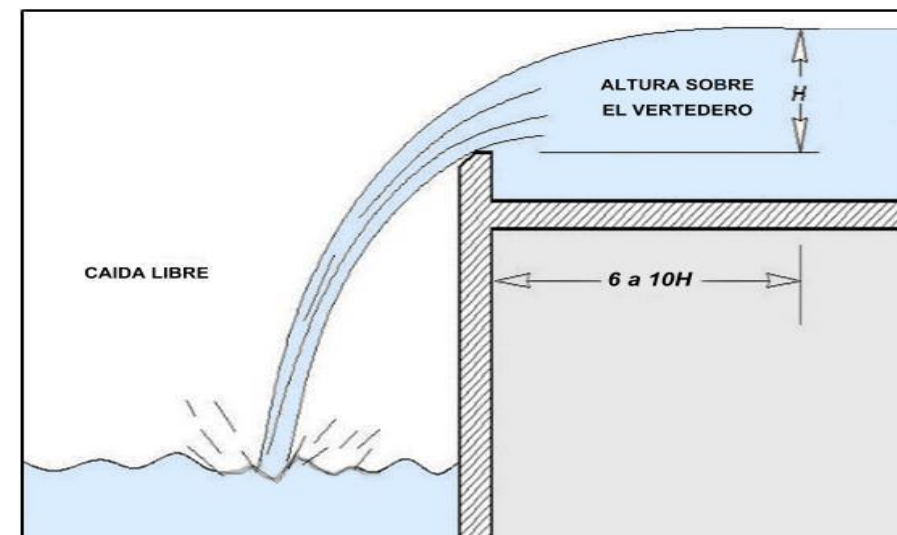
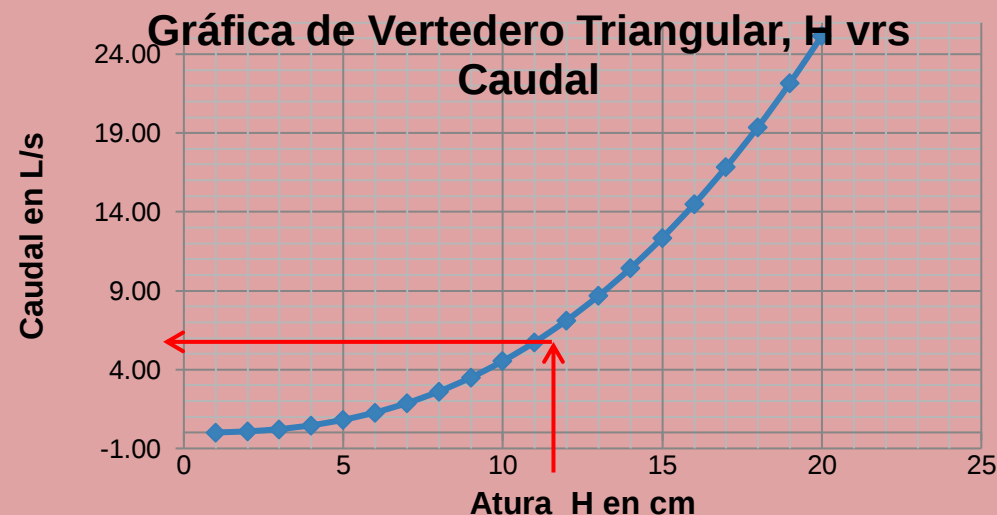
Ecuaciones de vertedero Triangular

$$Q = 1340 * \left(\frac{H}{100} \right)^{2.47}$$

Donde:

Q= caudal en L/s

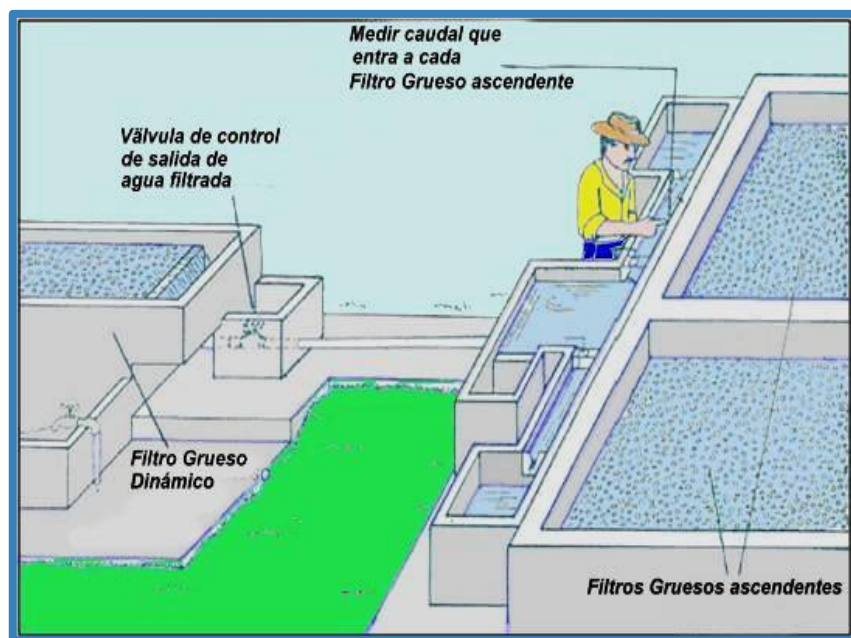
H = tirante sobre vertedero en cm





Caudal que sale del FGD*i*

La cantidad de agua que sale del filtro grueso dinámico **se controla con la válvula de salida** y debe ser suficiente para que los filtros gruesos funcionen bien. Para comprobarlo, **mida en las reglas de aforo** de los filtros gruesos la cantidad de agua que llega a cada uno.



Que indica si el agua no cubre totalmente la grava?

Se pueden presentar tres situaciones:

1. **Está llegando muy poco caudal** porque la válvula de entrada no está totalmente abierta. En este caso, abra la válvula.
2. La válvula de entrada está totalmente abierta pero está llegando muy poca agua al filtro. En este caso **es posible que hayan daños en los componentes del sistema de abastecimiento** que están antes de la planta. Revíselos.
3. Está entrando suficiente agua al filtro grueso dinámico pero **está saliendo mucha agua hacia los filtros gruesos ascendentes**. En este caso cierre la válvula de salida del filtro grueso dinámico hasta que salga el caudal necesario para los filtros gruesos ascendentes.



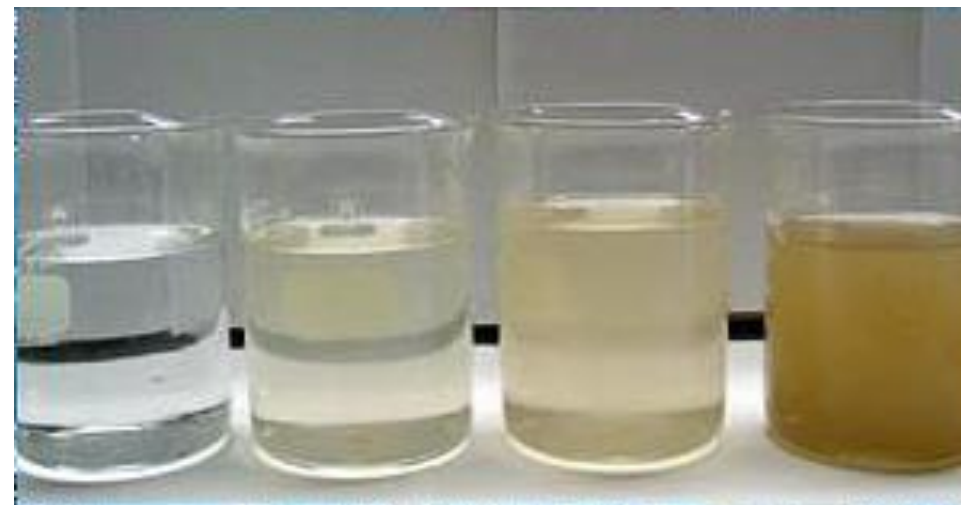
Medición de la turbiedad del agua

Si el filtro grueso dinámico está funcionando bien, la turbiedad del agua a la salida debe ser menor que la turbiedad del agua a la entrada. **La turbiedad del agua se debe medir a la entrada del filtro grueso dinámico y a la entrada del filtro grueso ascendente**, por dos métodos.

Utilizando el turbidímetro.



Utilizar vasos de cristal para comparar sus turbiedades.



Es importante registrar la turbiedad del agua a la entrada y a la salida, para tener un control sobre el funcionamiento del filtro dinámico y poder tomar decisiones para su operación y mantenimiento.

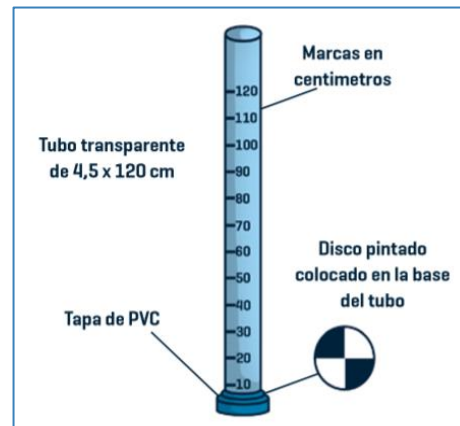
Procedimiento para medir la turbiedad

La turbiedad es causada por la **presencia de sólidos en el agua en forma suspendida**. Es importante su medición porque su presencia se asocia con la posible contaminación fecal del agua.

Para medir la turbiedad del agua:

Se mide en campo con el turbidímetro portátil o de tubo, que consta de dos tubos los cuales se empatan en uno solo. Tiene una escala cuyos valores permiten medir la turbiedad de la muestra.

- Tome el tubo con la boca hacia arriba a una altura que le permita observar desde el orificio el círculo negro que se encuentra en el fondo del tubo.
- Vierta lentamente la muestra de agua observando el círculo negro desde arriba hasta que empiece a desaparecer.
- Mire la escala y registre el valor de turbiedad de la muestra.
- Registre en el formato de control de la planta el resultado correspondiente a la línea más cercana al nivel del agua.



Unidad de profundidad	Turbiedad Equivalente
≥ 120 cm	< 5 NTU
> 60 cm	< 10 NTU
Entre 25 y 30 cm	25 NTU
≈ 5 cm	De 200 a 300 NTU



Revisión diaria de la capa superficial de grava

Es necesario revisar todos los días que la cantidad de lodo acumulado en la capa superficial de grava para que no impida el paso del agua.



Qué pasa si el lodo no deja filtrar el agua?

Cuando el filtro dinámico se tapa con lodo, la cantidad de agua que llega al filtro grueso disminuye. Para aumentar la cantidad de agua hay que lavar el filtro grueso dinámico.

Limpieza del Filtro Grueso Dinámico

Por lo menos una vez a la semana el operador debe limpiar el Filtro Grueso Dinámico para que vuelva a pasar la cantidad de agua necesaria para los filtros gruesos. En algunas plantas esta tarea se debe realizar con mayor frecuencia, dependiendo de la calidad del agua que llega y del funcionamiento del filtro.

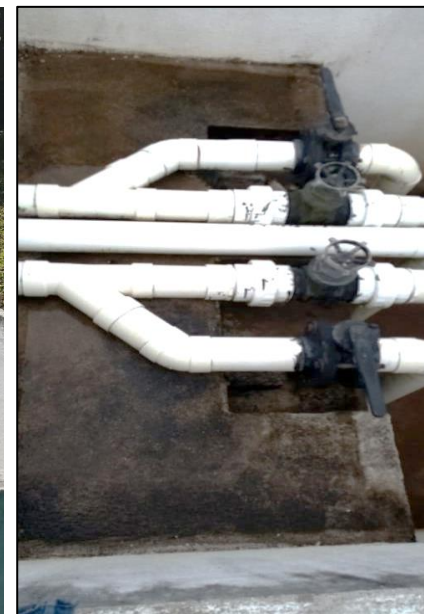
No deje pasar más de una semana sin lavar el Filtro Grueso Dinámico, porque se tapa y es más difícil lavarlo.

Aliste los implementos necesarios para la limpieza Rastrillo, pala, cepillos, escoba, balde, guantes, impermeable y botas

Cómo se limpia el Filtro?

1. Limpie la Cámara de entrada del agua.

Cierre la válvula de control de salida del agua que va al filtro grueso ascendente.



2. Cepille las paredes y el fondo de la cámara de entrada y enjuague.



3. Rastrille la grava superficial

Remueva con un rastrillo o con una pala la grava superficial del filtro en dirección contraria al flujo del agua, comenzando cerca a la cámara de entrada, para que el lodo sea arrastrado hacia la cámara de rebose.



4. Limpie la grava del fondo del Filtro ("Choques")

Realice los choques de fondo abriendo y cerrando la válvula de lavado diez veces seguidas y deje que el agua salga hasta que aclare.

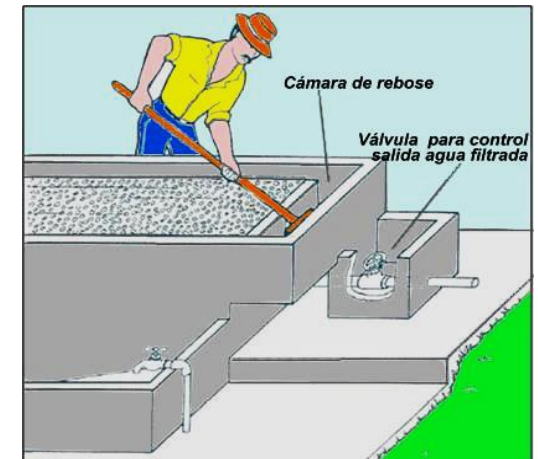
Después del lavado, cierre la válvula de lavado.



5. Limpie la Cámara de Rebose

Cepille las paredes y el fondo de la cámara y enjuague.

Para poner en funcionamiento el filtro grueso dinámico abra la válvula de salida de agua filtrada y controle el caudal que sale del filtro grueso dinámico



Retiro y lavado de la grava

Si después de hacer la limpieza del filtro grueso dinámico no pasa la cantidad de agua necesaria para los filtros gruesos ascendentes, es necesario hacer una limpieza completa retirando y lavando toda la grava del filtro grueso dinámico.

Cómo se realiza el retiro y lavado de la grava?

- Cierre la válvula de salida y de entrada del agua.
- Abra la válvula de lavado para vaciar el filtro.
- Retire las diferentes capas de grava del filtro separándolas por tamaños.
- Lave cada capa de grava que sacó del filtro, revolviéndola con una pala.
- Cepille las paredes, los tubos y el fondo del filtro y enjuague.





Reengravado del filtro gruesos dinámico

Coloque de nuevo las capas de grava, cuidado que queden en el mismo orden en que estaban, es decir, las capas de grava grande abajo y la pequeña arriba.





Operación periódica FGDi

Actividades	Acciones Claves
Lavar cámaras de entrada y salida (una vez por semana)	Remover material adherido a paredes y fondo de cámaras.
Limpiar capa superficial de grava (una o dos veces por semana)	■ Cerrar válvula de control de agua filtrada. ■ Remover con un rastrillo u otro elemento similar, el lecho de grava superficial en sentido contrario al flujo, iniciando en la zona de entrada y finalizando en el vertedero de rebose. ■ Remover la grava hasta que el agua de lavado sea ópticamente similar al agua cruda.
Limpeza hidráulica o de fondo del filtro (una vez por semana)	Llenar la cámara de filtración con agua cruda y abrir y cerrar 10 veces consecutivas la válvula de apertura rápida, dejar abierta la válvula y drenar el filtro hasta que el agua de lavado sea ópticamente similar al agua cruda. Este procedimiento puede repetirse por 2 o 3 ocasiones, cuando el agua de lavado sea muy diferente al agua cruda.





Eficiencia de la FGD_i

Eficiencias de remoción encontradas en fuentes superficiales tratadas por filtros gruesos dinámicos

Parámetro	Reducción Típica
Sólidos Suspendidos	Entre el 70 y el 80%, con fuentes en el rango de 10 a 200 mg/l
Turbiedad	- Entre 30 y el 50% en fuentes de zona plana. - En fuentes de ladera, la remoción fue aproximada al 50%. - La eficiencia de remoción es afectada por la naturaleza, tamaño y distribución de las partículas.
Color Real	Entre 10 y 25%, con fuentes en el rango entre 15 y 20 UPC.
Hierro, Manganeseo	Entre 40 y 70% como hierro total y entre el 40 y 60% para manganeseo.
Coliformes Fecales	Entre 50 y 80%, para niveles de coliformes fecales en el agua cruda en el rango 2,000 a 100,000 UFC/100 ml y sólidos suspendidos entre 10 y 50 mg/l.



CONASA
Consejo Nacional de Agua
Potable y Saneamiento

Receso, Para Preguntas



"Manos limpias: Salvan vidas"



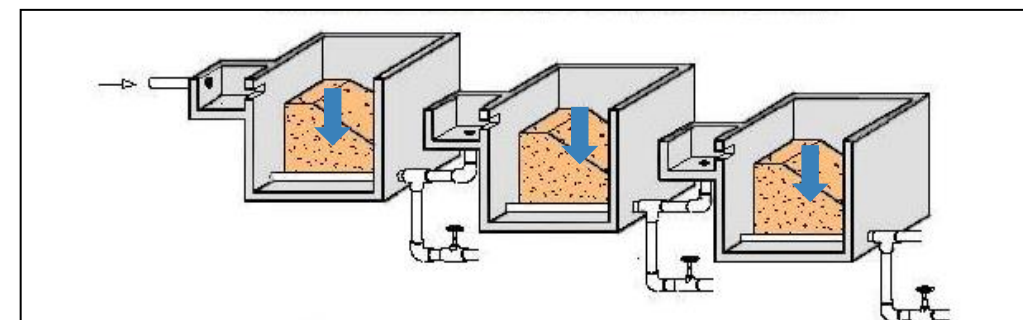
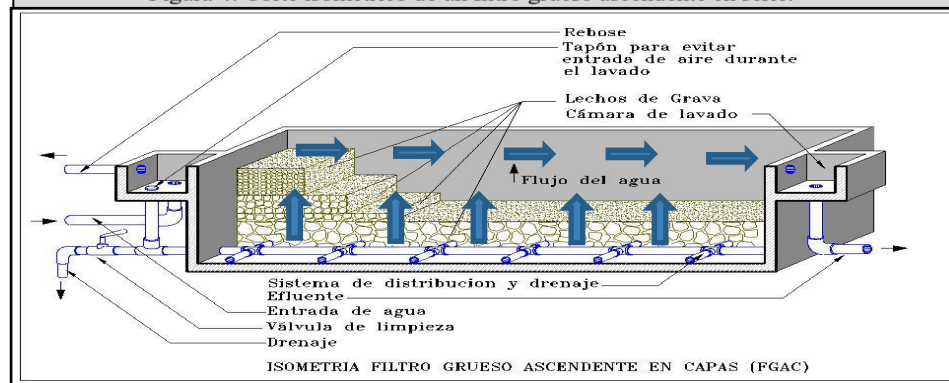
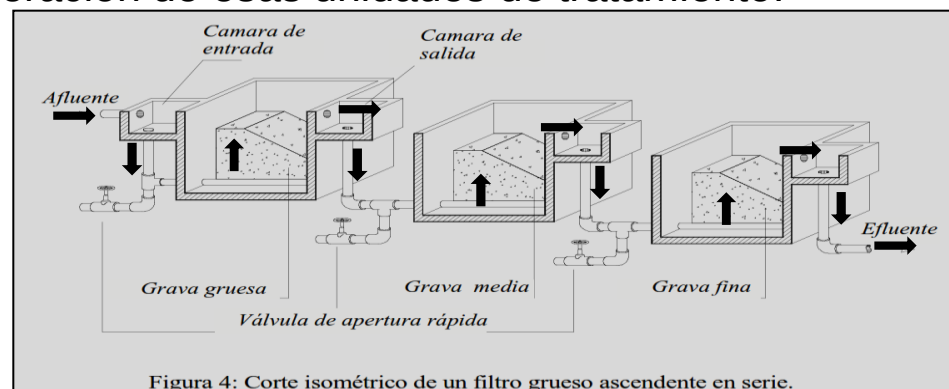


Filtración Gruesa

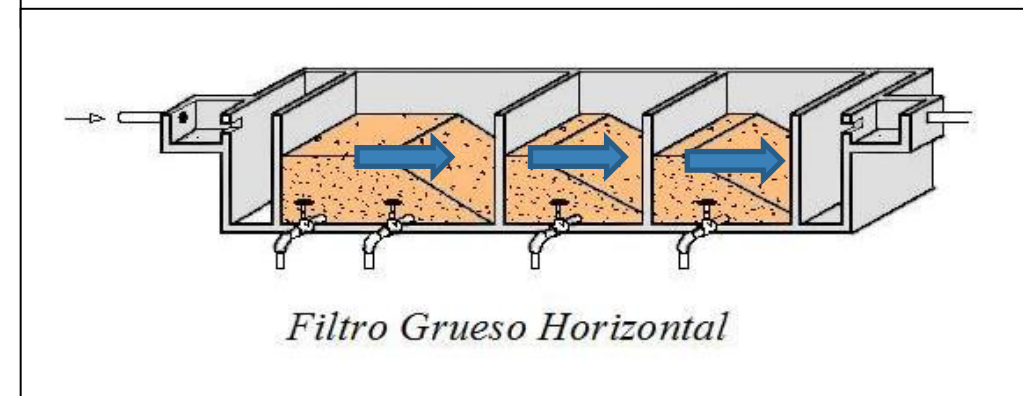
Es el segundo proceso de la planta de tratamiento FIME, **sirve para quitar la turbiedad y parte de los microbios que pasaron por el Filtro Dinámico**. Han sido clasificadas de acuerdo al propósito principal de su aplicación y a la dirección del flujo según se detalla a continuación:

- Filtro Grueso de flujo Ascendente
- Filtro Grueso de flujo Descendente
- Filtro Grueso de flujo Horizontal

Los filtros gruesos han sido diseñados para producir un **efluente con turbiedad menor de 10 a 20 UNT**, o con **menos de 5 mg/l de sólidos suspendidos** para facilitar el tratamiento en las unidades de FLA e incrementar el tiempo de operación de esas unidades de tratamiento.



