CURSO-TALLER ACUEDUCTOS COMUNITARIOS Y DESAFIOS DE LA SUSTENTABILIDAD TERRITORIAL

COMPONENTE TÉCNICO EN LA PRESTACIÓN DE UN SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Ing. Esp. Alberto Benavides B.

Octubre 2021
Popayán

CONTENIDO

1. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

2. TECNOLOGIAS DE TRATAMIENTO

3. CALIDAD DEL AGUA POTABLE

4. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

1. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

- Es el conjunto de instalaciones y equipos que operados por un grupo de personas capacitadas suministran agua a una población urbana o rural en forma permanente, en cantidad suficiente y bajo unas condiciones de presión que garantizan un adecuado servicio a todos los usuarios.

- Se denomina sistema porque el acueducto está conformado por varios elementos que se necesitan mutuamente.

FUNCION DE UN ACUEDUCTO

- Suministrar agua en los sitios requeridos. Transportar agua de un sitio a otro
- Contribuir al bienestar de la población, suministrando un buen servicio a un costo razonable.
- Mantener la presión y garantizar la cantidad de agua necesaria para consumo humano de los consumidores y para el control de incendios.
- Donde hay planta de tratamiento, garantizar agua potable y mantener su calidad hasta su entrega al usuario (Resolución 2115 de 2007).

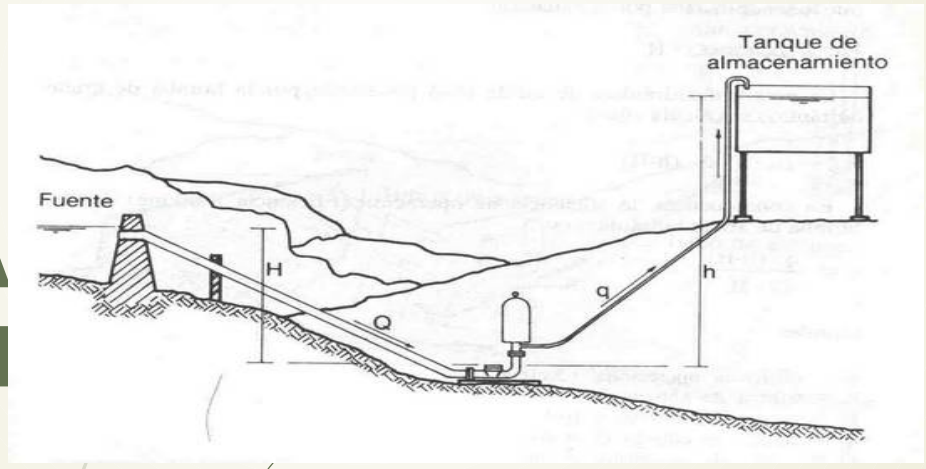
TIPOS DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

- Acueducto por gravedad o bombeo o combinación de ambos:

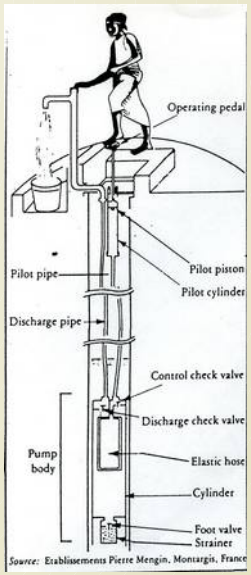
  Individual, colectivo para toda la población o grupo de viviendas.

- Sistemas por bombeo: mecánico (eléctrico, diésel, gasolina), manual, hidráulico (ariete)
- Sistema de aguas lluvias: Techo, canal, bajante, control de aguas de lavado, almacenamiento. Pueden ser individual o para grupos de vivienda.
- Acarreo: Fuente, persona o vehículo (cisterna o carrotanque) o animal o bicicleta, tanque en la vivienda.