Filtro Grueso Descendente en Serie



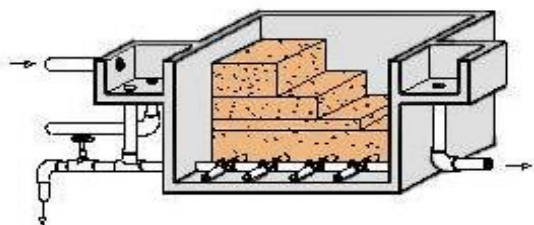
Filtro Grueso Horizontal

En que consiste el Filtro Grueso Ascendente

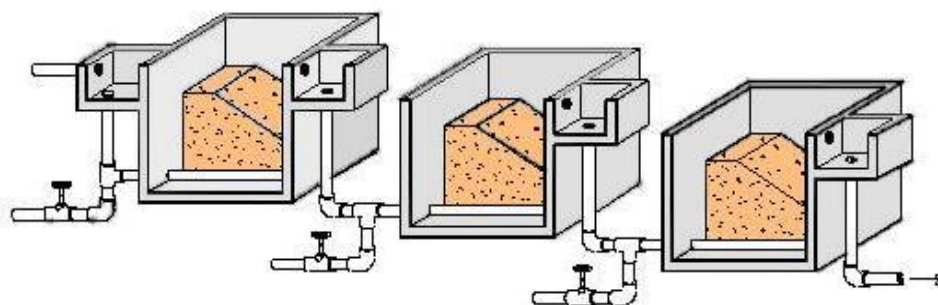
En un Filtro Grueso ascendente el agua pasa a través del lecho de grava de abajo hacia arriba, consisten en un compartimiento principal donde se ubica un **lecho filtrante de grava el cual disminuye de tamaño con la dirección del flujo**, tiene la ventaja que **las partículas más pesadas son removidas primero en el fondo del filtro**.

Un sistema de drenaje, ubicado en el fondo de la estructura, sirve para distribuir el flujo durante la carrera de filtración o para drenar los lechos de grava durante las actividades de limpieza hidráulica, con base en las descargas frecuentes de fondo.

Según la longitud y distribución de las capas de grava, se pueden distinguir dos alternativas: **La Filtración Gruesa Ascendente en Capas (FGAC)**, cuando los lechos de grava son instalados en una misma unidad o estructura y **la Filtración Gruesa Ascendente en Serie (FGAS)**, cuando los lechos de grava son instalados en dos o tres unidades de filtración, cada una conteniendo un tamaño predominante de grava, que decrece en el sentido del flujo. Estas opciones de FG se muestran en la figura siguiente.



*Filtro Grueso
Ascendente en Capas*



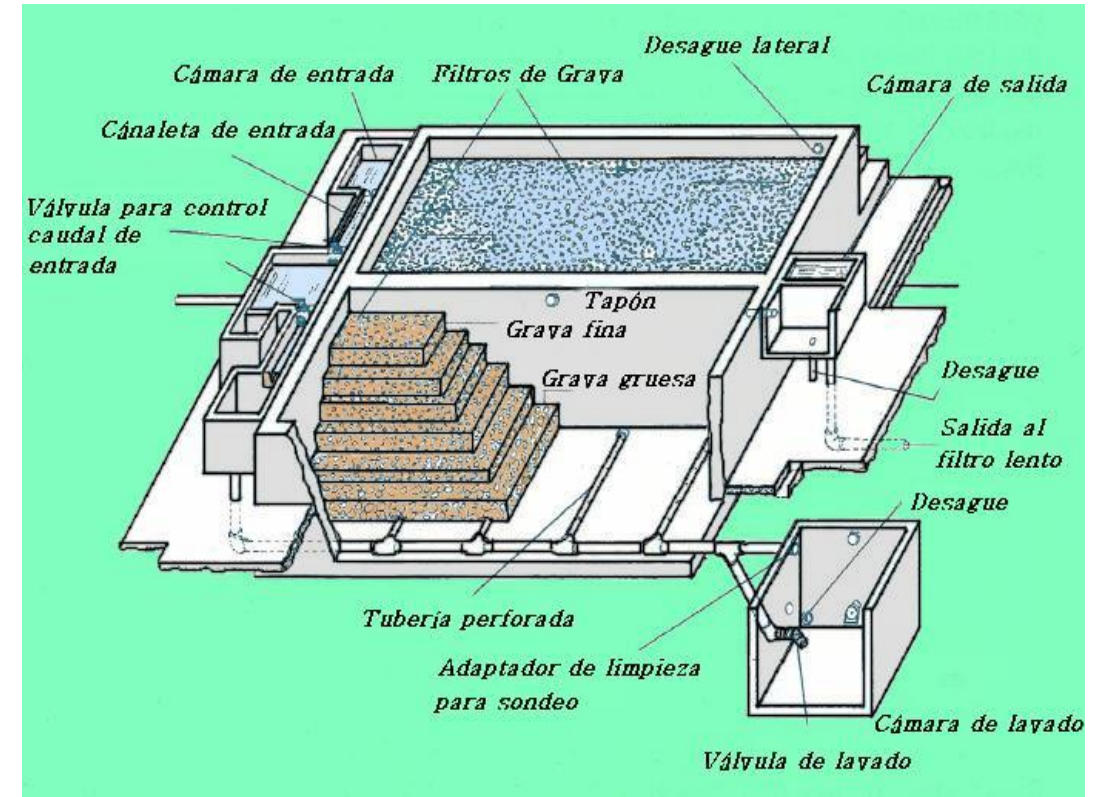
Filtro Grueso Ascendente en Serie



Componentes del Filtro Grueso Ascendente

Básicamente un filtro grueso ascendente está compuesto de:

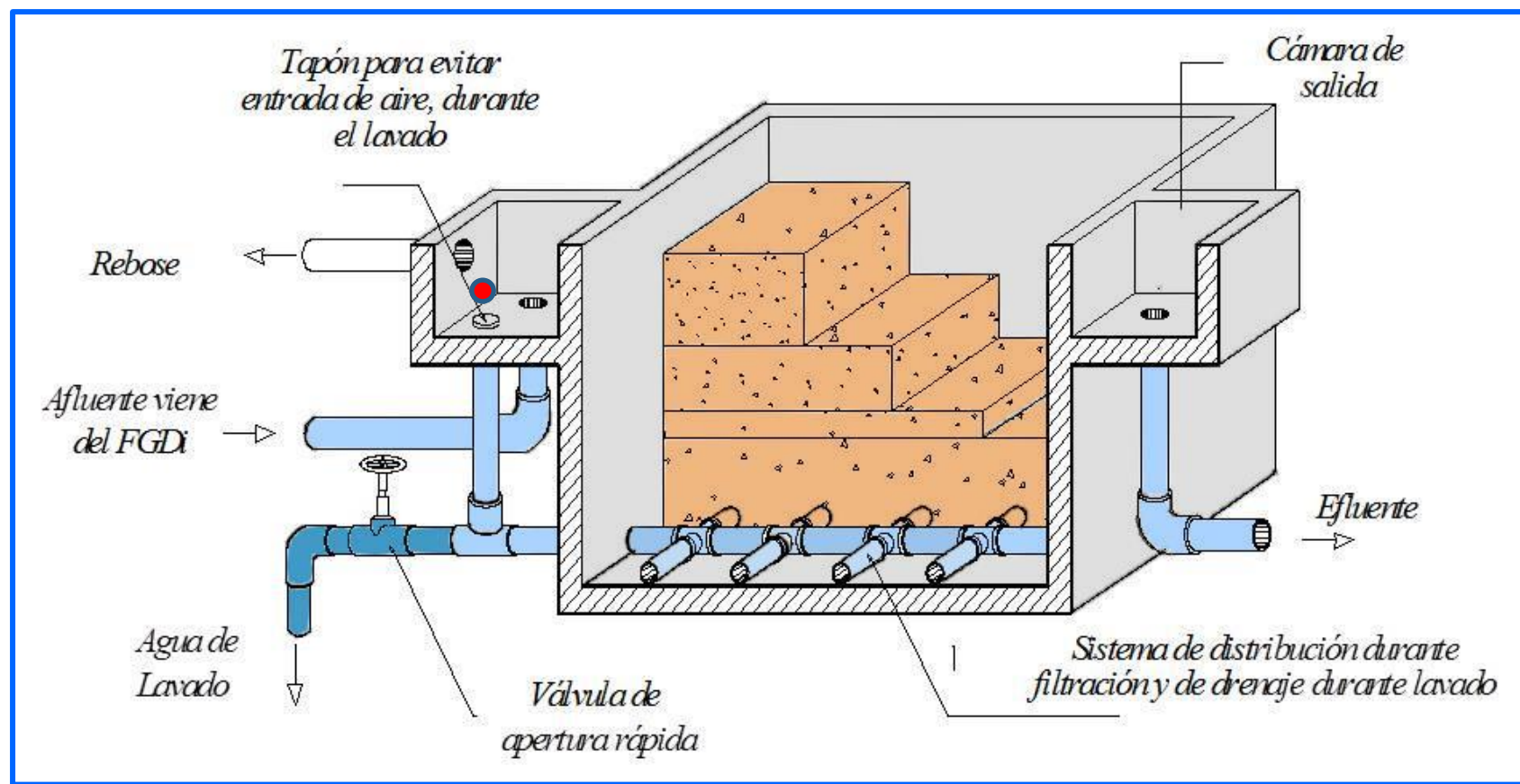
- ✓ Cámaras de filtración, con 1, 2 ó 3 compartimientos
- ✓ Lecho filtrante
- ✓ Estructuras de entrada y salida
- ✓ Sistema de drenaje y cámara de lavado
- ✓ Accesorios de regulación y control
- ✓ Dispositivos para la limpieza superficial





Como funciona un Filtro Grueso Ascendente

El agua proveniente de la obra de toma o del Filtro Grueso Dinámico llega por las tuberías o canaletas a las cámaras de entrada y se distribuye por la tubería perforada que hay en el fondo del filtro; de allí el agua asciende a través de las capas de grava hasta la superficie, de donde pasa a la cámara de salida que va al Filtro Lento.

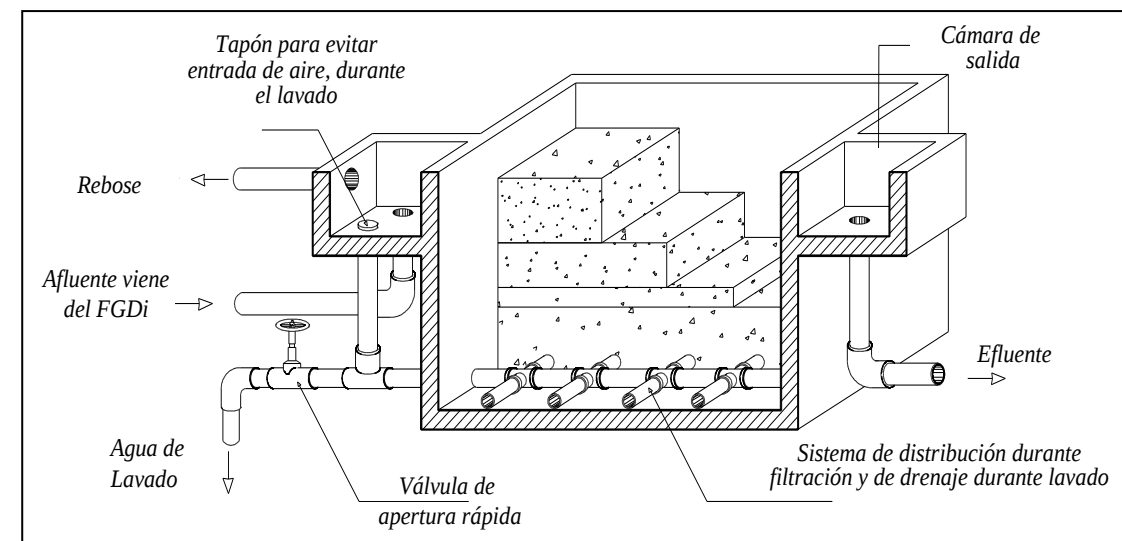


Guías de Diseño para Filtros Gruesos Ascendentes (FGA).

Criterio	Valores Recomendados
Período de diseño (años)	8 - 12
Período de operación (h/d)	24
Velocidad de filtración (m/h)(*)	0.3 - 0.6
Número de unidades en serie	
. FGAC	1
. FGAS	2 - 3
Lecho Filtrante	
Longitud total (m)	
. FGAC	0.60 - 0.90
. FGAS	1.15 - 2.35
Tamaño (mm)	Según tabla 9.2
Lecho de soporte total	
. Longitud (m)	0.30 - 1.25
. Tamaño (mm) (**)	Según tabla 9.2
Altura sobrenadante de agua (m)	0.10 - 0.20
Carga estática de agua para lavado en contraflujo (m) (***)	2.5 - 3.0
Area de filtración por unidad (m ²)	15 - 25

Lecho filtrante recomendado para Filtros Gruesos

Lecho Filtrante (mm)	Altura (m)					
	FGAC	FGAS 2		FGAS 3		
		1	2	1	2	3
19 - 25	0.30*	0.30*		0.30*	0.20*	
13 - 19	0.20 - 0.30	0.30 - 0.45	0.20*	0.15	0.15*	0.15*
6 - 13	0.15 - 0.20	0.30 - 0.45	0.15*	0.45 - 0.75	0.15*	0.15*
3 - 6	0.15 - 0.20		0.30 - 0.45		0.40 - 0.70	0.15*
1.6 - 3	0.10 - 0.20		0.25 - 0.40			0.45 - 0.75
Total (m):						
• Soporte	0.30	0.30	0.35	0.30	0.50	0.45
• Lecho Filt.	0.60 - 0.90	0.60 - 0.90	0.55 - 0.85	0.60 - 0.90	0.40 - 0.70	0.45 - 0.75





Eficiencia de remoción de los Filtros Gruesos ascendentes (FGA)

Parámetro	Reducción Típica
Sólidos Suspendidos	Alcanza hasta el 95%, siendo 90% el valor comúnmente reportado en fuentes superficiales con altos contenidos de material suspendido, en el rango de 50 a 200 mg/l. En fuentes con material suspendido en el rango de 5 a 50 mg/l, se reportan remociones del orden del 50 al 90%.
Turbiedad	Entre 50 y 80% en fuentes superficiales de valle, siendo mayores para los FGAS. En fuentes superficiales de ladera la remoción está en el rango 50 - 90%
Color Real	Remociones entre 20 y 50%
Hierro y Manganeseo	Alrededor del 50%
Coliformes Fecales	Reducciones entre 0.65 y 2.5 unidades log, siendo mayor para FGAS tratando agua con contaminación bacteriológica en el rango de 20000 a 100000 UFC/100 ml y contenido de sólidos suspendidos entre 20 y 200 mg/l. La menor eficiencia se presentó con fuentes de calidad bacteriológica entre 500 y 20,000 UFC/100 ml.



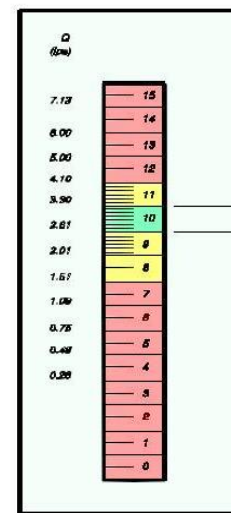
Tareas de operación y mantenimiento del filtro grueso ascendente

Tipo Operación	Actividad
Diarias	✓ Medición, control y registro diario del caudal de entrada. ✓ Medición y registro diario de la turbiedad del agua. ✓ Retiro diario del material flotante.
Periódicas	✓ Medición y registro diario de la pérdida de carga ✓ Limpieza semanal ✓ Limpieza mensual
Eventuales	✓ Revisión de la tubería de entrada de agua al filtro ✓ Retiro y lavado de toda la grava del filtro

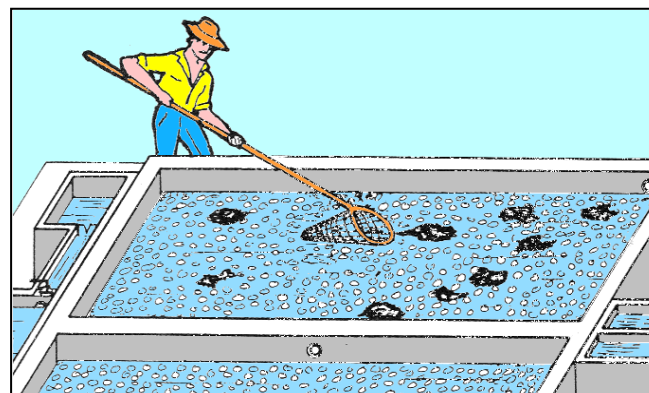
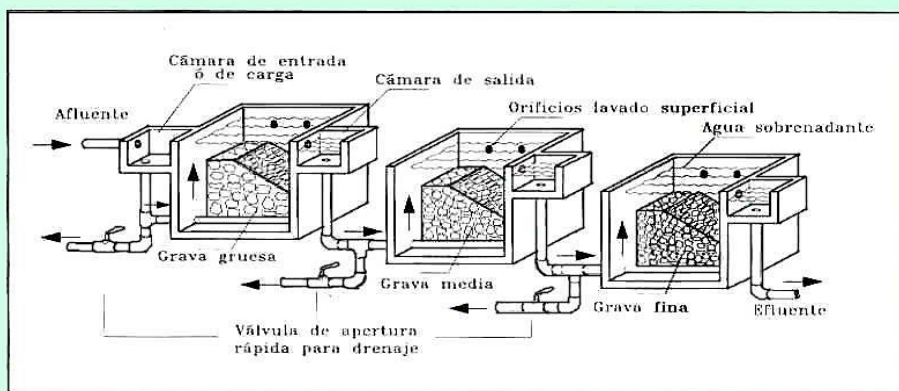
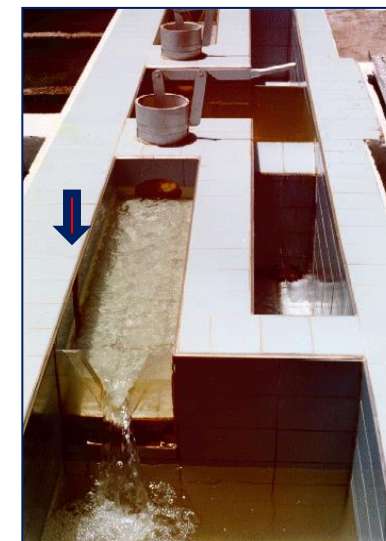


Operación y mantenimiento diario, FGAS

Actividad	Acciones claves
Medición y control de caudal	■ Chequear nivel de agua en la reglilla de aforo de cada unidad. ■ Ajustar válvula de entrada, según se requiera, hasta alcanzar el caudal de operación del filtro.
Medición de turbiedad	■ Medir turbiedad del agua a la entrada del filtro grueso ascendente, utilizando el equipo de campo. ■ Cerrar válvula cuando la turbiedad del agua afluente sea mayor que el valor previsto para operación normal.
Retiro de material flotante	Retirar material desprendido del lecho filtrante con una nasa.
Registro de información	Anotar en el libro de registro diario los valores de turbiedad del agua afluente y efluente al filtro grueso, fecha de lavado del filtro, cambios en el caudal durante el día, si se efectúan.
Medición de pérdida de carga	■ Medir nivel de agua en la cámara de entrada al filtro. ■ Lavar el filtro cuando la pérdida de carga sea mayor que el valor esperado al finalizar la carrera de filtración.



ZONA ROJA
ZONA AMARILLA
ZONA VERDE
ZONA AMARILLA
ZONA ROJA



Operación de un Filtro Grueso Ascendente

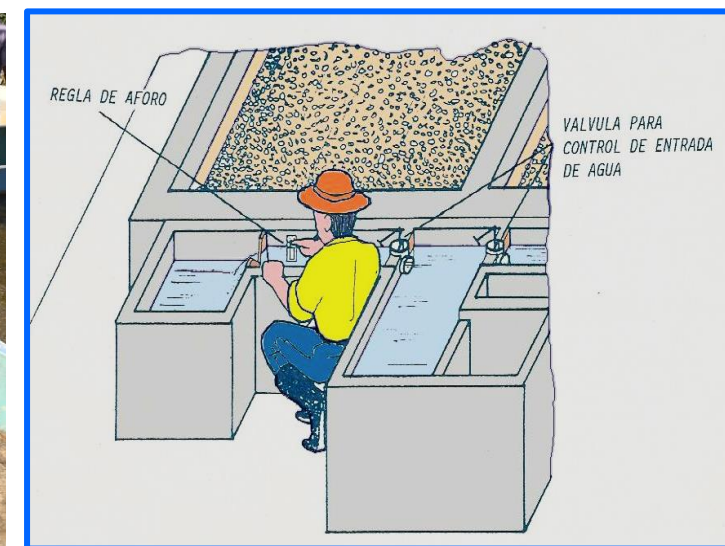
La operación de los filtros gruesos ascendentes está relacionada con el **control de: la velocidad de filtración** que depende del caudal de entrada, la calidad de agua efluente y la pérdida de carga.

Medición, control y registro diario del caudal de entrada

El Filtro Grueso Ascendente, **se diseña para trabajar con un caudal determinado**. Para saber si el Filtro está trabajando con el caudal para el cual fue diseñado, es necesario **medirlo en la regla de aforo** que está en la canaleta de entrada.

Cuando la cantidad de agua que llega al Filtro Grueso Ascendente es mayor o menor que la que aparece en la regla de aforo, realice lo siguiente:

- Controle el caudal que sale del **FGDi**, abriendo o cerrando la válvula de salida.
- Controle el caudal que entra a cada **FGAS**, con la válvula de entrada de cada uno, hasta que el nivel de agua coincida con la marca verde en la regla de aforo.
- Registre el caudal de entrada para tener control sobre su funcionamiento.





Medición y registro diario de la turbiedad

Para saber si el Filtro Grueso Ascendente está quitando la turbiedad al agua, **es necesario comparar la turbiedad del agua que entra al filtro y de la que pasa al Filtro Lento**, utilizando el turbidímetro. Si no hay turbidímetro compare el agua utilizando dos vasos de cristal.

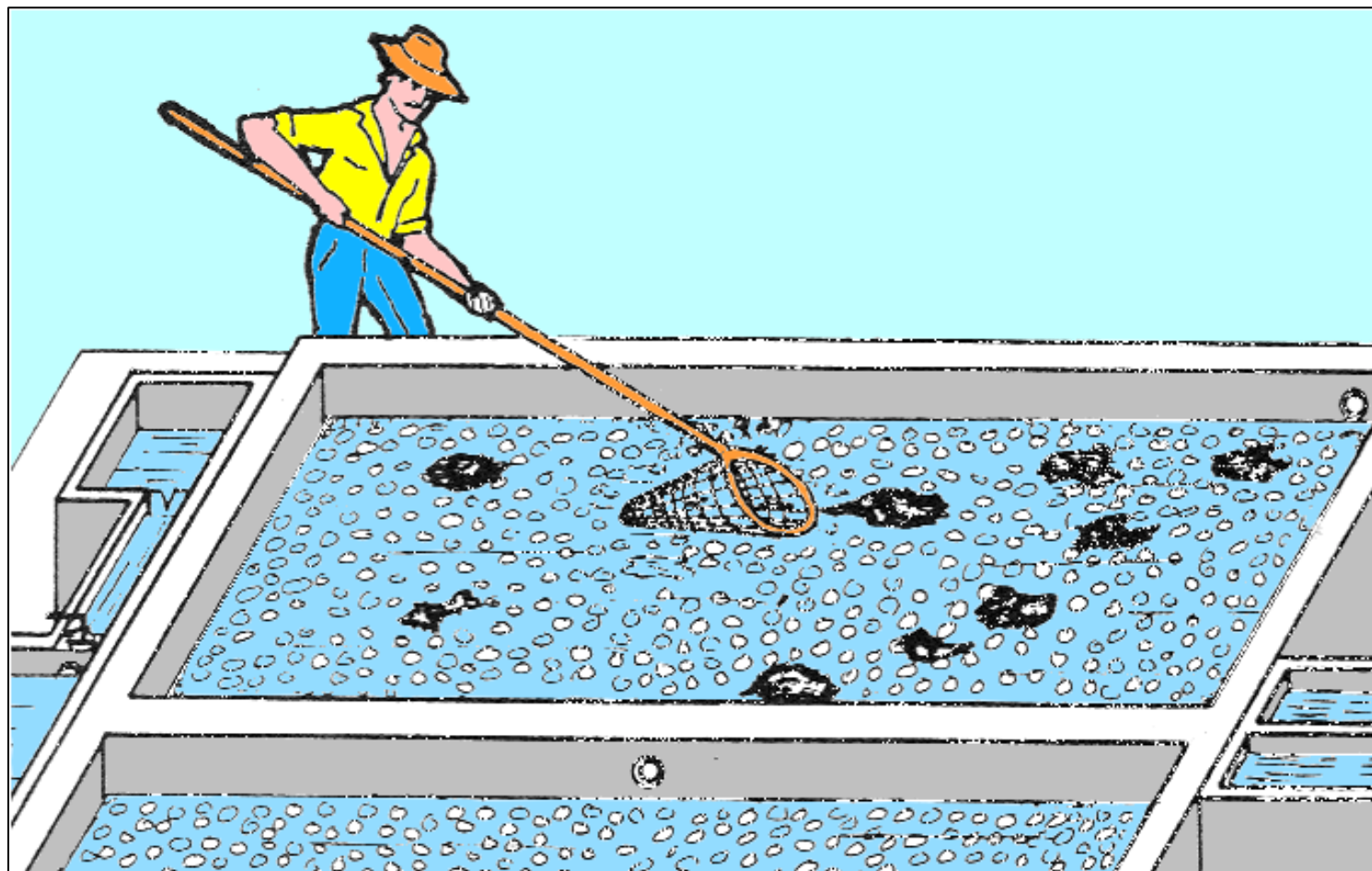
Es importante registrar la turbiedad del agua para tener control sobre el funcionamiento del filtro y tomar decisiones sobre su operación y mantenimiento.





Retiro del material flotante

Retire el material flotante (palos, hojas, papel, algas, insectos) *para que no se peguen en la grava y tapen el filtro*. Esta es una actividad diaria.





Medición y registro de la pérdida de carga

La medición de pérdida de carga **permitirá al operador tener control sobre las rutinas de mantenimiento y eficiencias de las unidades**. Para facilitar la lectura de la pérdida de carga, se puede trasladar el nivel de agua en la superficie del filtro grueso a la cámara de entrada; este nivel puede ser señalado con pintura a prueba de agua, a partir del cual el operador puede determinar fácilmente la pérdida de carga, midiendo la diferencia entre esta línea y el nivel de agua presente en la cámara.

La pérdida de carga **se produce a medida que el Filtro Grueso Ascendente se tapa** y se puede ver cuando se aumenta el nivel del agua en las cámaras de entrada del filtro.

La pérdida de carga disminuye después de la limpieza del filtro, o sea que baja el nivel de agua en la cámara de entrada.

La pérdida de carga también **aumenta cuando el caudal es mayor**, por esto mantenga el Filtro trabajando con el caudal para el cual fue diseñado,





Cómo se mide la pérdida de carga?

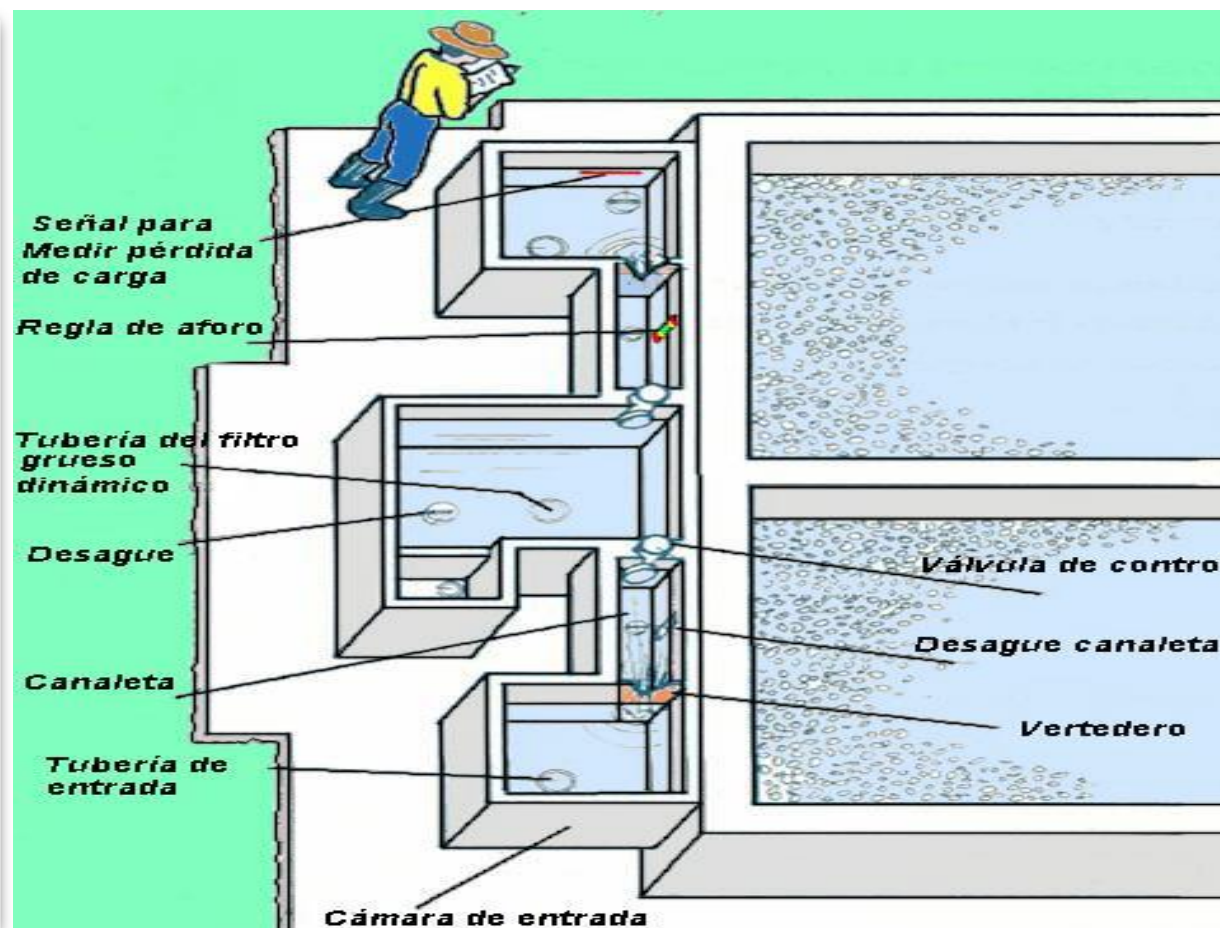
Para medir la pérdida de carga se utiliza una regla o metro. Ubique el cero de la regla o metro en la señal pintada en una de las paredes de cada cámara de entrada y mire hasta qué número llega el nivel de agua en la cámara. Este valor es el equivalente a la pérdida de carga del filtro.

Cada cuánto se mide?

Es importante medir la pérdida de carga en el filtro grueso ascendente por lo menos tres veces a la semana (lunes, miércoles y viernes).

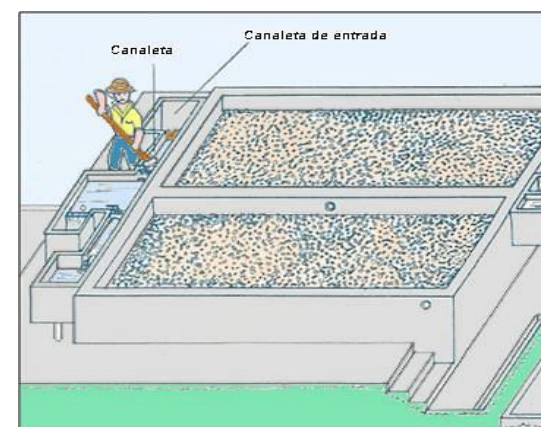
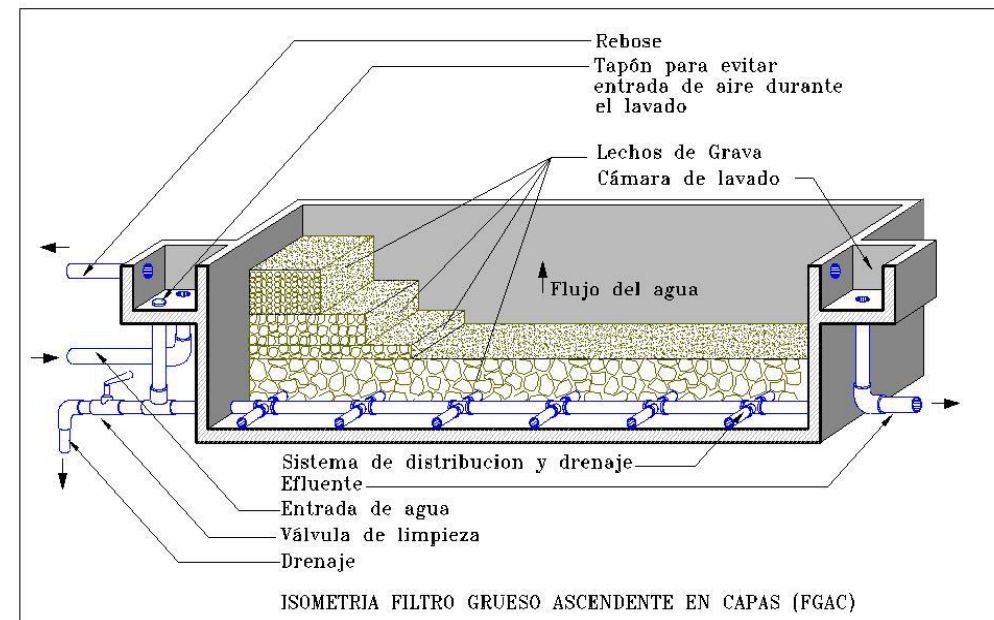
Para qué se mide y registra la pérdida de carga?

Para poder tomar decisiones que ayuden a prevenir el taponamiento del filtro y evitar la disminución del agua filtrada.



Operación y mantenimiento periódico, FGA

Actividad	Acciones claves
Lavado semanal del filtro	
Limpieza cámara de entrada	* Desprender material adherido en el fondo y en paredes de la cámara. Utilizar cepillo con cerdas metálicas o material sintético.
Limpieza hidráulica del filtro (lavado de fondo)	* Medir pérdida de carga. * Cerrar entrada de agua a la unidad. * Cerrar salida de agua filtrada. * Abrir y cerrar 10 veces seguidas la válvula de apertura rápida, dejar abierta la válvula y drenar el filtro hasta que el agua de lavado sea ópticamente similar al afluente. Cerrar válvula * Abrir entrada de agua y llenar filtro.
Limpieza cámara de salida	* Desprender material adherido al fondo y paredes de la cámara.
Poner en funcionamiento	* Abrir salida de agua hacia el filtro lento cuando el efluente de la unidad recién lavada haya aclarado.⁽¹⁾
Revisar eficiencia del lavado del filtro	* Medir pérdida de carga y comparar con valor medido antes del lavado, si es mayor volver a lavar el filtro.
Lavado mensual del filtro	
Limpieza cámaras de entrada y salida	* Desprender material adherido al fondo y paredes de cámaras, con un cepillo de cerdas metálicas o sintéticas.
Limpieza superficial de la grava	* Cerrar salida de agua filtrada. * Abrir tapones laterales ó adaptadores de limpieza. * Remover la superficie de la grava, hasta que el agua de lavado aclare, utilizando una pala metálica. * Cerrar tapones laterales. * Cerrar entrada de agua.
Limpieza hidráulica del filtro (lavado de fondo)	* Realizar dos drenajes del filtro siguiendo las recomendaciones del lavado semanal. Antes de iniciar el segundo lavado, llene el filtro. * Abrir entrada de agua. * Abrir salida de agua.



Limpieza semanal del FGA

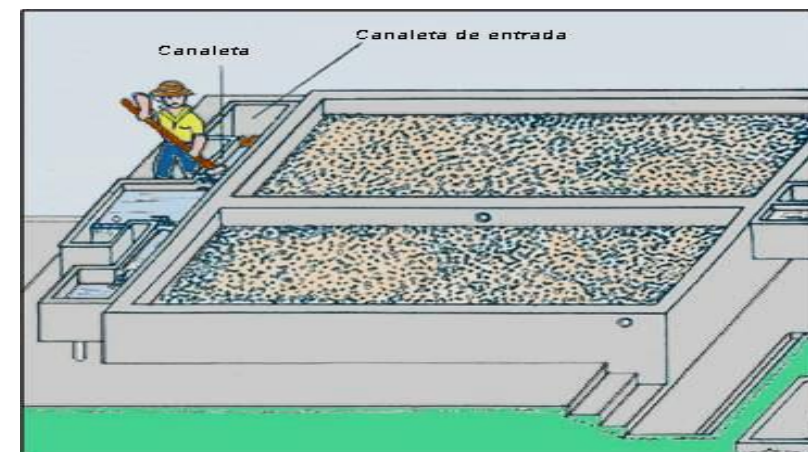
El Filtro Grueso Ascendente se debe limpiar por lo menos una vez a la semana **para evitar que se tape con la suciedad** y no deje pasar el agua.

Aliste los implementos necesarios para la limpieza:
Cepillo, balde, impermeable, guantes y botas.

Cómo se realiza esta limpieza?

1. Limpie las Canaletas y Cámaras de entrada de agua

- Coloque los tapones en la entrada de agua a cada filtro y destape los desagües de las canaletas y las cámaras de entrada.
- Cepille las paredes, el fondo de las canaletas, los vertederos y las cámaras de entrada y enjuague.
- Coloque de nuevo los tapones en los desagües y deje tapada la entrada de agua del filtro al que le va a hacer los choques.

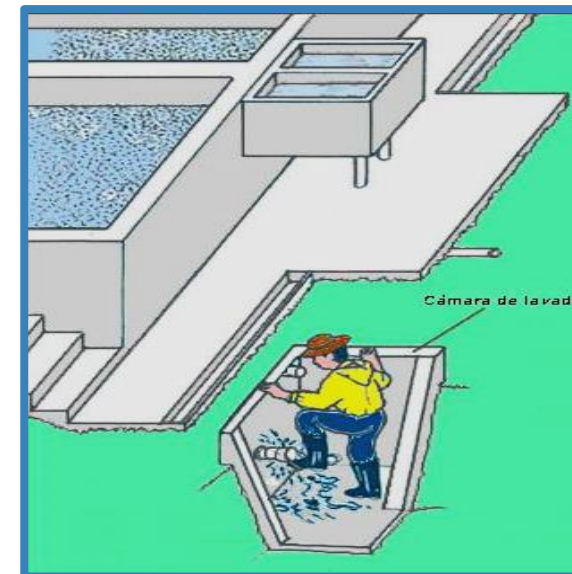




Limpieza semanal del FGA, continuación

2. Limpie las gravas del fondo del filtro ("choques")

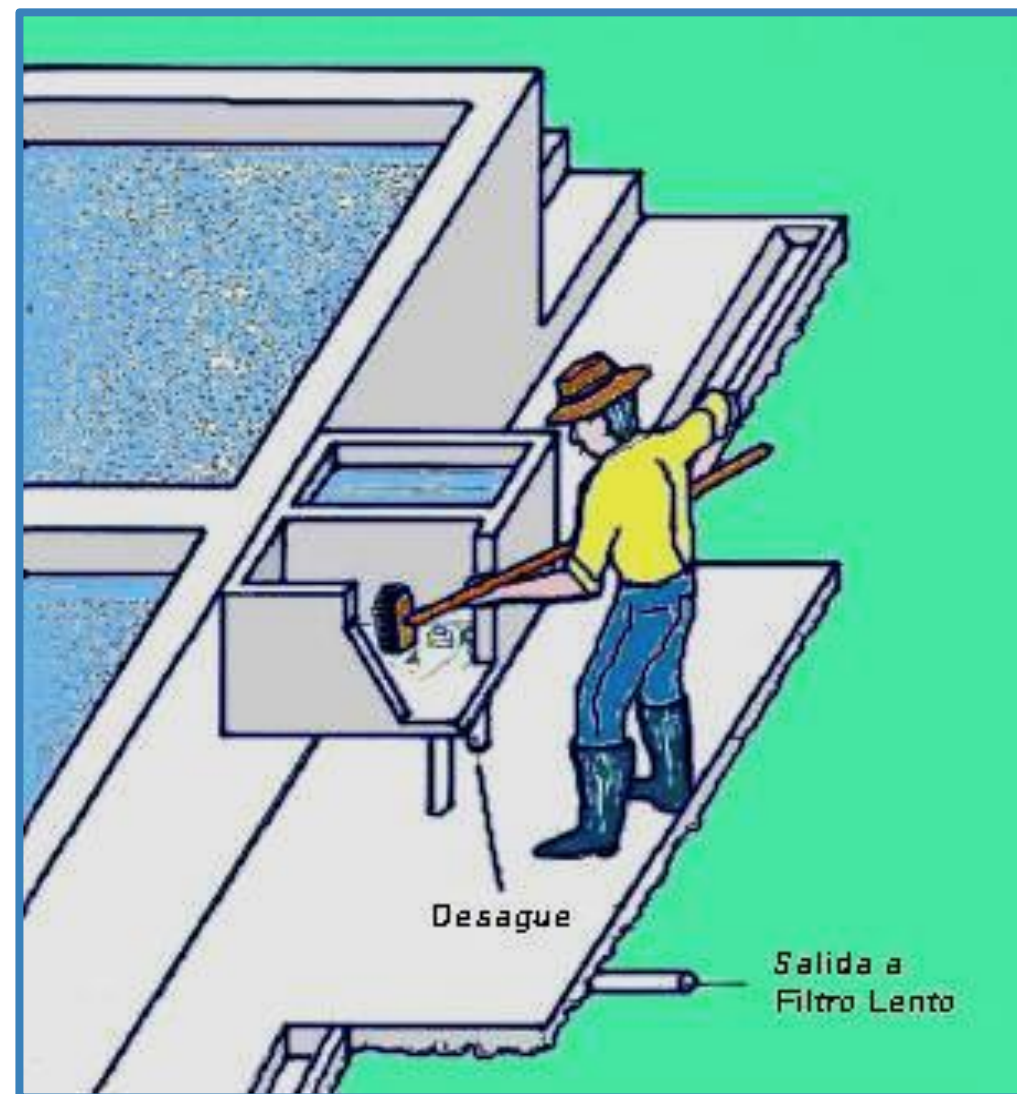
- Tape la salida del agua hacia el filtro lento (en la cámara de salida).
- Realice los "choques" al filtro abriendo y cerrando la válvula de lavado diez veces seguidas, para sacar la suciedad acumulada en la grava.
- Deje que el agua salga hasta que aclare y cierre la válvula de lavado.
- Quite el tapón de la entrada de agua al filtro para que se llene.



Limpieza semanal del FGA, continuación

3. Limpie la Cámara de Salida

- ✓ Quite los tapones de desagüe de la cámara y mantenga cerrada la salida del agua hacia el Filtro Lento.
- ✓ Cepille las paredes y el fondo de la cámara y enjuague.
- ✓ Ponga los tapones a los desagües
- ✓ Abra la salida del agua del FGA, para que pase al filtro lento.
- ✓ Controle con la válvula de entrada el caudal que entra a cada FGA sea el indicado en la línea verde de la regla de aforo.



Limpieza mensual del Filtro Grueso Ascendente

Como en el lavado semanal no se remueve totalmente la suciedad acumulada en las diferentes capas de grava, es necesario realizar cada mes una limpieza más completa del Filtro Grueso Ascendente. Registre la fecha de la limpieza y especifique cuál filtro limpió.

Cómo se realiza esta limpieza?

1. Aliste los implementos necesarios para la limpieza:

Cepillo, pala, balde, impermeable, botas y guantes.