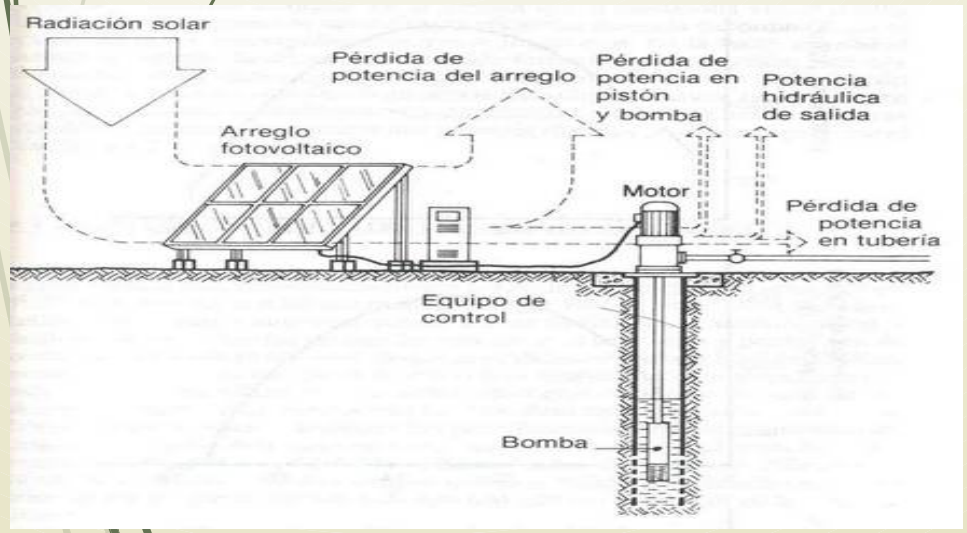
Energía Hidráulica (ariete)



Energía Humana



Energía Solar



COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

- MICROCUENCA.
- CAPTACIÓN.
- ADUCCIÓN.
- DESARENADOR.
- CONDUCCIÓN.
- PLANTA DE TRATAMIENTO + DESINFECCIÓN (TANQUE CONTACTO CLORO
- TANQUE DE ALMACENAMIENTO.
- RED DE DISTRIBUCIÓN.
- ACOMETIDA DOMICILIARIA
- USUARIO (SUSCRIPTOR)
- ORGANIZACIÓN GESTORA DEL SERVICIO

MICROCUENCA

Primer componente de un acueducto. (barrera de seguridad).

Espacio geográfico, demarcado e influido por una fuente hídrica:

- Actividades agropecuarias
- Asentamientos humanos
- Se adquiere el agua para la producción, procesos domésticos.
- Sirve de límite natural de los diferentes predios.
- Sobre ella caen desechos, con efectos ambientales negativos.
- Su cuidado incide en el nivel de riesgo del agua.

CAPTACION

Es una estructura destinada a derivar, desde la fuente, una parte del agua total disponible para usarla en: abastecimiento de agua a comunidades, riego, generación eléctrica, acuicultura, actividades industriales, recreativas, etc.

Tipos de bocatomas:

Fondo

Lateral,

Flotante, etc.

DESARENADOR

Estructura de concreto, de forma rectangular, necesaria cuando la fuente es superficial y arrastra sedimentos.