2. Limpie las canaletas y cámaras de entrada de agua:

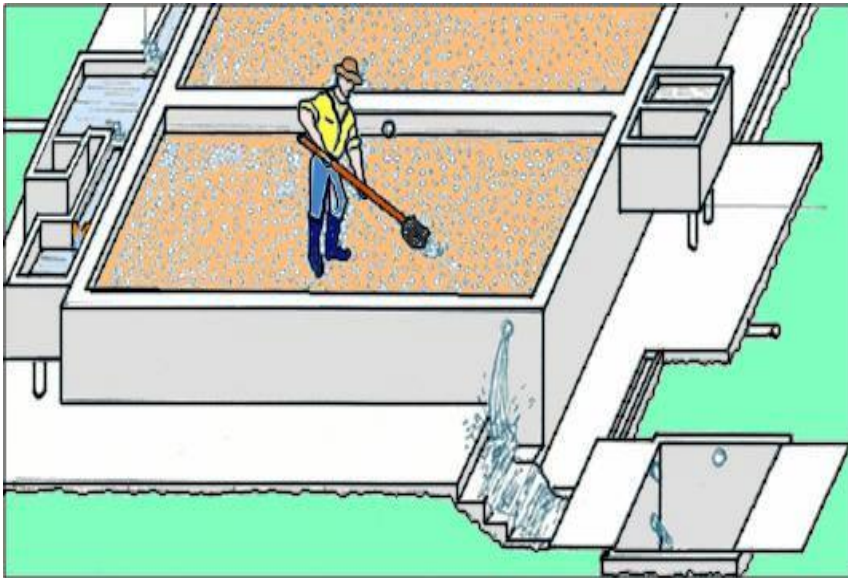
Cepille y enjuague las canaletas y las cámaras de entrada igual que en la limpieza semanal



Limpieza mensual del FGA, continuación

3. Limpie la grava superficial del filtro

- Destape la entrada del agua al Filtro Grueso Ascendente y tape la salida al filtro lento.
- Coloque el tapón en el tubo ubicado en el muro que separa los dos filtros y destape los desagües laterales del filtro que está limpiando. **Cuando no hay desagües laterales, el agua sucia debe salir por el desagüe de la cámara de salida del Filtro Grueso Ascendente.**
- Revuelva con una pala la grava superficial para sacar la suciedad acumulada y deje salir el agua hasta que aclare. **Manteniendo cerrada la salida al filtro lento para evitar que le llegue agua sucia**
- Coloque los tapones laterales en los desagües y quite el del muro divisorio.

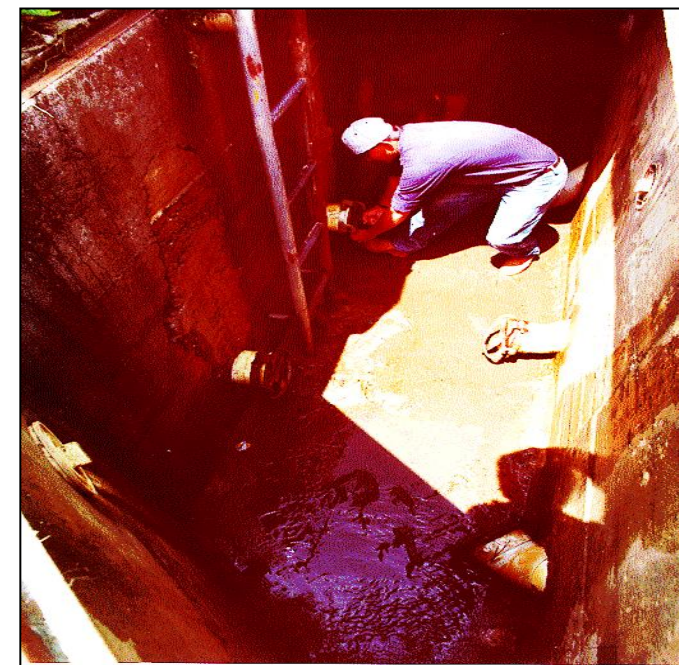




Limpieza mensual del FGA, continuación

4. Limpie la grava del fondo del filtro ("Choques")

- ✓ Tape la entrada del agua al Filtro Grueso Ascendente que está lavando.
- ✓ Realice los "choques" abriendo y cerrando, diez veces seguidas, la válvula de lavado y deje que el agua salga hasta que aclare.
- ✓ Cierre la válvula de lavado y destape la entrada del agua al filtro para que se vuelva a llenar.
- ✓ Tape de nuevo la entrada de agua al filtro y repita los choques dejando que el agua salga hasta que aclare.
- ✓ Ponga a funcionar de nuevo el filtro cerrando la válvula de lavado y destapando la entrada del agua.



Limpieza mensual del FGA, continuación

5. Limpie la Cámara de salida

- ✓ Limpie la cámara de salida igual que en la limpieza semanal y cuando termine, tape el desagüe y destape la salida al Filtro Lento.
- ✓ Durante las tareas de limpieza del Filtro Grueso Ascendente mantenga cerrada la salida del agua hacia el Filtro Lento.
- ✓ Registre la fecha de la limpieza y especifique cuál filtro limpió.

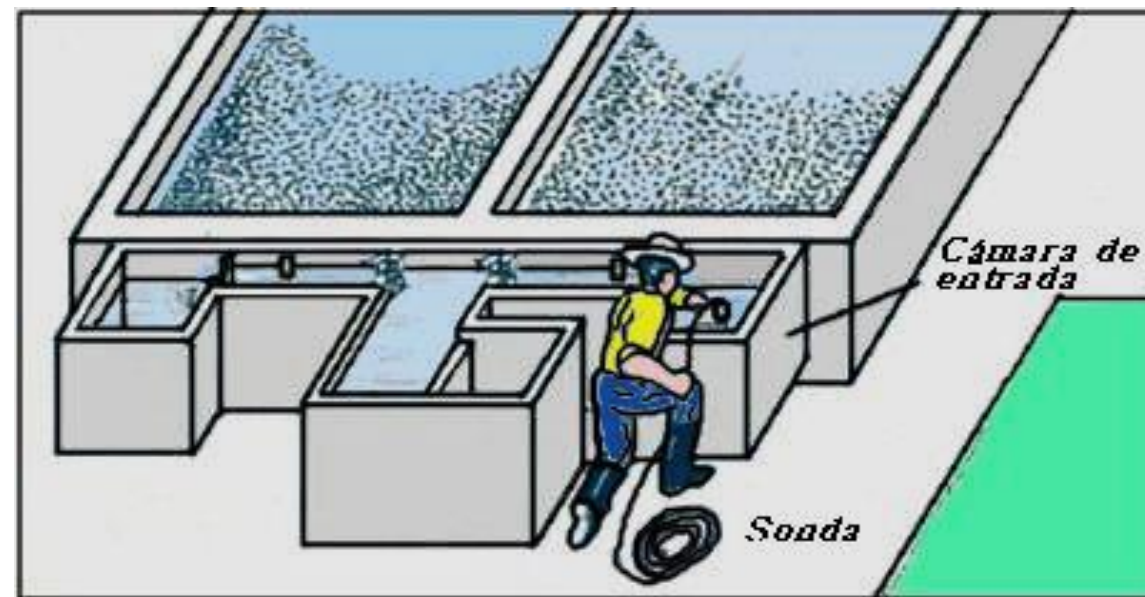
Si después de realizar adecuadamente las tareas de limpieza semanales y mensuales la pérdida de carga no disminuye, es decir, si el nivel de agua en la cámara de entrada no baja, es necesario hacer una revisión a la tubería de entrada de agua al filtro.

Para qué se realiza esta tarea?

Para quitar cualquier obstrucción con basura o material extraño que se encuentre en la tubería de entrada de agua al filtro.

Cómo se realiza?

Introduzca una sonda por el tubo ubicado en la cámara de entrada.

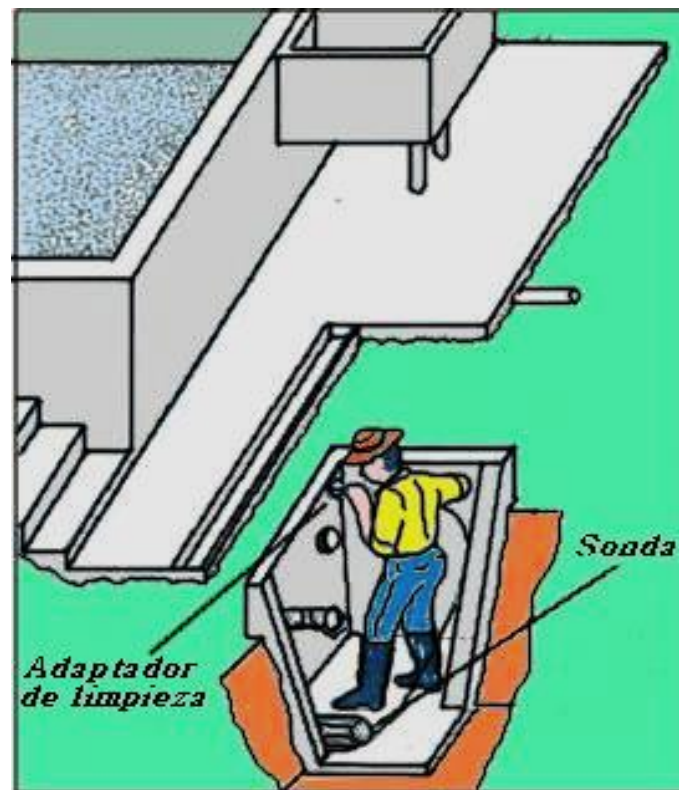




Limpieza mensual del FGA, continuación

Que hacer si continua obstruida?

Si continúa obstruido, **introduzca la sonda por el adaptador de limpieza ubicado en la cámara de lavado del filtro.** Si con la sonda no encontró obstrucción es porque las gravas del filtro tienen demasiado lodo y entonces, **es necesario sacar y lavar toda la grava.**

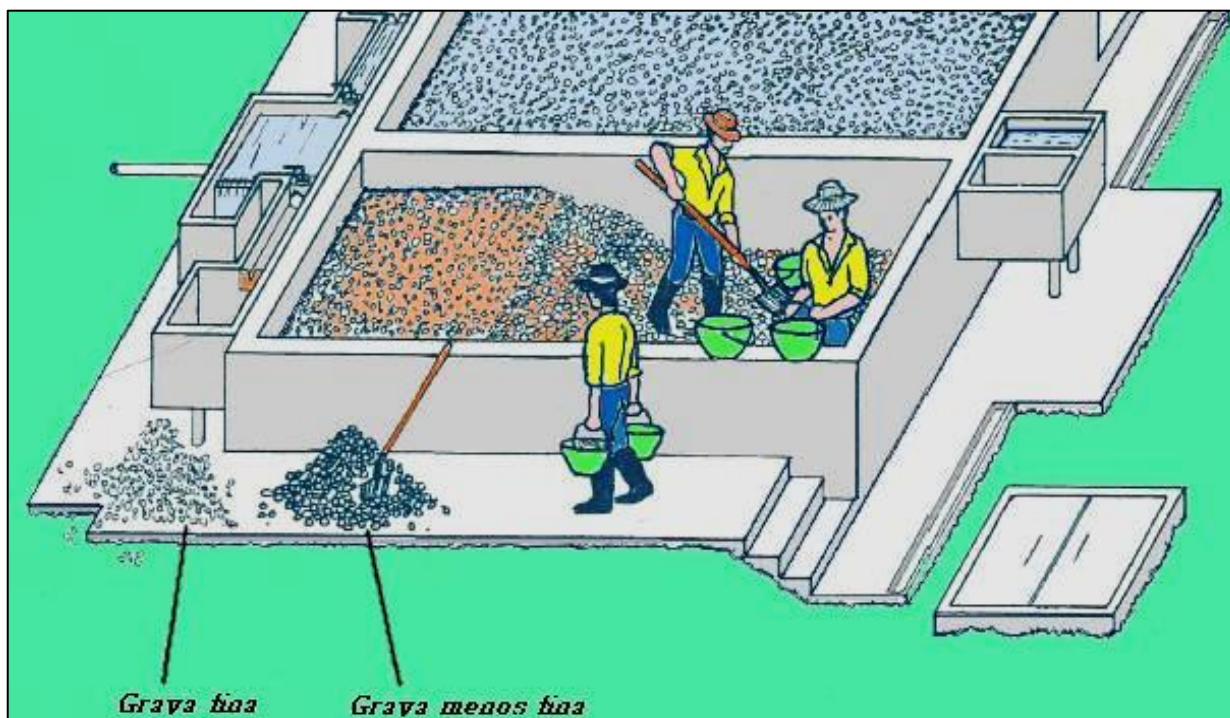




Retiro y lavado de toda la grava del filtro

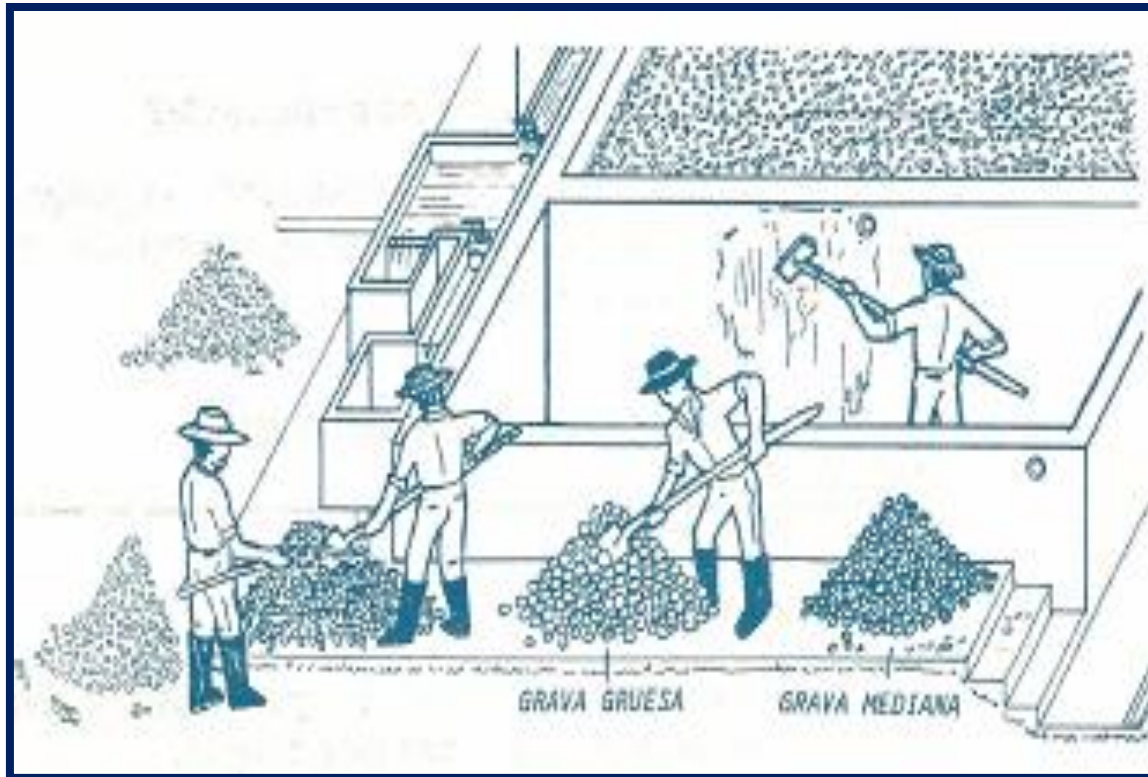
Cómo se realiza?

- a) Cierre la válvula de entrada de agua al filtro y abra la válvula de lavado para vaciar toda el agua.
- b) Saque las capas de grava del filtro separándolas por tamaños.



Retiro y lavado de toda la grava del filtro, continuación

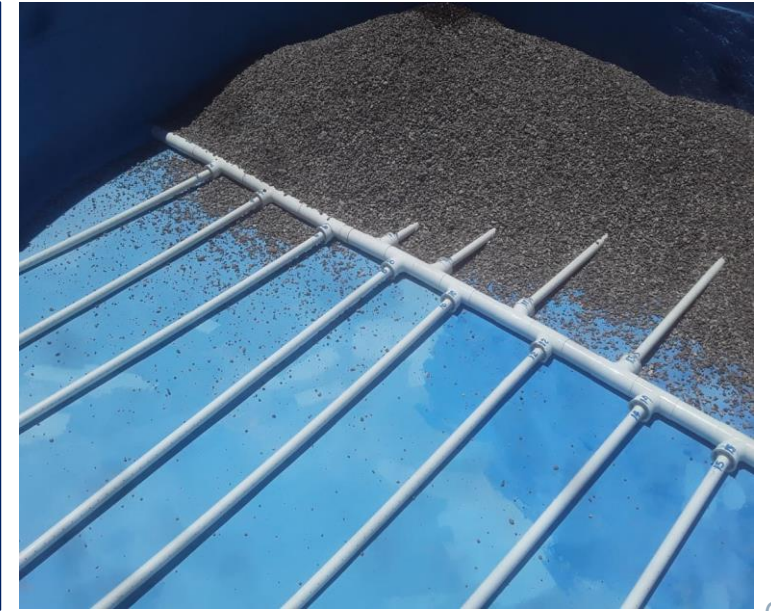
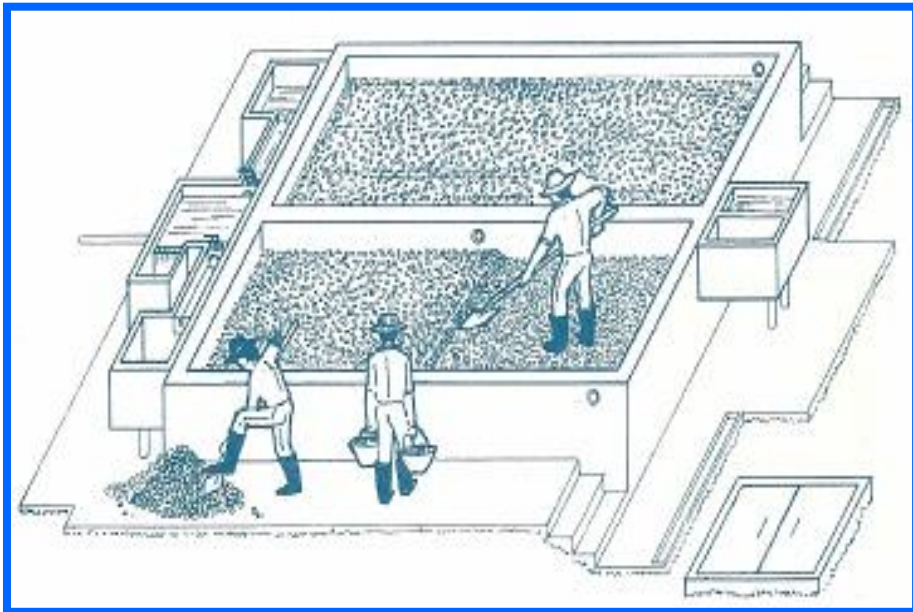
- c) Lave cada capa de grava revolviéndola con una pala, cuidando de no mezclar las capas.
- d) Cepille las paredes, el fondo y los tubos que hay en el filtro.



Retiro y lavado de toda la grava del filtro, continuación

- e) Coloque de nuevo en el filtro las capas de grava lavadas cuidando que queden en el mismo orden en que estaban, las capas de gravas grandes abajo y las pequeñas arriba.
- f) Cierre la válvula de lavado y abra la válvula de entrada de agua al filtro para que vuelva a funcionar. Controle que la cantidad de agua que entra al Filtro sea la adecuada, para que pueda funcionar bien.

Controle que la cantidad de agua que entra al filtro sea la adecuada, para que pueda funcionar bien.



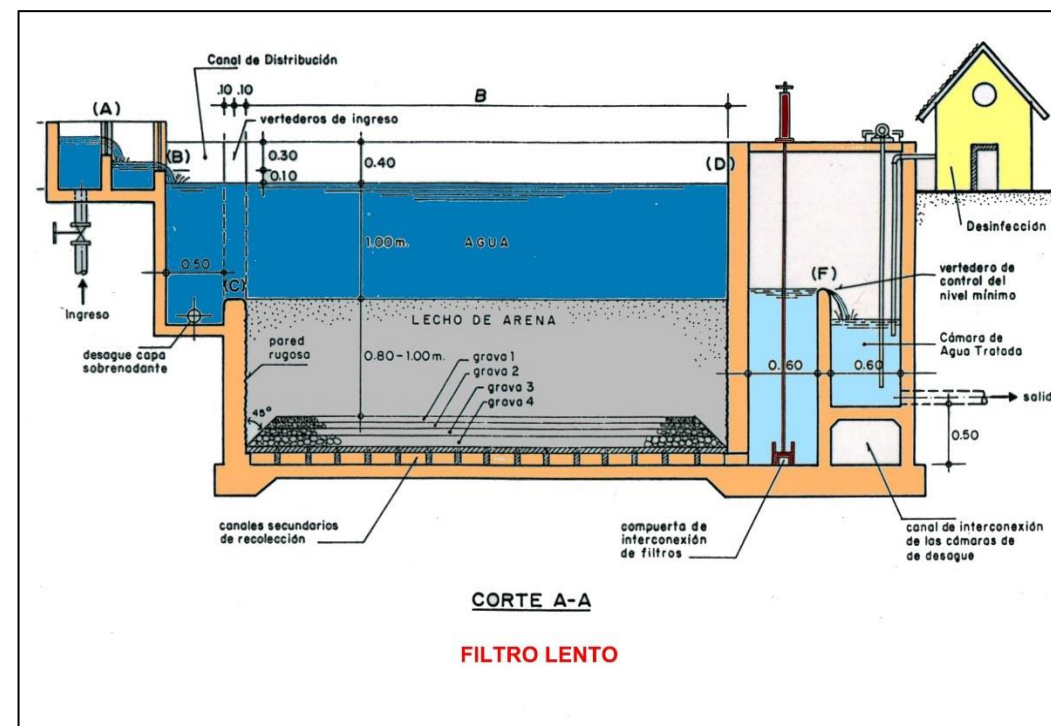
Filtro Lento (FLA)

La filtración lenta es un proceso de purificación del agua que consiste en hacerla pasar a través de un medio poroso, generalmente un lecho granular de arena.

Durante su paso, la calidad del agua mejora considerablemente, por reducción del número de microorganismos (bacterias, virus quistes), eliminación de materias en suspensión y de materia coloidal.

Componentes de la unidad

- Estructura de ingreso(Válvulas y vertederos)
- Capa de agua sobrenadante
- Caja de filtros(mínimo dos Unidades)
- Lecho filtrante
- Canal de limpieza(cuando se usa método de trillado)
- Sistema de drenaje (Drenes, bloques y ladrillos perforados)
- Dispositivos de control y regulación



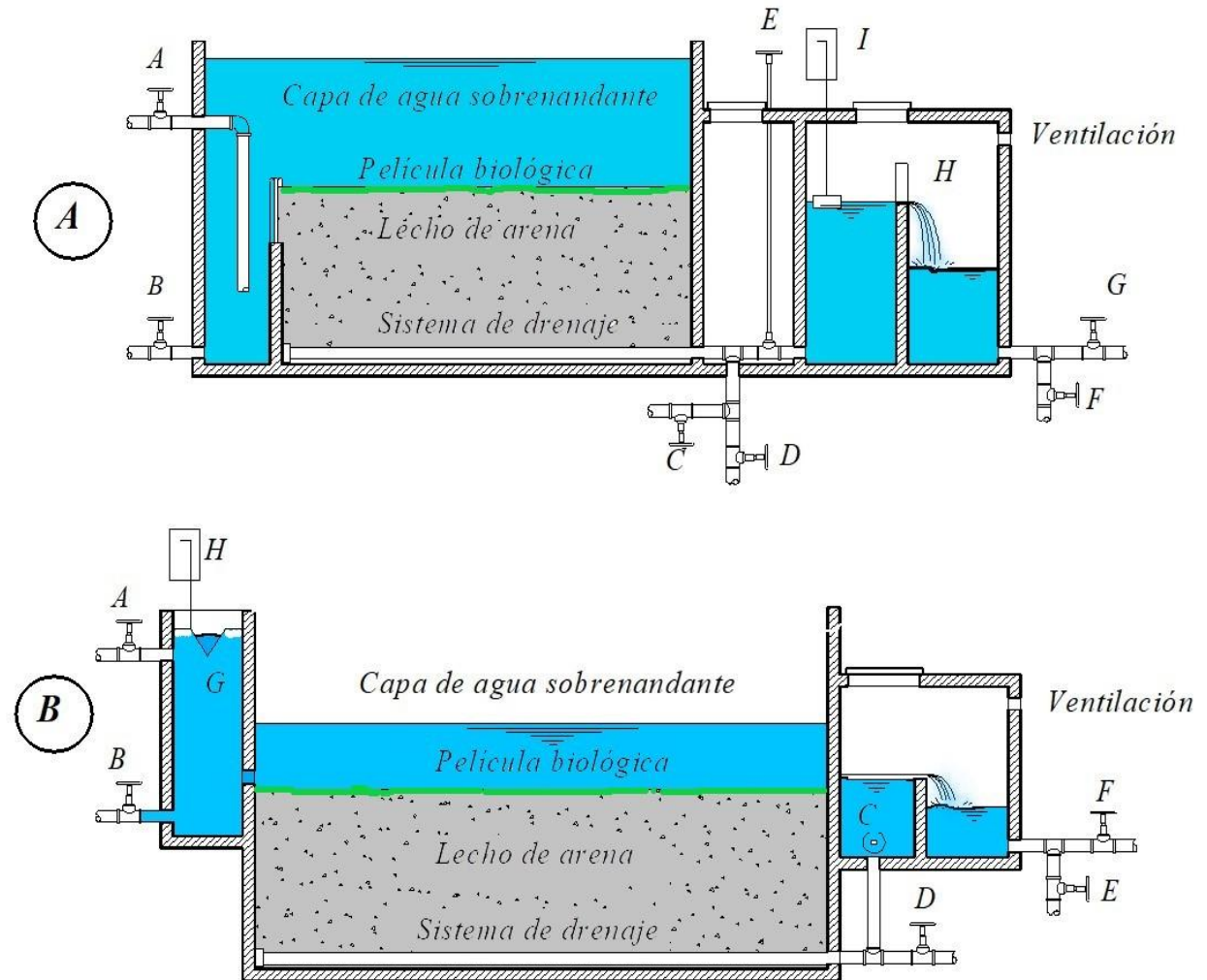
Como funciona un filtro lento

El agua llega por las canaletas a las cámaras de entrada y de allí pasa a la superficie de la arena por un boquete o una tubería.

El agua llega a la superficie, filtra a través de la arena y es recogida en el fondo por una tubería perforada o un falso fondo que la lleva a la cámara de salida, de donde pasa al tanque de almacenamiento.

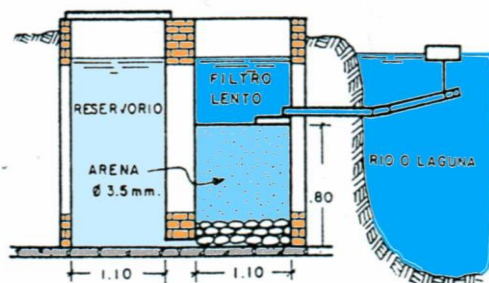
En la superficie de la arena se forma una **Capa Biológica** compuesta por los microorganismos que lleva el agua.

Esta capa es importante porque *los microorganismos que la forman se alimentan de la suciedad y lo microbios que contiene el agua.*





Tipos de filtros Lentos



FILTRO LENTO INTEGRADO CON ALMACENAMIENTO

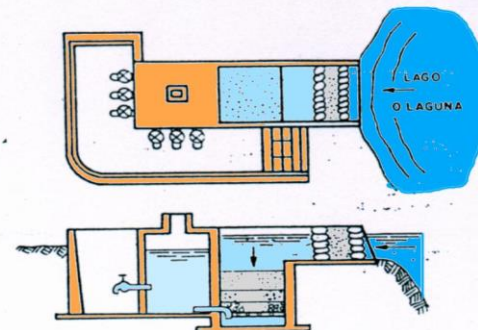


Figura 4.6
FILTRO LENTO INTEGRADO A UN PREFILTRO^{13/}

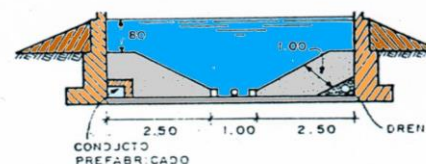


Figura 4.7
FILTRO DE LECHO INCLINADO^{14/}

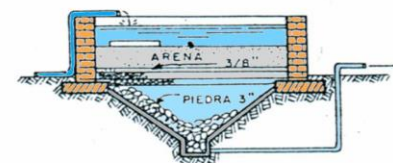
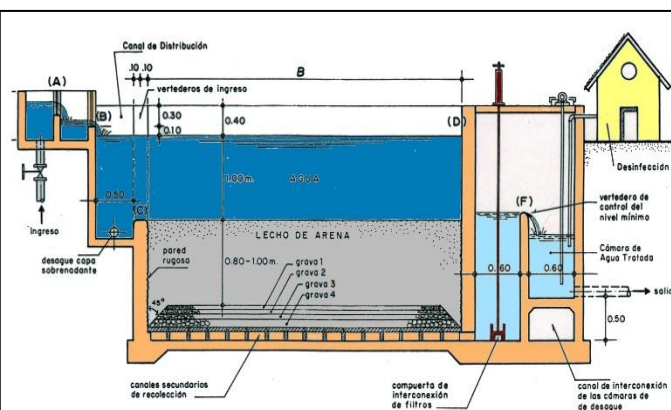
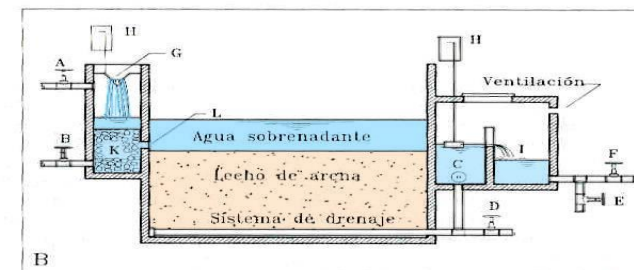
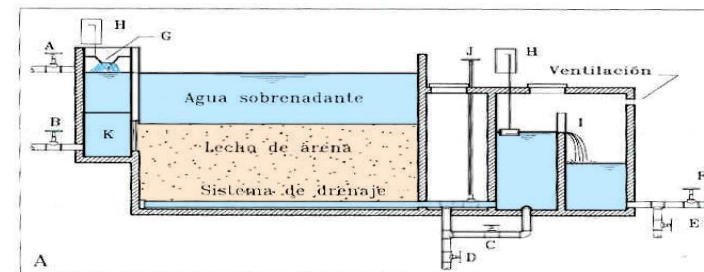
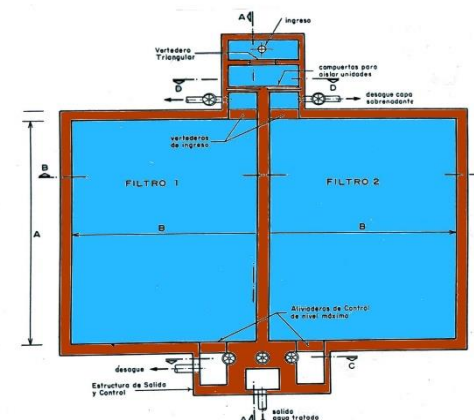


Figura 4.8
FILTRO DE FONDO INCLINADO^{14/}



CORTE A-A

FILTRO LENTO



Maduración del filtro Lento

Durante los dos primeros meses de funcionamiento de los filtros lentos no se puede asegurar que el agua que sale este libre de microorganismos que causan enfermedades, ya que la capa biológica no se ha formado.

Por esta razón, ***se recomienda que al comienzo de la operación de los filtros lentos funcionen con un caudal bajo*** y que durante los dos meses de maduración de la capa biológica se vaya aumentando poco a poco este caudal.

Para facilitar la maduración de la capa biológica es necesario controlar que:

- ***La turbiedad del agua que entra a los filtros lentos sea menor que 20 NTU.***
- ***Si es mayor disminuya la entrada de agua a los filtros gruesos hasta que el caudal sea la mitad de lo normal.***
- Si la turbiedad se mantiene por lo menos una hora, por debajo de 20 unidades, ponga a funcionar los filtros gruesos con el caudal normal.

Como se realiza el arranque del filtro lento

- Inicie la operación de los filtros lentos con un **25%** del caudal y manténgalos si durante **3** semanas.
- Si después de tres semanas la turbiedad del agua tratada es menor de **5** NTU, aumente el caudal hasta el **50%** y manténgalo así durante otras tres semanas.
- Si al cumplir seis semanas de estar funcionando, la turbiedad continua siendo menor que 5 NTU, aumente el caudal al **75%** y manténgalo así por tres semanas más.
- Si al cumplir las 9 semanas la turbiedad medida resulta menor de 5NTU, ponga a funcionar los filtros con el **100%** (caudal de diseño).

Si al cumplir cada período de tres semanas encuentra que la turbiedad del agua a la salida de los filtros lentos es mayor que 5 NTU, continúe operando los filtros con el mismo caudal que tiene en ese momento, hasta que la turbiedad sea menor o igual que 5 NTU.

Recuerde **asegurar la desinfección del agua que sale de los filtros lentos**; si esto no es posible, avise a la comunidad para que hierva el agua.

Puesta en marcha del filtro Lento

Para lograr su adecuado funcionamiento **es muy importante que la puesta en marcha del filtro se realice lentamente**, con el fin de alcanzar la formación y maduración de la **capa biológica** en un tiempo más corto; en la tabla siguiente se describen los pasos requeridos para ponerlo en marcha.

Actividad	Acciones Claves
Llenar ascendentemente el filtro	Abastecer la unidad utilizando la conexión provisional (C) hasta que el agua aparezca sobre la superficie de arena. Conservar (D) cerrado.
Nivelar la superficie del lecho de arena.	- Abrir la válvula (D) para descender el nivel de agua hasta 0.1 m debajo de la superficie de arena. Conservar (C) cerrado. - Nivelar las irregularidades en la superficie de arena.
Poner en marcha el filtro	- Realizar nuevamente la conexión provisional (C) hasta que el nivel del agua alcance 0.2 m sobre la superficie de arena. Cerrar (C). - Abrir la válvula (A) de regulación del filtro y mantener la velocidad de filtración en 0.02 m/h. - Abrir la válvula (E) de desagüe del agua filtrada. - Aumentar la velocidad de filtración 0.02 m/h cada semana hasta alcanzar la velocidad de diseño (generalmente 0.10 ó 0.15 m/h). Si al alcanzar la velocidad de diseño, la turbiedad es superior a 5 UNT, se debe continuar con la misma velocidad hasta que la turbiedad sea inferior a 5 UNT.
Retirar el material flotante	Abrir válvula (B) o utilizar el cuello de ganso.
Revisar la calidad del agua	Durante el período de maduración del filtro, medir a diario si el agua filtrada reúne los criterios de calidad acordados para suministro.
Pasar el agua filtrada al sistema de abastecimiento	Cuando la calidad el agua filtrada sea aceptable, cerrar la válvula (E) de desagüe del agua filtrada y abrir la válvula (F) de distribución.

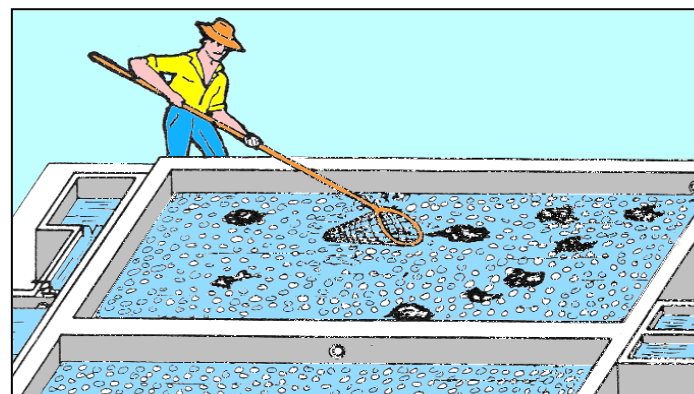
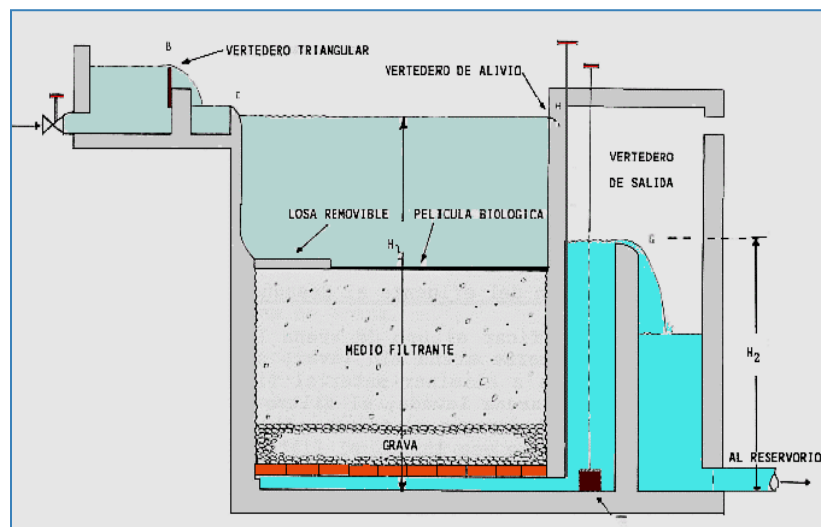
Operación normal de un filtro lento

Actividad

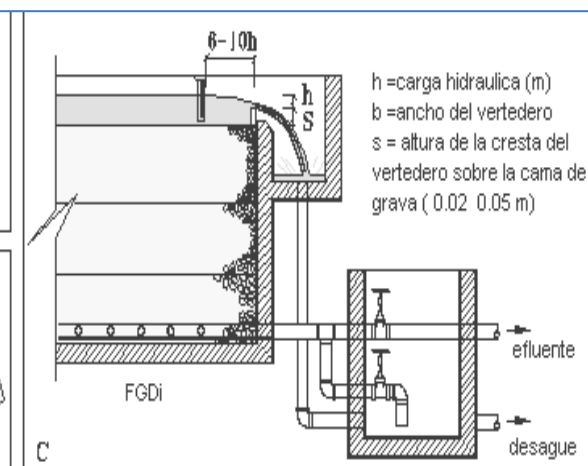
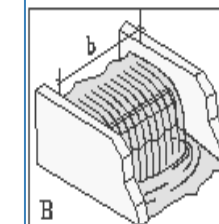
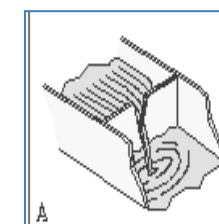
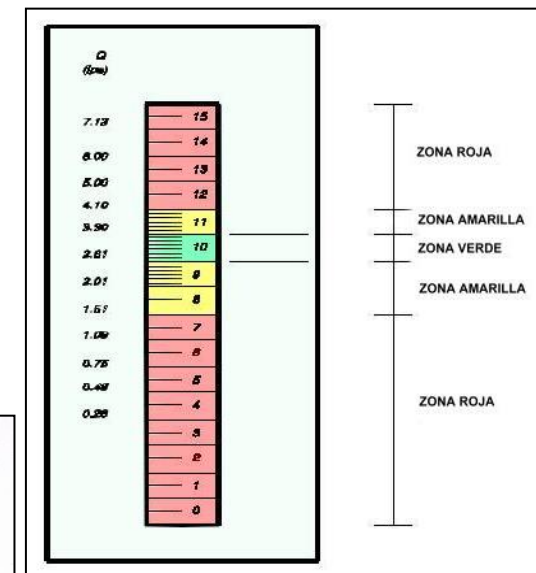
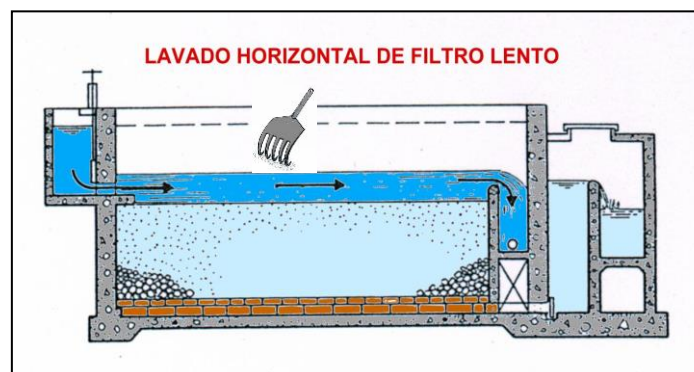
- ✓ Regular el nivel del agua sobrenadante
- ✓ Remover el material flotante
- ✓ Medir la velocidad de filtración
- ✓ Regular la velocidad de filtración
- ✓ hacer la limpieza del lecho

Acciones claves

- No se requiere
- Es necesaria su remoción regular
- Revisar su valor en la regla de aforo
- Operar la válvula de entrada para regularla
- Cuando el filtro rebose, nunca lave más de un filtro al mismo tiempo.

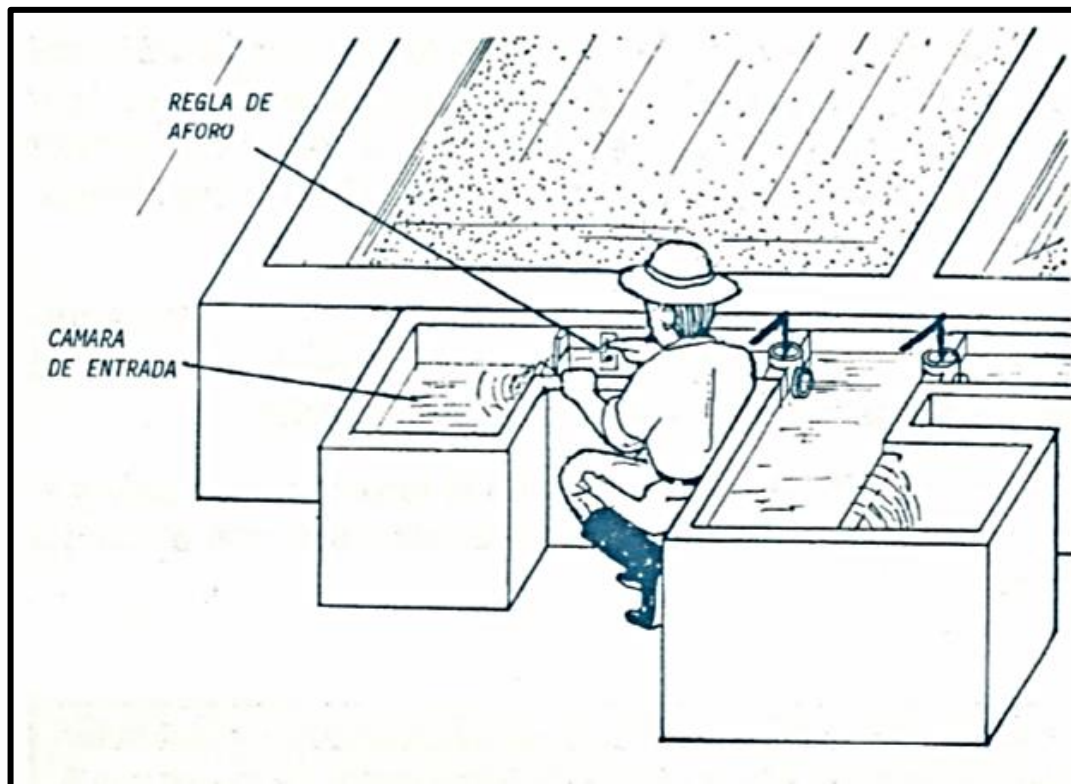


RASTRILLO PARA TRILLADO



Control y registro diario del caudal de entrada

Todo filtro lento *ha sido diseñado para trabajar con una cantidad de agua determinada*. Para saber si esta funcionando bien hay que medir en la regla de aforo el caudal que esta entrando al filtro. Si el caudal no es el establecido, contrólolo con la válvula de entrada.