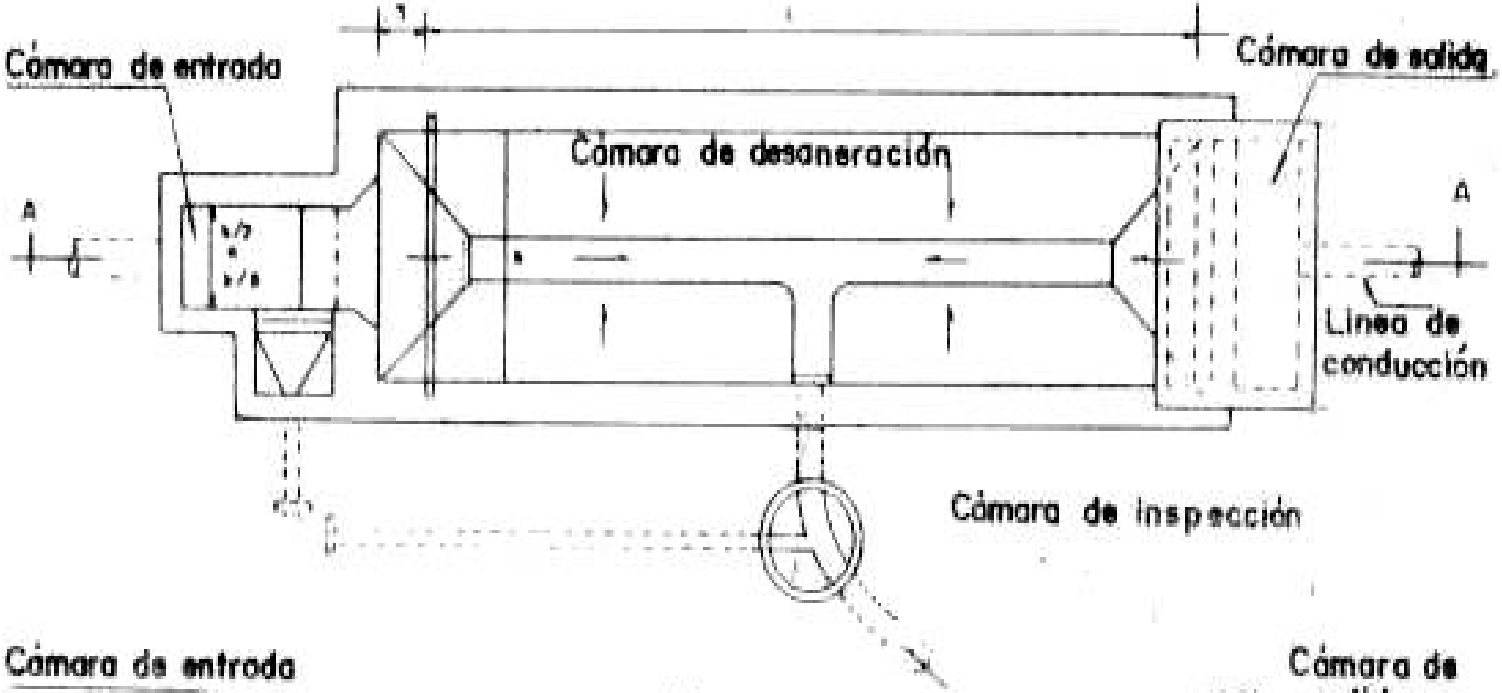
Su función es retener, por gravedad, la arena o partículas gruesas de las aguas superficiales a fin de evitar que ingresen a la conducción, creando posibles problemas de taponamiento.

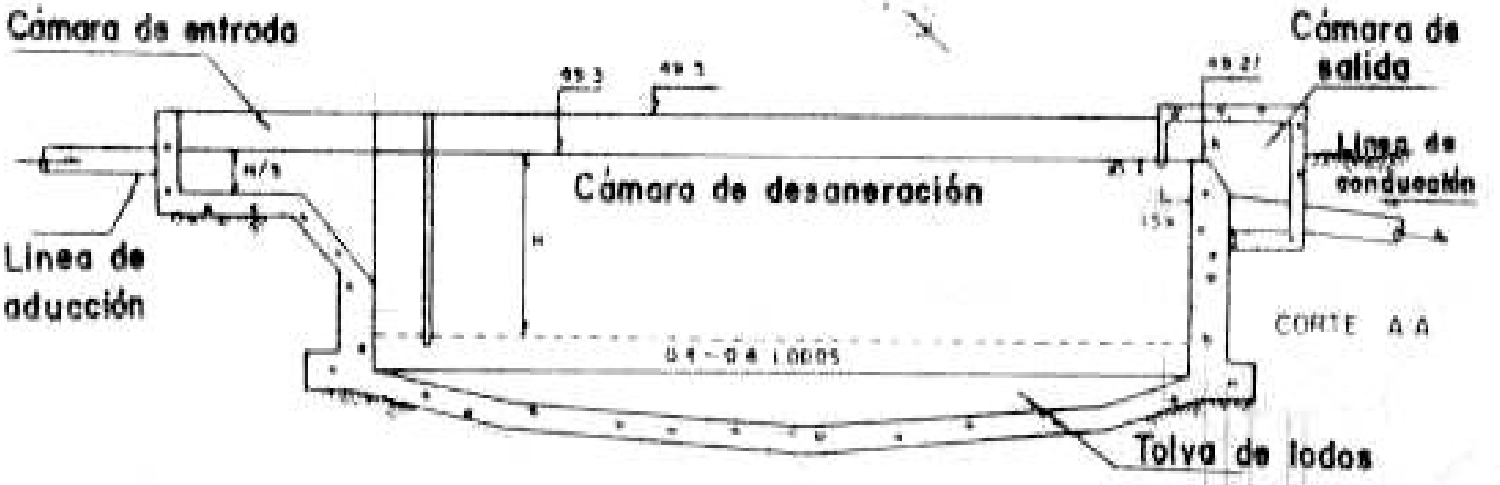
Debe haber reducción de la velocidad del agua para que el material sólido presente se deposite en el fondo de la estructura, de donde debe ser retirado periódicamente.