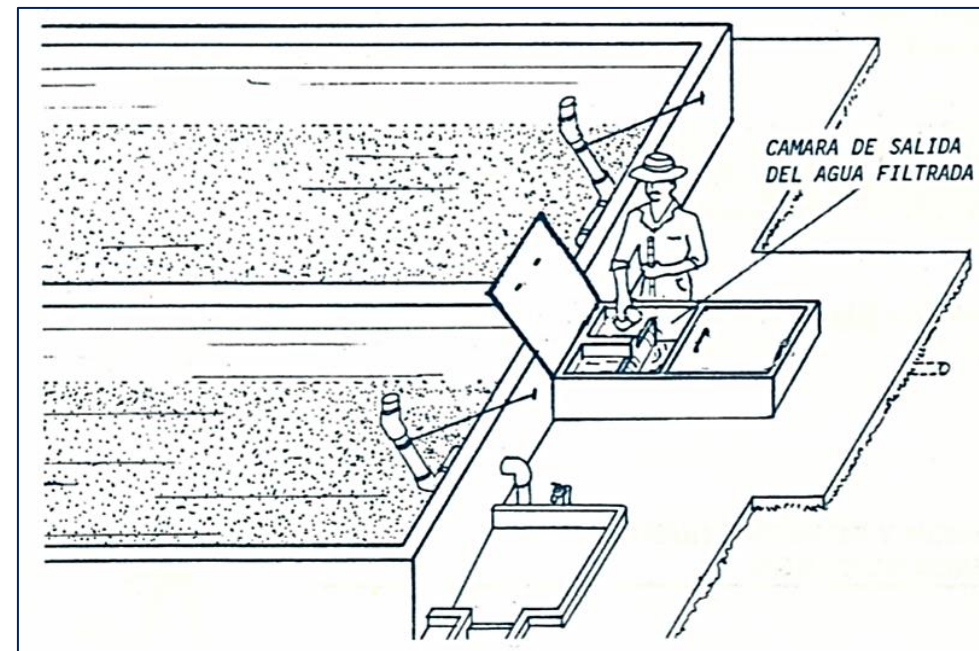


Medición y registro diario de la turbiedad

La medición de la turbiedad se realiza en la cámara de salida del Filtro Lento utilizando el turbidímetro. El agua que sale del filtro debe tener una turbiedad menor de **5** NTU.

Si no hay turbidímetro, se puede comparar el agua que llega (cámara de entrada) y el agua que sale (cámara de salida) del filtro utilizando dos vasos de cristal.

Es importante registrar la turbiedad del agua para controlar el funcionamiento del filtro y tomar decisiones sobre su operación y mantenimiento.





Retiro diario del material flotante

Retire con un pazcón o colador de cabo largo las hojas, palos o algas que flotan en el filtro, para evitar que se peguen a la arena. Asegúrese de ubicar este material en un sitio adecuado para las basuras.



Techado de filtro para
evitar las algas





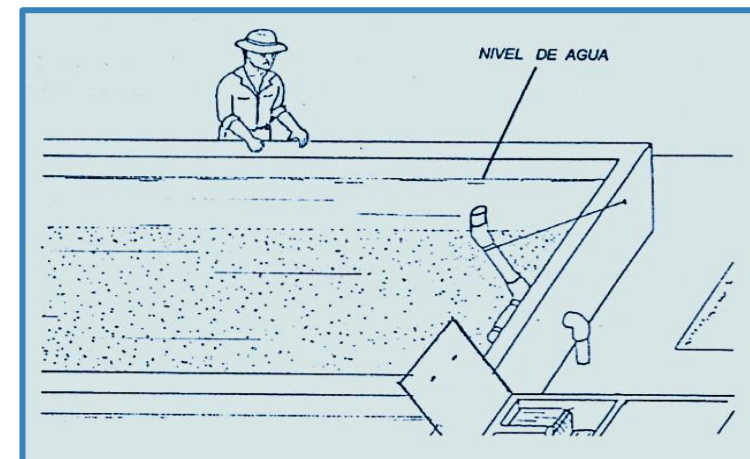
Revisión y registro diario de la pérdida de carga

La pérdida de carga se produce a medida que la capa biológica se hace más gruesa y se observa cuando el nivel del agua en el filtro se aumenta.

Si al observar el filtro la pérdida de carga es tan alta que el nivel de agua está a la altura del rebose o del cuello de ganso, es el momento de hacer el Raspado del filtro.

Awise al Prestador del Servicio de APS
que ha llegado la hora de hacer el
raspado del filtro lento, para que lo ayude
y avise a la comunidad

Registre la pérdida de carga día de por
medio, para tener control sobre el
funcionamiento del filtro.



Limpieza de las canaletas y cámaras e entrada

Por lo menos una vez a la semana debe efectuar la limpieza de las canaletas y cámaras de entrada.

Cómo se realiza esta limpieza?

- Destape los desagües de las canaletas y cámaras de entrada.
- Cepille las paredes, el fondo de las canaletas, los vertederos y las cámaras de entrada y enjuague.
- Coloque de nuevo los tapones en los desagües para poner a funcionar el filtro.



Las canaletas y las cámaras de entrada de agua al Filtro Lento deben limpiarse cada semana para mantenerlas en condiciones higiénicas



Raspado del filtro lento

El Filtro Lento se debe raspar **cuando la pérdida de carga es tan alta que el nivel de agua ha llegado al rebose**. Raspar el filtro lento es quitarle parte de los microorganismos que se acumulan en la superficie de la arena para que el agua se vuelva a filtrar fácilmente.

Como los microorganismos se acumulan en la superficie de la arena, **es suficiente con raspar 2 o 3 centímetros de arena en toda la superficie del filtro**. Esta arena se debe retirar del filtro y lavar

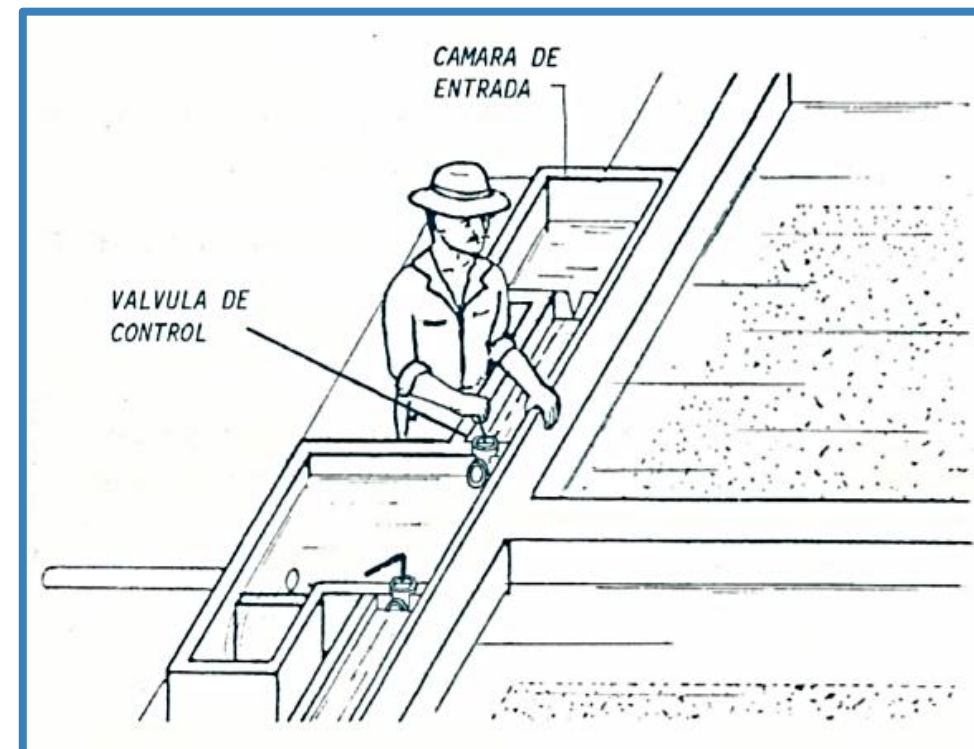
Cómo se realiza el raspado?

- **Aliste y lave los implementos de lavado**

Las palas, baldes, botas y la carreta que se van a utilizar deben lavarse muy bien antes de empezar el raspado para evitar que la suciedad que tengan afecte la capa biológica.

- **Suspenda la entrada de agua al filtro**

Cierre la entrada de agua al filtro que va a lavar y la salida al tanque de almacenamiento.



Cómo se realiza el raspado?

- **Lave las canaletas y las cámaras de entrada y salida**

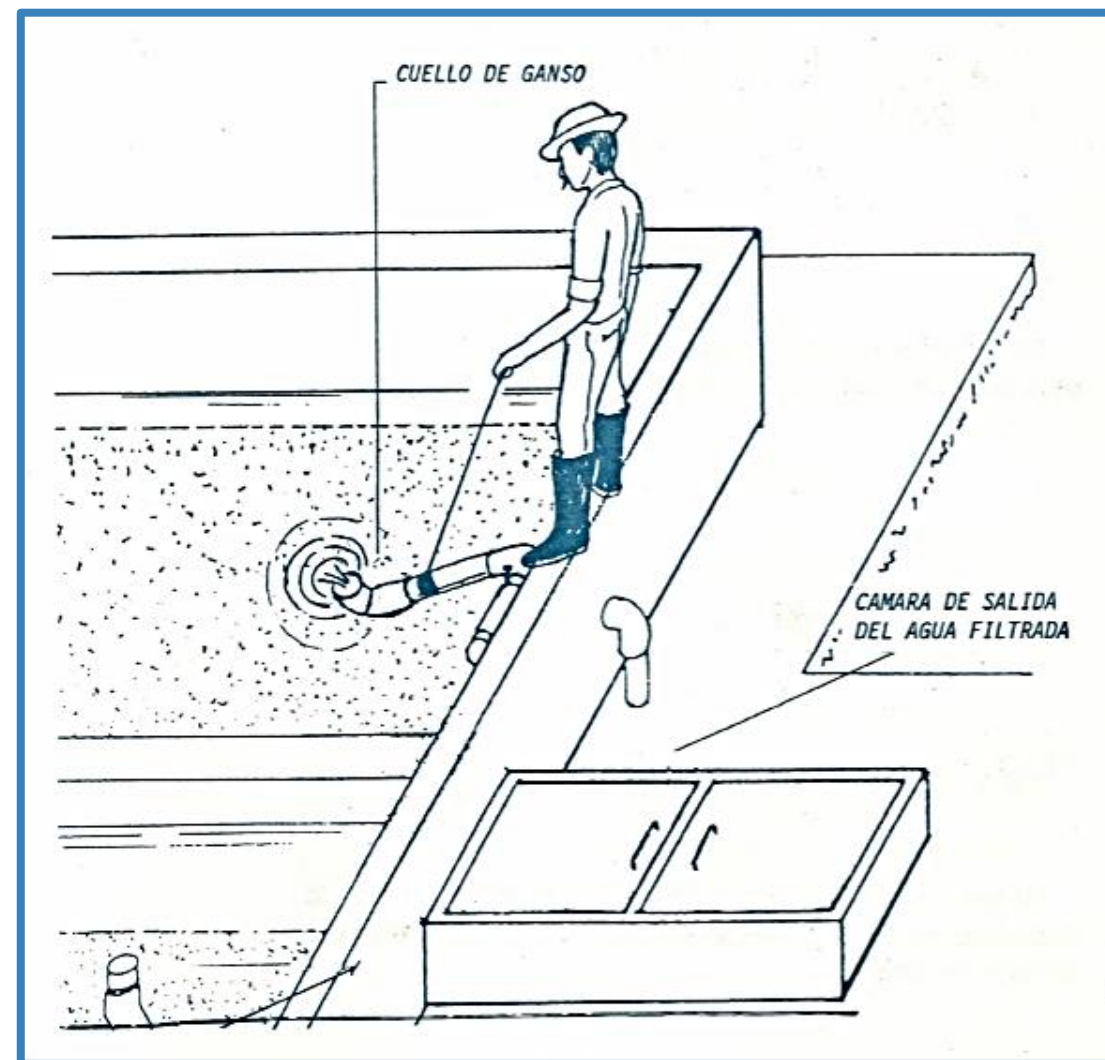
Destape los desagües de las canaletas y cámaras, cepille y enjuague el fondo y las paredes.

- **Limpie las paredes del Filtro**

Desprenda el material pegado a las paredes internas del filtro utilizando un cepillo de cabo largo.

- **Retire el material flotante**

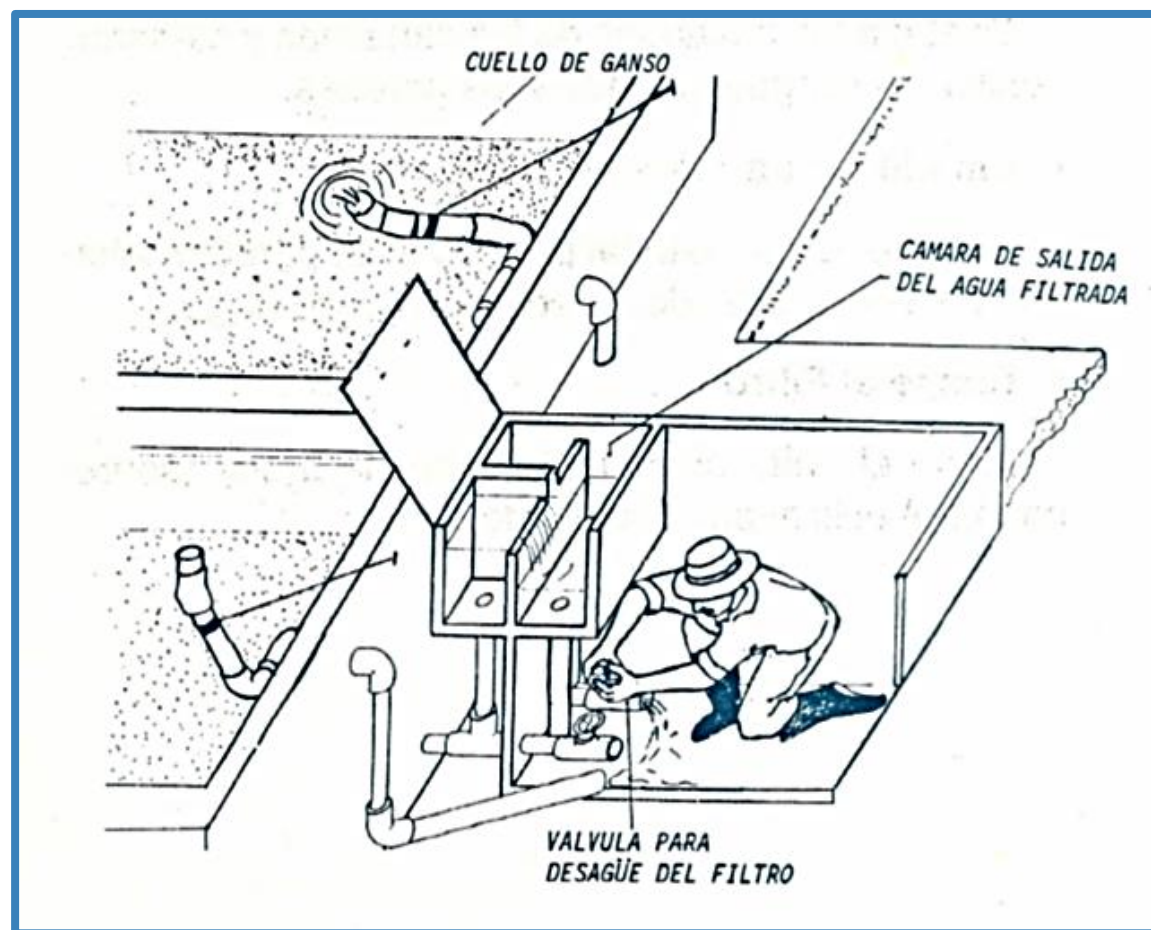
Vacíe el agua acumulada sobre la arena (sobrenadante) utilizando el cuello de ganso.





Cómo se realiza el raspado?

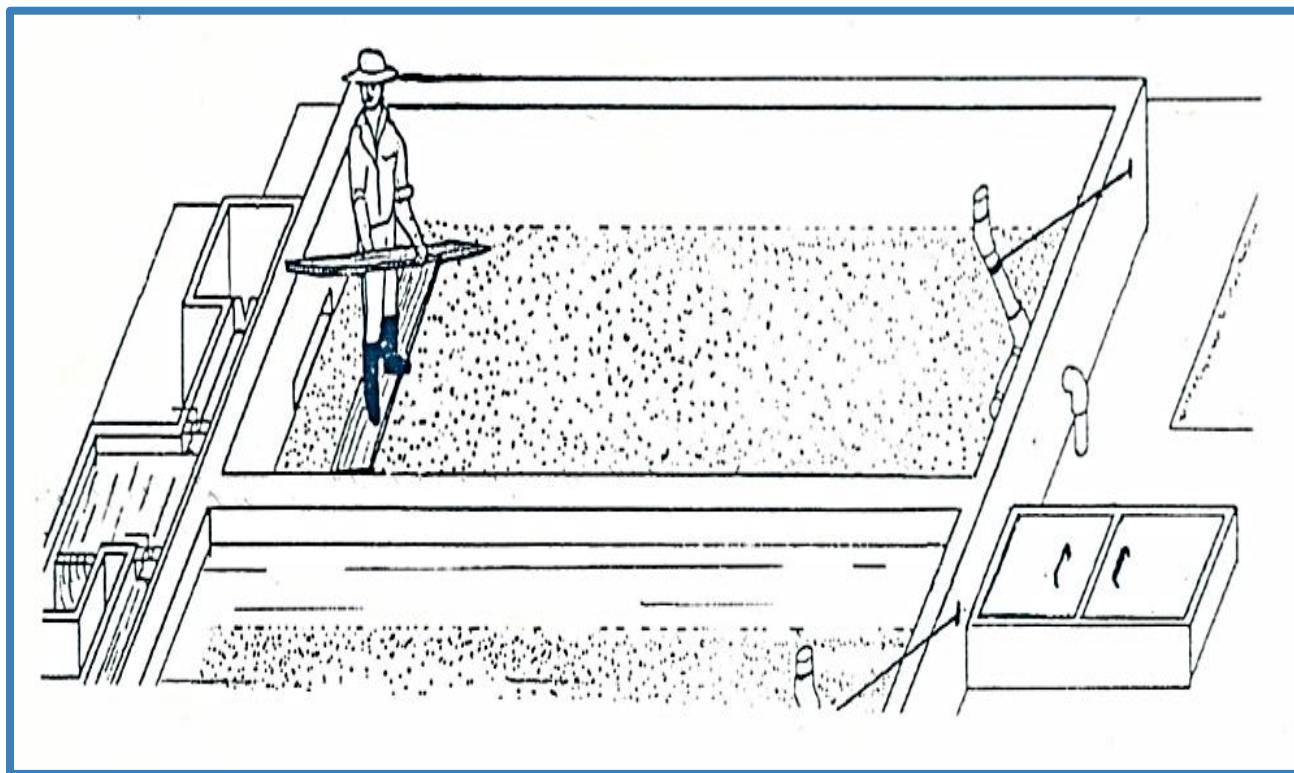
Abra la válvula de desagüe del filtro para completar el vaciado hasta que la superficie de la arena quede seca.





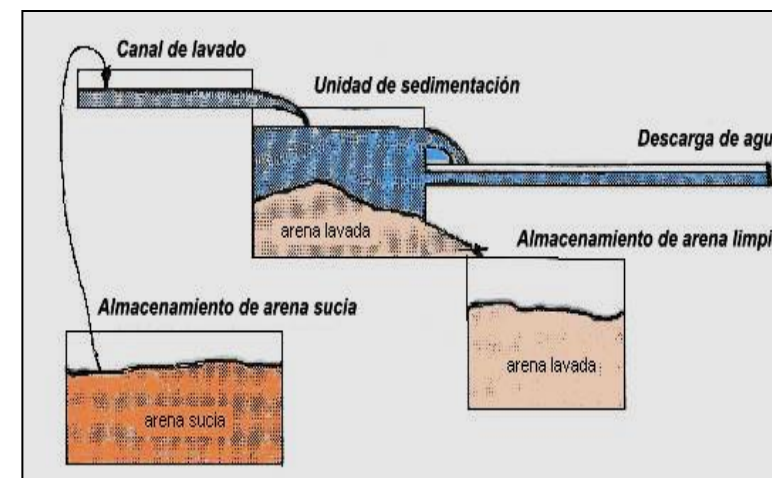
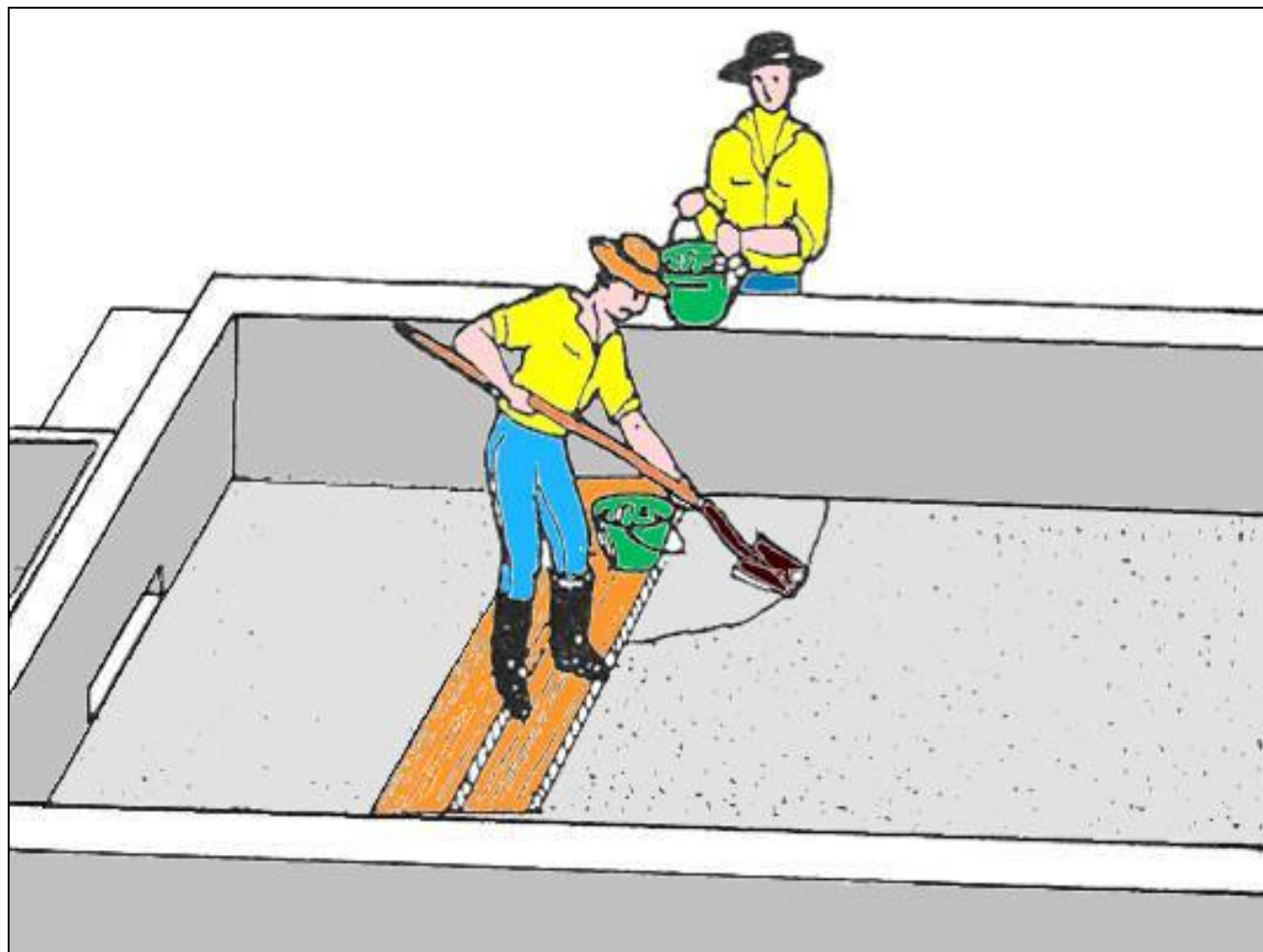
Raspado del filtro lento

1. Coloque las tablas limpias sobre la arena para pararse y para poner los baldes y las palas planas.



Raspado del filtro lento

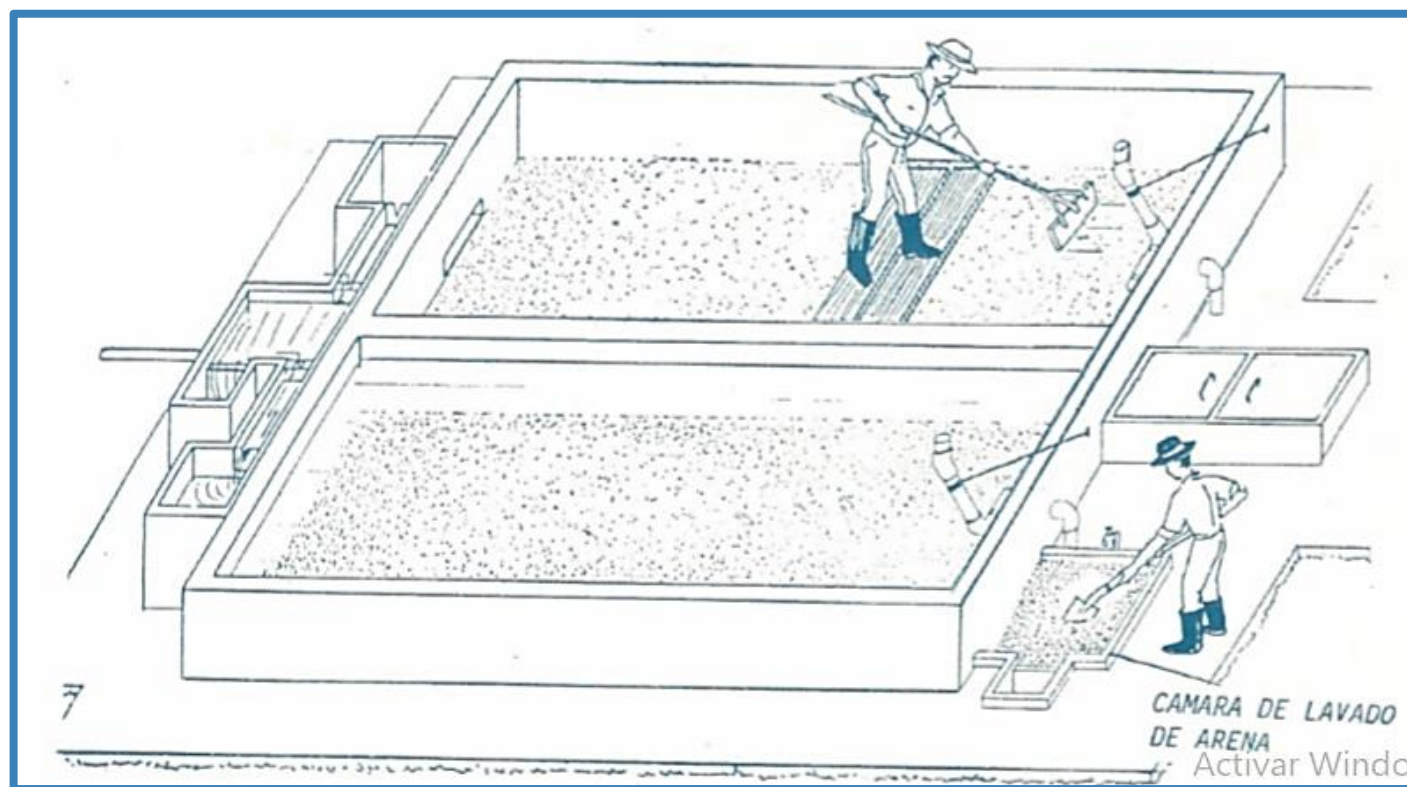
2. Raspe con la pala plana dos centímetros de arena en toda la superficie del filtro.
3. Lleve la arena que sacó del filtro a la cámara de lavado.





Raspado del filtro lento

4. Empareje la superficie de la arena utilizando un rastrillo construido con una tabla lisa y un cabo largo.





Lavado de la arena

La arena que se saca del Filtro Lento **debe lavarse el mismo día que se realiza el raspado para evitar que los microorganismos que contiene se descompongan y produzcan malos olores.**

Esta arena **debe quedar muy limpia y se debe almacenar para que se pueda volver a usar** en el rearenamiento del filtro.

Para facilitar esta labor **es mejor lavar la arena en pequeñas cantidades.**

Cómo se realiza el lavado de arena?

Ponga una cantidad pequeña de arena en la cámara de lavado, abra la llave y **revuelva con una pala hasta que el agua salga clara.**

Para comprobar si está bien lavada, eche arena y agua en una botella de cristal limpia y agite, espere que desaparezcan las burbujas y mire si el agua está clara.

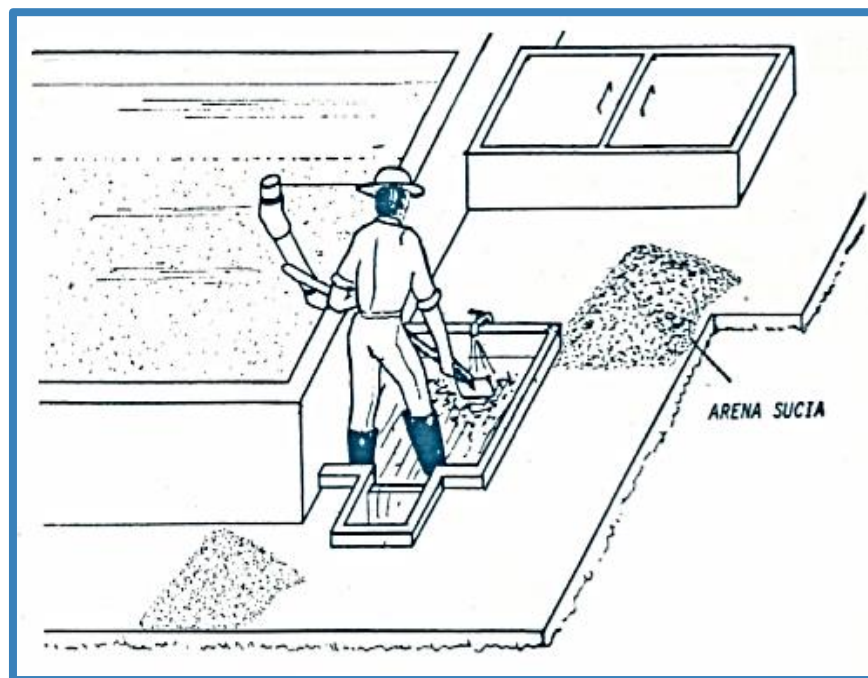
Una vez lavada la arena, déjela secar en la cámara de lavado o en un sitio limpio.



Cuidado de la arena

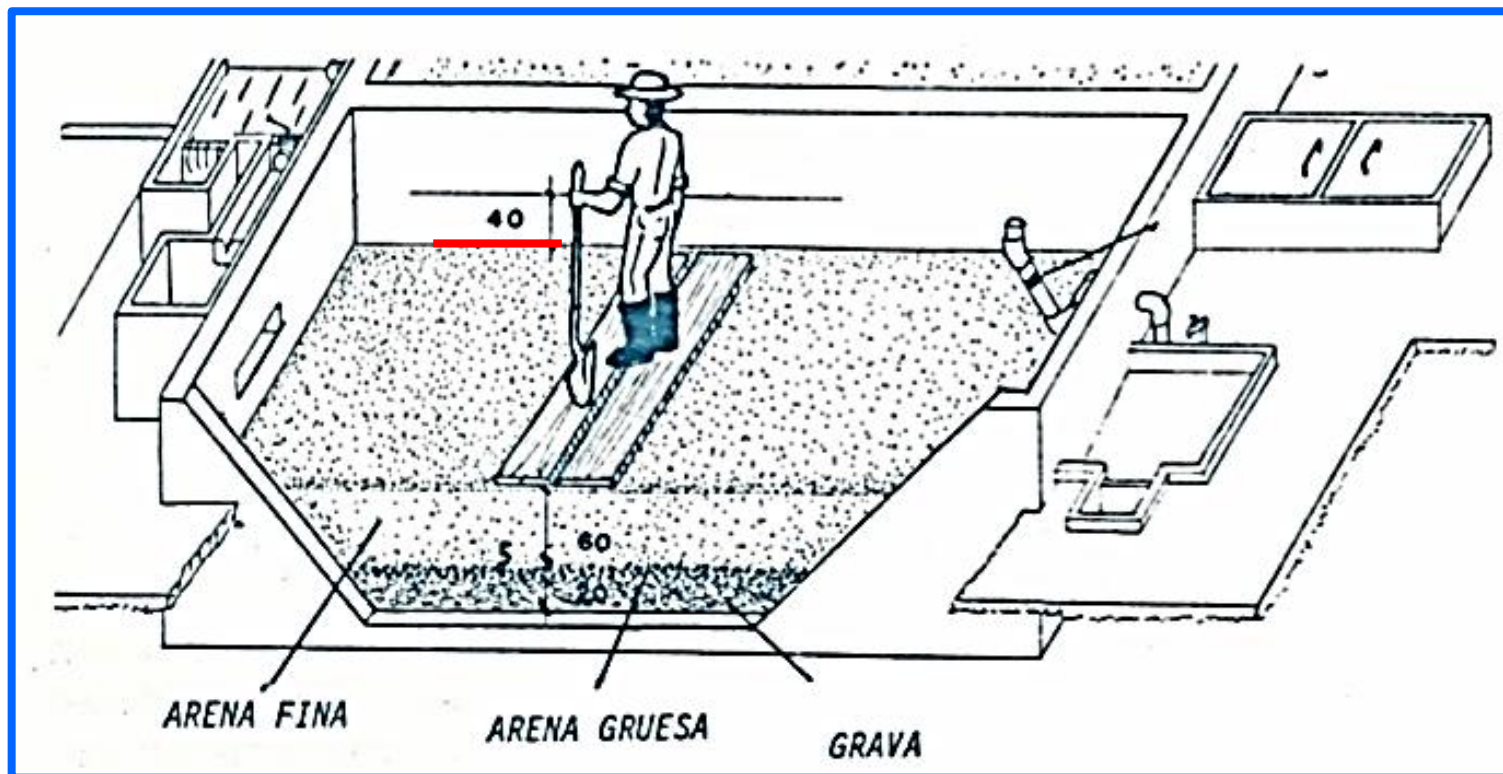
Cuando la arena esté seca guárdela en la caseta de almacenamiento. Allí debe permanecer hasta que se vaya a usar en el rearenamiento.

La arena que se raspa no se debe botar o desperdiciar pues se va a necesitar más adelante para el rearenamiento.



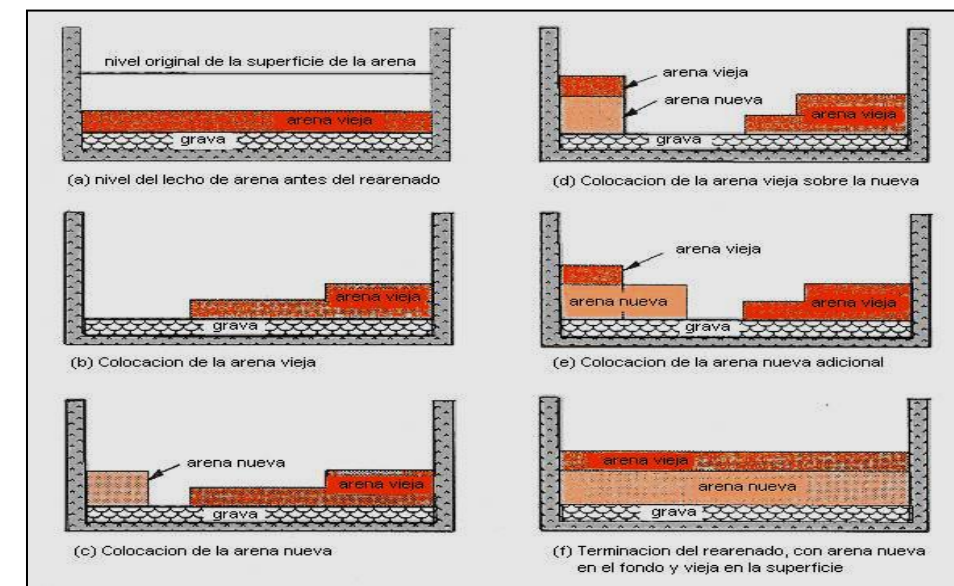
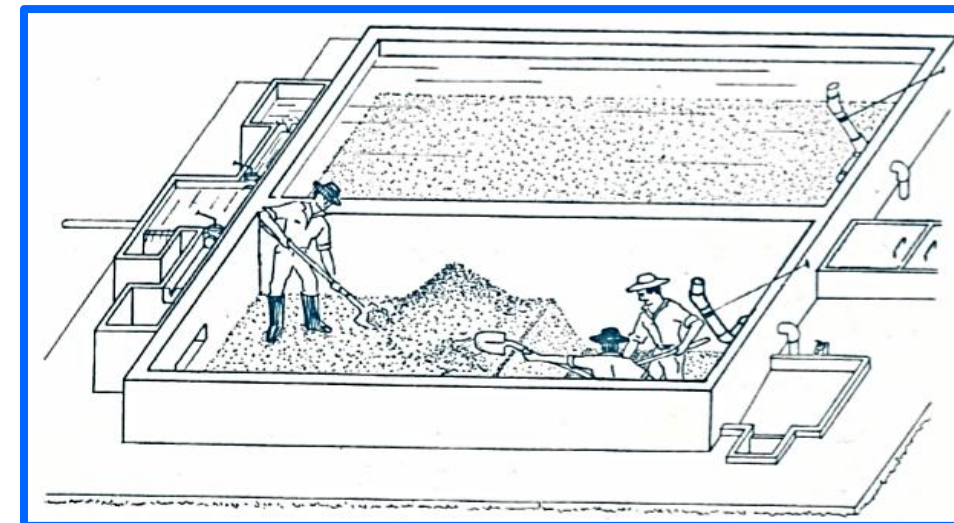
Rearenamiento del filtro lento

*Al comienzo el Filtro Lento tiene **1.0 metro de arena** fina y después de varios raspados, la arena de los filtros llega a su **nivel mínimo (60 centímetros)**. En muchos filtros esto se puede ver cuando se llega a la señal roja marcada en una de las paredes del filtro. Cuando esto ocurre hay que **REARENAR EL FILTRO** para completar su nivel máximo de **1.0 metro**.*



Cómo se realiza el rearenamiento?

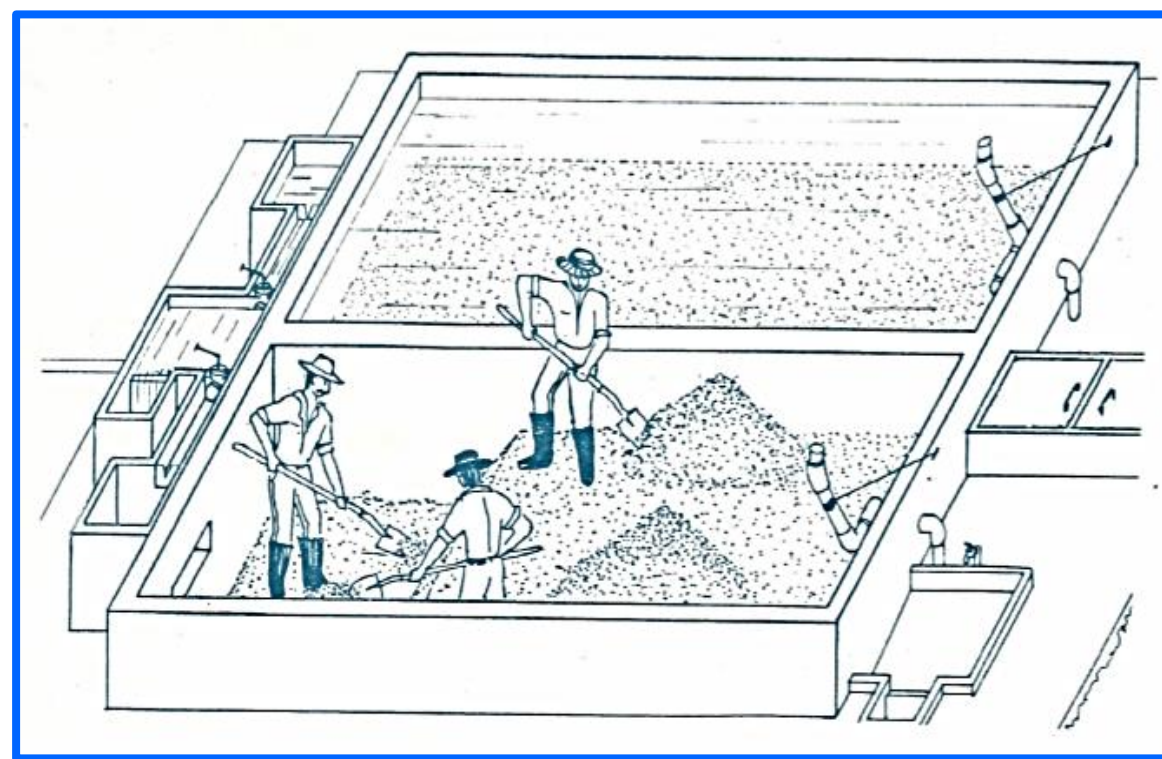
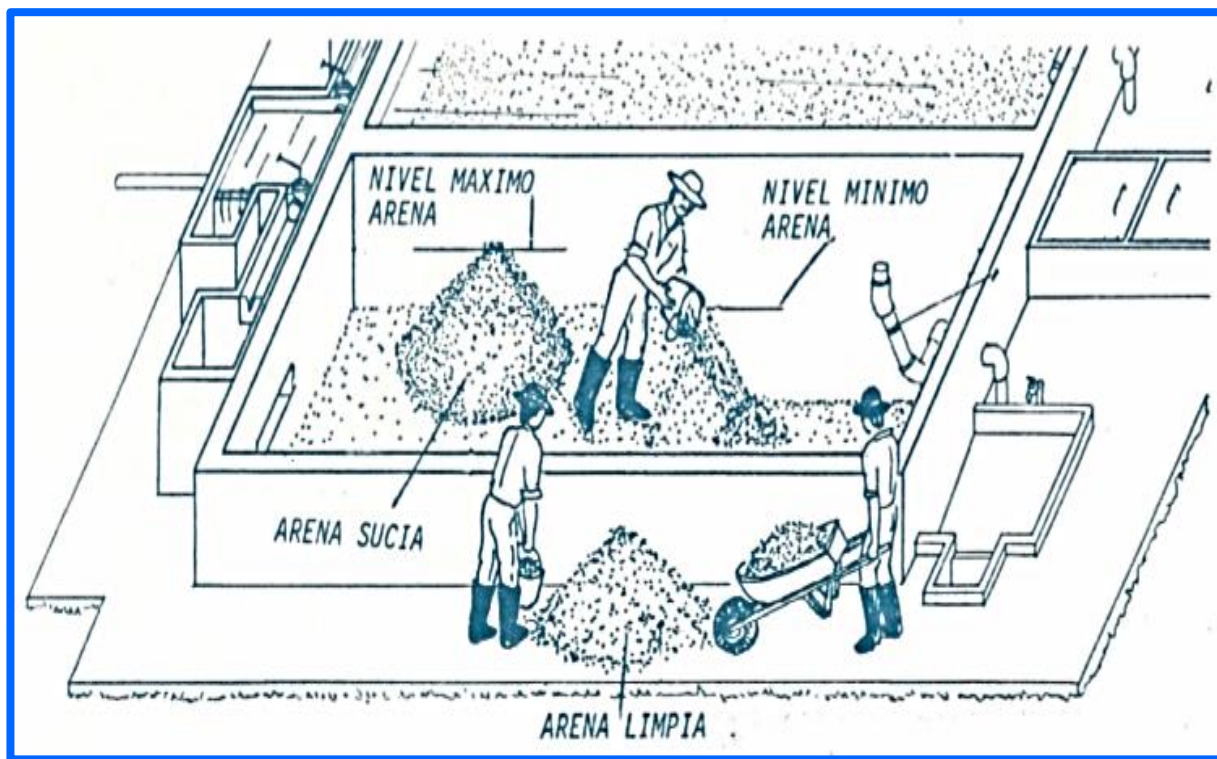
- Avise a Ente prestador y planifique con ellos la fecha para realizar esta actividad.
- Aliste los implementos y herramientas que va a utilizar: palas, baldes, carreta y botas.
- Raspe el filtro de la misma manera como lo hace en la tarea periódica, pero vaciando completamente el agua del filtro.
- De acuerdo al tamaño del filtro divida la superficie en varias partes y rearene una por una.
- Saque la arena de una parte del filtro y amontónela a un lado como se muestra en el dibujo.
- No saque la arena gruesa ni la grava que están en el fondo.