DESARENADOR

1. **Zona de entrada**: su función principal es reducir la velocidad que trae el agua desde la captación, mediante una pantalla deflectora.
   Lateralmente hay un vertedero o tubería de rebose, que devuelve el caudal sobrante al río o quebrada.
2. **Zona de sedimentación:** una vez reducida la velocidad del agua, en esta zona las partículas pueden llegar al fondo de la estructura y sedimentarse.
3. **Zona de lodos:** es la zona que recibe y almacena los lodos sedimentados.
4. **Zona de salida:** recoge el agua clarificada. Está constituida por una pantalla sumergida, un vertedero de salida y un canal de recolección. Esta zona debe estar cubierta con una tapa, para evitar una posible contaminación

PLANTA Y PERFIL DEL DESARENADOR





ADUCCION CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN

Conjunto de tuberías y accesorios que permite el transporte del agua desde el desarenador hasta el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento y desde el tanque a las viviendas, respectivamente.

COMPONENTES:

- Tuberías en polietileno o metálica
- Válvulas: ventosa, purga, control o cierre
- Cámaras de quiebre de presión o de caudal con manómetros
- Codos, reducciones, tees, tapones, uniones, bridas, etc.
- Hidrantes

PLANTA DE POTABILIZACIÓN

Una planta de tratamiento es una secuencia de operaciones o procesos convenientemente seleccionados con el fin de remover totalmente los contaminantes microbiológicos presentes en el agua cruda y parcialmente los físicos y químicos, hasta llevarlos a los límites aceptables estipulados por las Normas Nacionales (Resolución 2115 de 2007) con el propósito de disminuir los niveles altos de enfermedades de origen hídrico en los usuarios.

Su función principal es disminuir riesgos para proteger la salud de la población

DESINFECCIÓN Y T. DE CONTACTO DE CLORO

Es un proceso químico que se hace para eliminar del agua efluente de la planta los posibles microorganismos que han logrado pasar por el sistema de tratamiento y dejar un residual en la red por si se presenta una recontaminación.

El químico normalmente usado es el cloro, líquido, sólido o gaseoso.

Se aplica a partir de una dosis que debe incluir un residual de cloro libre ente 0,3 y 2.0 mg/l.

El cloro residual libre, es decir después del tiempo de contacto el cual debe ser mínimo 20 minutos, garantiza la no presencia de microorganismos patógenos en el

TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Estructura circular, rectangular o cuadrada para guardar el agua potable que no consume la comunidad (horas de bajo consumo) para suministrarla en los momentos de alto consumo (horas pico o de mayor consumo).

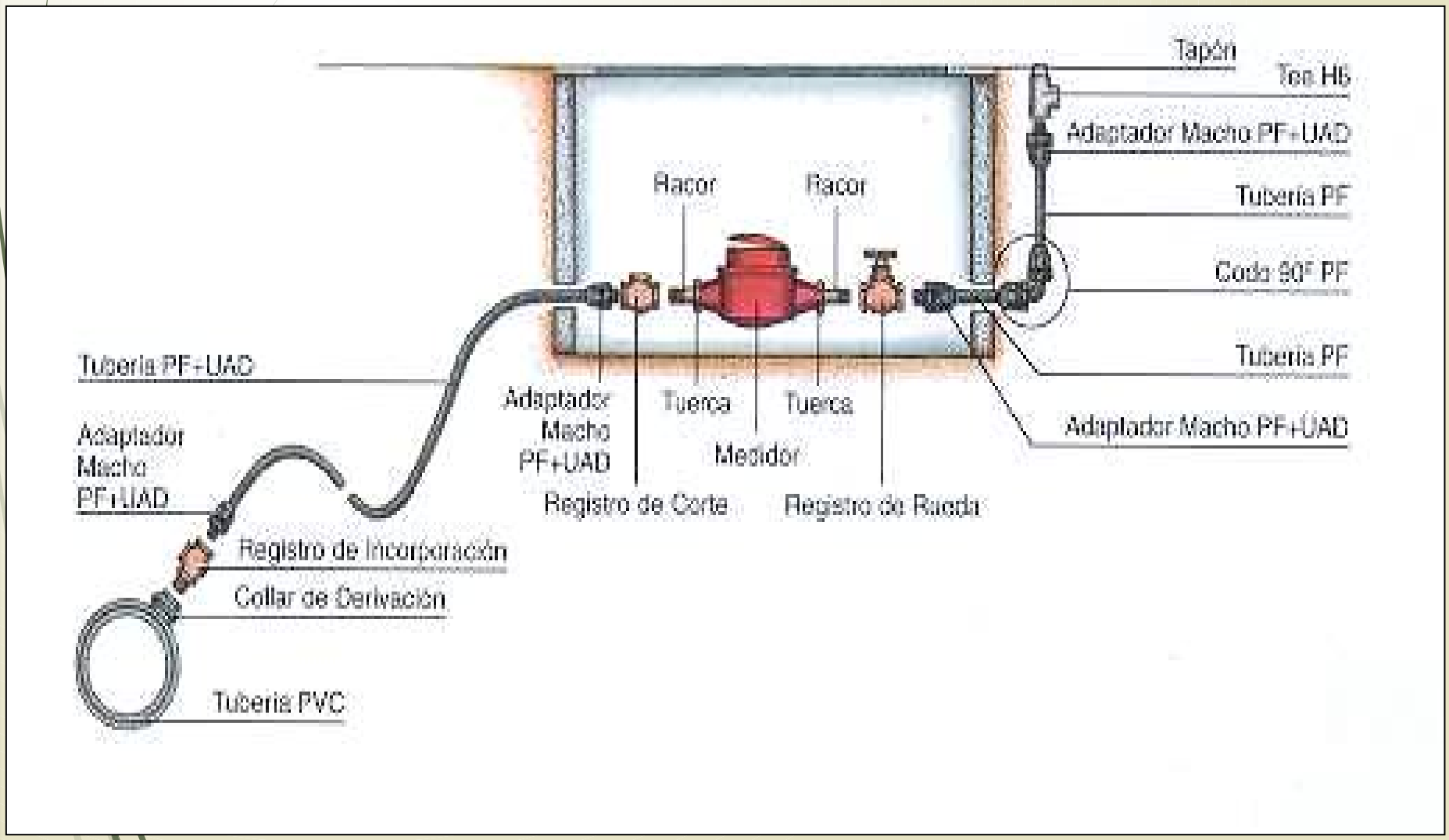
Permite también quebrar presión por lo tanto su ubicación es muy importante.
La localización en el terreno puede ser superficial, enterrado o elevado.

Tiene: cubierta, tapa, válvulas de control y lavado, tuberías de ventilación, borde libre, rebose, tubería de paso directo.

ACOMETIDA DOMICILIAR

- Derivación de la red de distribución que llega hasta el registro de corte de un usuario.
- En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general.
- La conexión domiciliaria se hace a partir de la red secundaria del sistema de distribución.
- A partir del registro de corte hacia la vivienda, todas las obras son propiedad del dueño del domicilio.