Cómo se realiza el rearenamiento? continuación

Rellene el filtro con arena limpia de la caseta hasta una altura de **40** centímetros y sobre ésta arena limpia, coloque la que tiene amontonada a un lado hasta que alcance el nivel máximo (**1.0** metro).

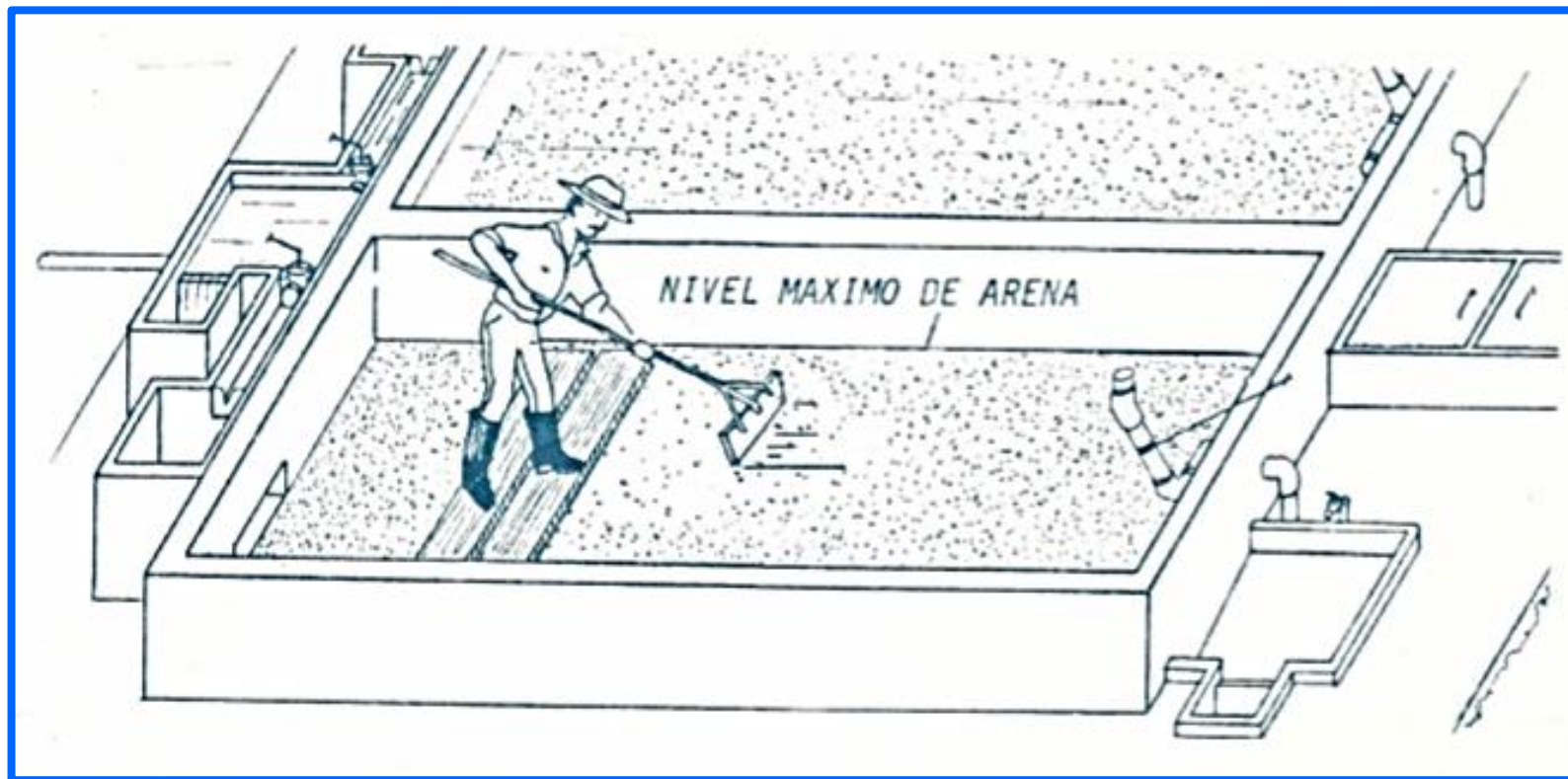


Continúe con esta labor hasta reemplazar toda la arena del filtro.



Cómo se realiza el rearenamiento? continuación

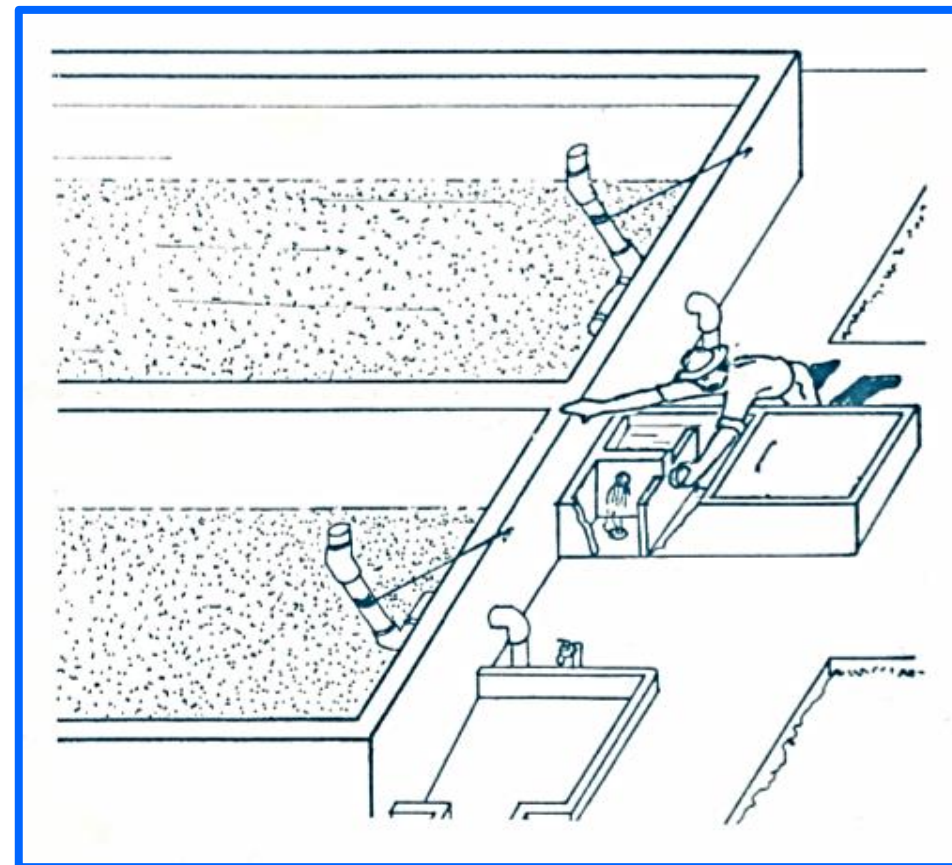
Nivela con una llana (tabla lisa con cabo largo) la superficie del filtro.



Ponga a funcionar el Filtro Lento

Al poner a funcionar el Filtro asegúrese de seguir esta secuencia para evitar que se queden atrapadas en la arena burbujas de aire que luego no dejarán que el agua filtre.

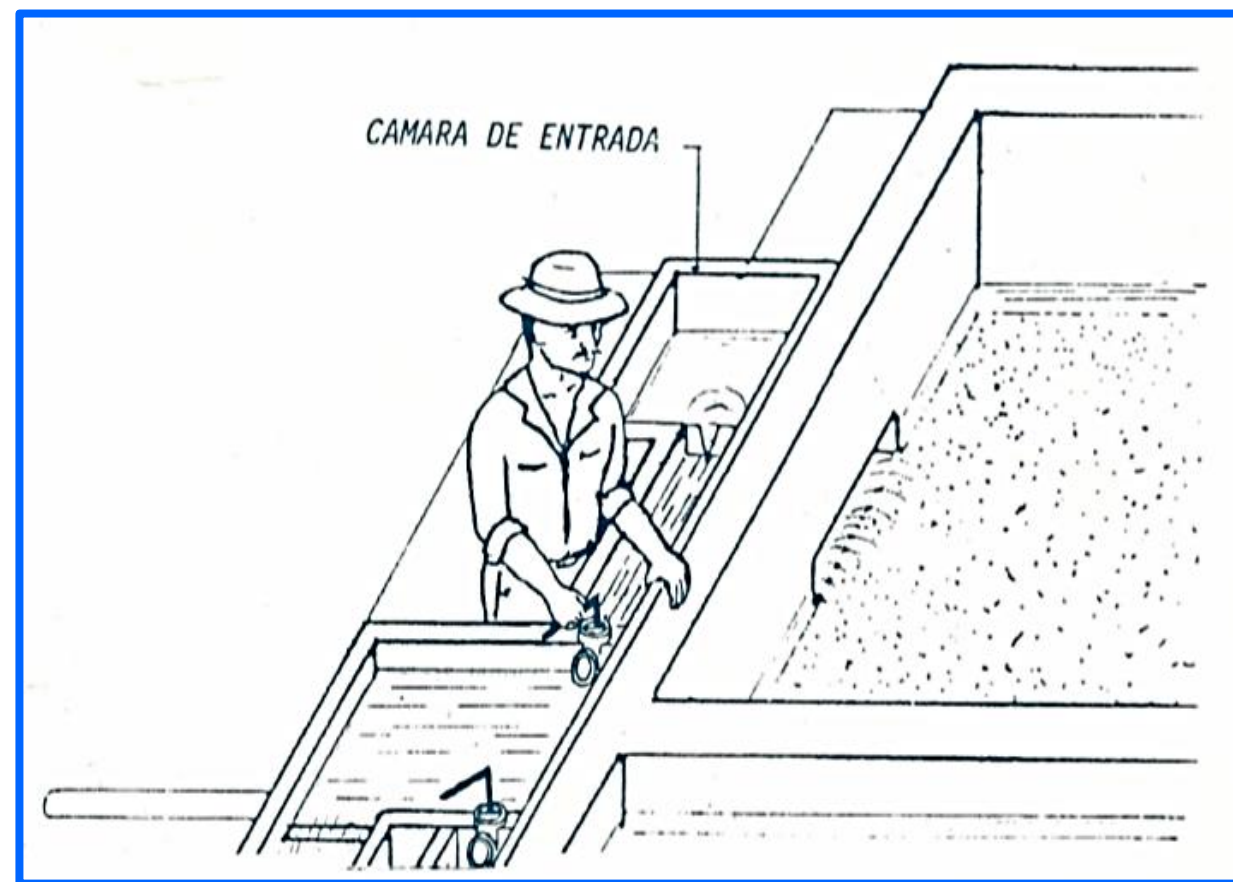
- Llene el filtro lento por la cámara de salida utilizando agua limpia de otro Filtro Lento.
- El agua debe entrar por la tubería del fondo del filtro, hasta que el nivel de agua esté por encima de la arena.



Ponga a funcionar el Filtro Lento, continuación

- Abra la válvula de entrada de agua al filtro que rearenó y controle que solo entre la mitad del caudal. El resto del caudal debe entrar al otro filtro lento.

Deseche el agua que sale del filtro que rearenó por un período mínimo de **15** días.





CONASA
Consejo Nacional de Agua
Potable y Saneamiento

Receso, Para Preguntas



"Manos limpias: salvan vidas"



Problemas frecuentes y solución, plantas FIME

Problema

1. No llega suficiente agua a la planta de tratamiento

2. Llega mucha agua a los filtros gruesos ascendentes y a los filtros lentos

3. El agua no pasa entre el filtro grueso dinámico y los filtros gruesos ascendentes, a pesar de que el filtro grueso dinámico está limpio

4. Durante la noche entra agua con mucho lodo a la planta y alcanza a llegar a los filtros gruesos ascendentes (esto se puede observar por el aspecto del agua en la superficie de los filtros gruesos ascendentes).

Solución

- Revise el estado de los componentes del sistema que estén antes de la planta : bocatoma, desarenador, conducción y válvulas de aire y limpieza. Realice los ajustes respectivos.

- Controle que al filtro grueso dinámico sólo entre y salga la cantidad de agua necesaria para los filtros gruesos ascendentes

- Identifique si hay alguna obstrucción en la tubería o válvula que comunica los filtros introduciendo una sonda por la tubería de llegada de agua a los filtros gruesos ascendentes. Si no es posible destaparla , solicite apoyo de un técnico.

- Realice el lavado adicional al filtro grueso dinámico y a los filtros gruesos ascendentes tal como se hace en el lavado semanal. Este lavado no reemplaza el lavado semanal normal.



Problemas frecuentes y solución, plantas FIME

Problema

Solución

5. Abundancia de algas flotantes en los filtros gruesos ascendentes y en los filtros lentos, las cuales no permiten una adecuada filtración y dan mal aspecto a los filtros.

- Retire diariamente, con la nasa, las algas flotantes.
- Si esto no es suficiente, puede ser necesario cubrir los filtros.

6. El agua que sale de los filtros gruesos ascendentes no pasa a los filtros lentos.

- Introduzca una sonda por la tubería que lleva el agua hasta los filtros lentos. La sonda se puede introducir por la boca del tubo en la cámara de salida de los filtros gruesos ascendentes o por la llegada de los filtros lentos.

7. El agua que sale de los filtros lentos presenta una turbiedad mayor que 5 unidades.

- Mida la turbiedad que sale de los filtros gruesos ascendentes y si es mayor que 20 siga los pasos indicados en el problema # 8.
- Si la turbiedad es menor que 20 revise el caudal de entrada tanto en los filtros gruesos ascendentes como en los filtros lentos y realice los ajustes necesarios. Si la turbiedad a la salida no disminuye avise a la Entidad Administradora.

8. El agua que entra al filtro lento presenta una turbiedad entre 20 y 50 unidades.

- Disminuya la entrada de agua a los filtros gruesos hasta que el caudal esté en la mitad de lo normal.
- Si la turbiedad se mantiene, por lo menos una hora, por debajo de 20 unidades, ponga a funcionar los filtros gruesos con el caudal normal.



Problemas frecuentes y solución, Plantas FIME

Problema

9. El agua que entra al filtro lento presenta una turbiedad mayor que 50 unidades.

10. No sale suficiente agua del filtro lento después del raspado de la arena.

11. Mal olor de la arena almacenada.

12. No hay regla de aforo o está fuera del sitio donde fue ubicada inicialmente.

Solución

- Cierre la entrada de agua a los filtros gruesos ascendentes hasta la cuarta parte del caudal. Haga esto hasta que la turbiedad sea menor que 50 NTU.

- Vacíe parte del agua del filtro hasta por debajo de la arena y llénelo de nuevo por la cámara de salida con agua del otro filtro lento.

- Lave adecuadamente la arena y realice la prueba de la botella para asegurarse que quedó bien lavada.

- Instálela con la asesoría de un técnico.

Problemas frecuentes y solución, Plantas FIME

Problema

Solución

13. Regla de aforo con números borrados.

- Avise a la Entidad Administradora para que se haga y se instale nuevamente la regla con la asesoría de un técnico.

14. Agrietamientos o fisuras en los muros.

- Realice la reparación lo antes posible. Si no puede hacerla, solicite apoyo de un técnico.

15. Fugas en las válvulas por:

- * Daño en el empaque.
- * Daño en el soporte.
- * Rotura por oxidación.
- * Exceso de pintura.

- En cualquiera de estos casos repare lo antes posible el daño y cambie la válvula si es necesario. Las válvulas se deben lubricar y pintar periódicamente para evitar daños en el soporte, problemas en el cierre y oxidación.



Formatos de Control Plantas FIME

Semana del _____ (fecha en que inicia la semana en la que va a registrar), **al** _____ (final de la semana en la que va a registrar) del año 20 ____

Nombre del Operador _____

Hoja No. _____ (número de la hoja en el libro de registro)

Parámetro: _____ (se indican las mediciones a realizar)

Sitio: _____ (describe los puntos donde se realizarán las mediciones, estos puntos están señalados en el esquema de la planta de tratamiento).

Valor deseables: Donde aparecen estos valores las mediciones realizadas deben ser menores o iguales que los valores deseables.

Días de la Semana: Los días de la semana en que, como mínimo, deben realizarse las mediciones señaladas. Las casillas sombreadas no deben llenarse. Si se realizan mediciones los días sábado y domingo los valores medios deben registrarse en observaciones.

Turbiedad: la turbiedad se mide en los sitios señalados y se deben registrar todos los días. La turbiedad del agua que sale de los filtros debe ser menor de 5 NTU.

Formatos de Control Plantas FIME, continuación

Caudal: la cantidad de agua que le entra a cada filtro se puede medir en las reglas ubicadas en las canaletas de entrada a los filtros. Mida en todos los puntos indicados en el esquema de la planta. Sume estas cantidades y registre este valor en las casillas correspondientes a los filtros gruesos ascendentes. Proceda de igual manera para los filtros lentos. Midiendo el caudal en las reglas de aforo indicadas en el esquema de la planta.

Pérdida de carga: La pérdida de carga de los filtros gruesos ascendentes, se mide en los puntos indicados en el esquema de la planta. Utilice un regla graduada o un metro, ubique el cero de la regla en la señal pintada en la pared de la cámara de entrada y registre la altura del agua por encima de la línea.

En los filtros lentos la pérdida de carga se mide ubicando el cero de la regla o metro en el sitio donde empieza la pared rugosa, la pérdida de carga equivale a la altura de agua sobre ese punto.

La pérdida de carga debe medirse en los FGAS y los FLA los días, lunes miércoles y viernes.

Cloro residual: mida el cloro residual en el tanque de almacenamiento. El cloro residual debe estar entre **0.3 a 1.0** mg/L.

Si la medición se realiza en alguna vivienda o en otro sitio debe registrarse en observaciones.

Limpieza: registre cada día el número del filtro al que se haga limpieza, por ejemplo si el día lunes limpia el filtro grueso dinámico (sitio 2 del esquema) registre en la casilla del lunes el número 2; si el día miércoles se limpia uno de los filtros gruesos ascendentes (sitios 6 y 7 del esquema), registre el número 6 o 7 según corresponda en la casilla del miércoles o registre ambos números si limpia los dos filtros.

Observaciones: registre en observaciones cualquier irregularidad, por ejemplo cuando el agua llegue a la planta con turbiedad muy alta (mayor que 10 NTU); cuando tenga que suspender el agua en la planta o tenga que efectuar alguna reparación. Registre también las mediciones de cloro residual en sitios diferentes al tanque de almacenamiento.

Formato de control Plantas FIME

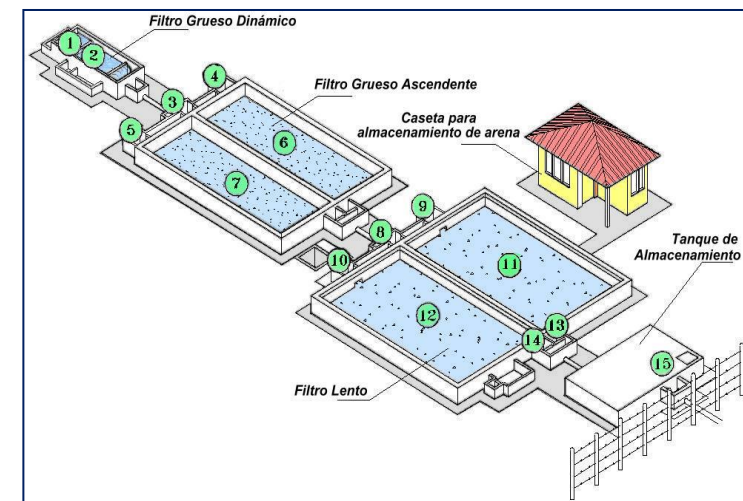
Formato de control de funcionamiento de la planta de tratamiento de agua

Semana del _____ al _____ de 20____ Operador _____ Hoja No. _____

Parámetro	Sitio	Valor deseable	Día de la semana				
			L	Ma	Mi	J	V
Turbiedad, NTU	Entrada al FGDi (1)						
	Entrada al FGAS (3)						
	Entrada al FLA (8)						
	Salida del FLA 1 (13)	< 5 NTU					
	Salida del FLA 2 (14)	< 5 NTU					
Caudal, L/s	Entrada a FGAS (4 +5)	Q. diseño					
	Entrada a FLA (9 + 10)	Q. diseño					
Pérdida de carga cm	FGAS	(4)					
		(5)					
	FLA	(11)					
		(12)					
Cloro residual mg/L	Tanque de almacenamiento (15)	0.3 – 1.0					

Limpieza:

Observaciones: _____



- Entrada de agua cruda
- Filtro Grueso Dinámico (FGDi)
- Salida FGDi y entrada a Filtros Gruesos
- Entrada a filtro grueso 1
- Entrada a filtro grueso 2
- Filtro grueso 1
- Filtro grueso 2
- salida filtros gruesos entrada a FL
- Entrada a filtro lento 1
- Entrada a filtro lento 2
- Filtro lento 1
- Filtro lento 2
- Salida filtro lento 1
- Salida filtro lento 2
- Tanque de almacenamiento



CONASA
Consejo Nacional de Agua
Potable y Saneamiento



para todos
por siempre
AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN HONDURAS

¡Muchas Gracias!



Ing. Pedro E. Ortiz B.



www.conasa.hn