ELEMENTOS ACOMETIDA DOMICILIAR

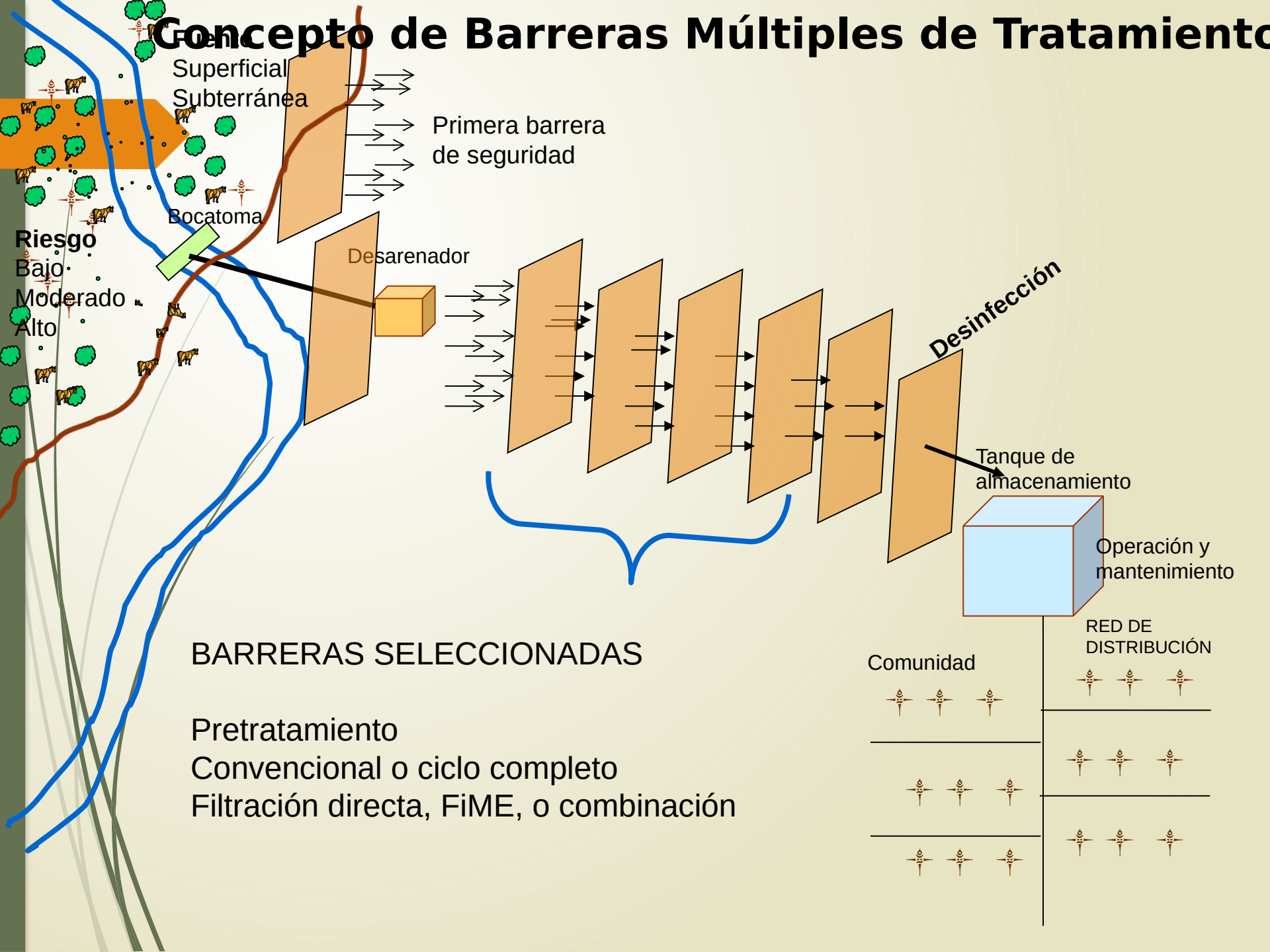


USUARIOS (SUSCRIPTORES)

Beneficiario de la prestación del servicio

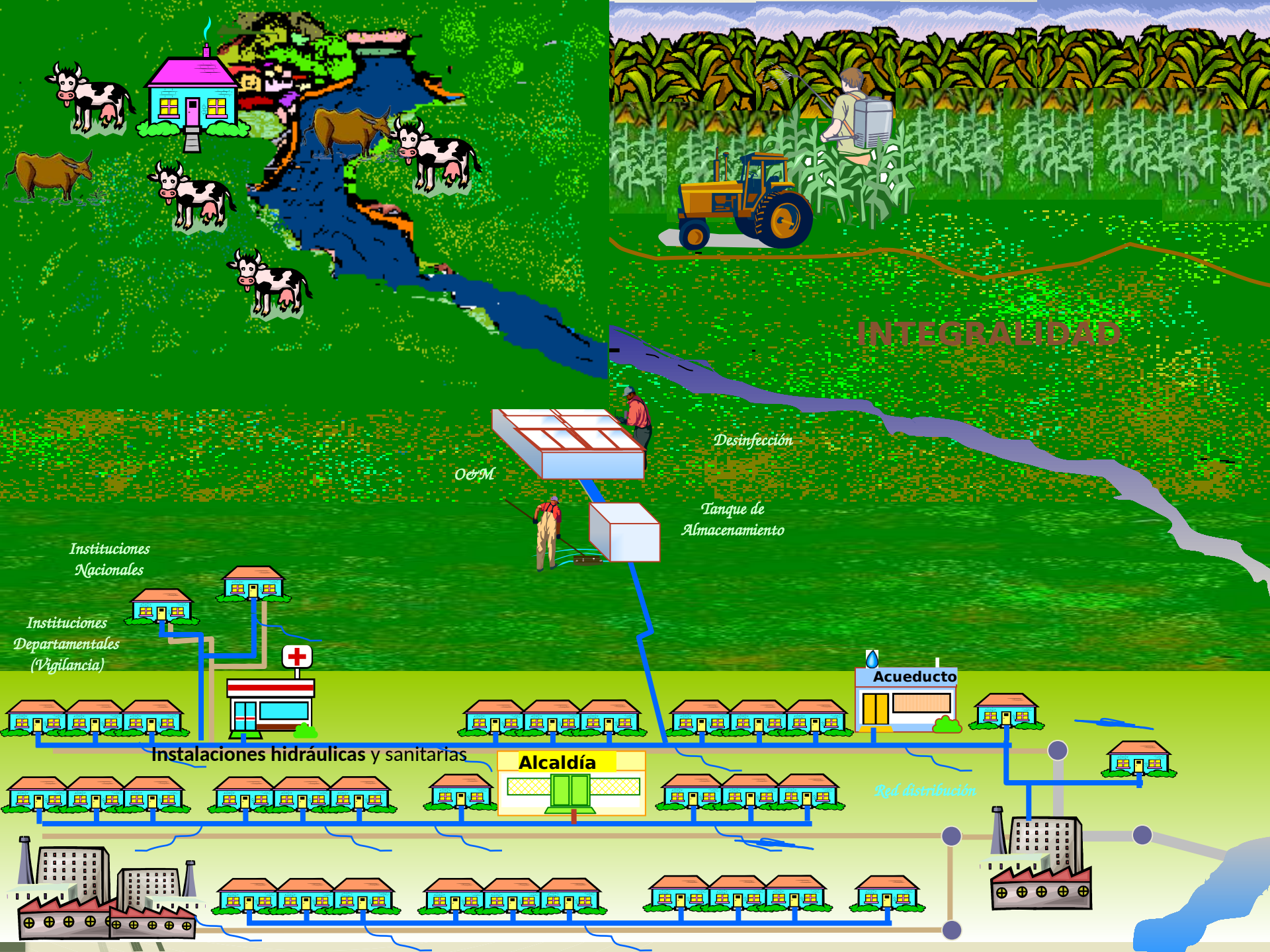
2. TECNOLOGÍAS DE POTABILIZACION DE AGUA

Concepto de Barreras Múltiples de Tratamiento



BARRERAS SELECCIONADAS

Pretratamiento
Convencional o ciclo completo
Filtración directa, FiME, o combinación


INTEGRALIDAD
Desinfección
O&M
Tanque de Almacenamiento
Instituciones Nacionales
Instituciones Departamentales (Vigilancia)
Acueducto
Instalaciones hidráulicas y sanitarias
Alcaldía
Red distribución

TECNOLOGÍAS DE POTABILIZACIÓN

Las plantas de tratamiento se clasifican según el tipo de procesos predominantes, ya sean físicos, químicos o biológicos; en términos generales las tecnologías de tratamiento del agua se pueden clasificar en dos grandes grupos:

I. PLANTAS CON FILTRACIÓN RÁPIDA QUÍMICAMENTE COAGULADA.

II. PLANTAS DE FILTRACIÓN LENTA O FILTRACIÓN EN MÚLTIPLES ETAPAS

PLANTAS MIXTAS (combinación de tecnología con coagulación y sistema biológico)

I. PLANTAS CON FILTRACIÓN RÁPIDA QÍMICAMENTE COAGULADAS.

1. Ciclo completo o convencional.

Componentes:

Mezcla rápida- Coagulación

Floculación

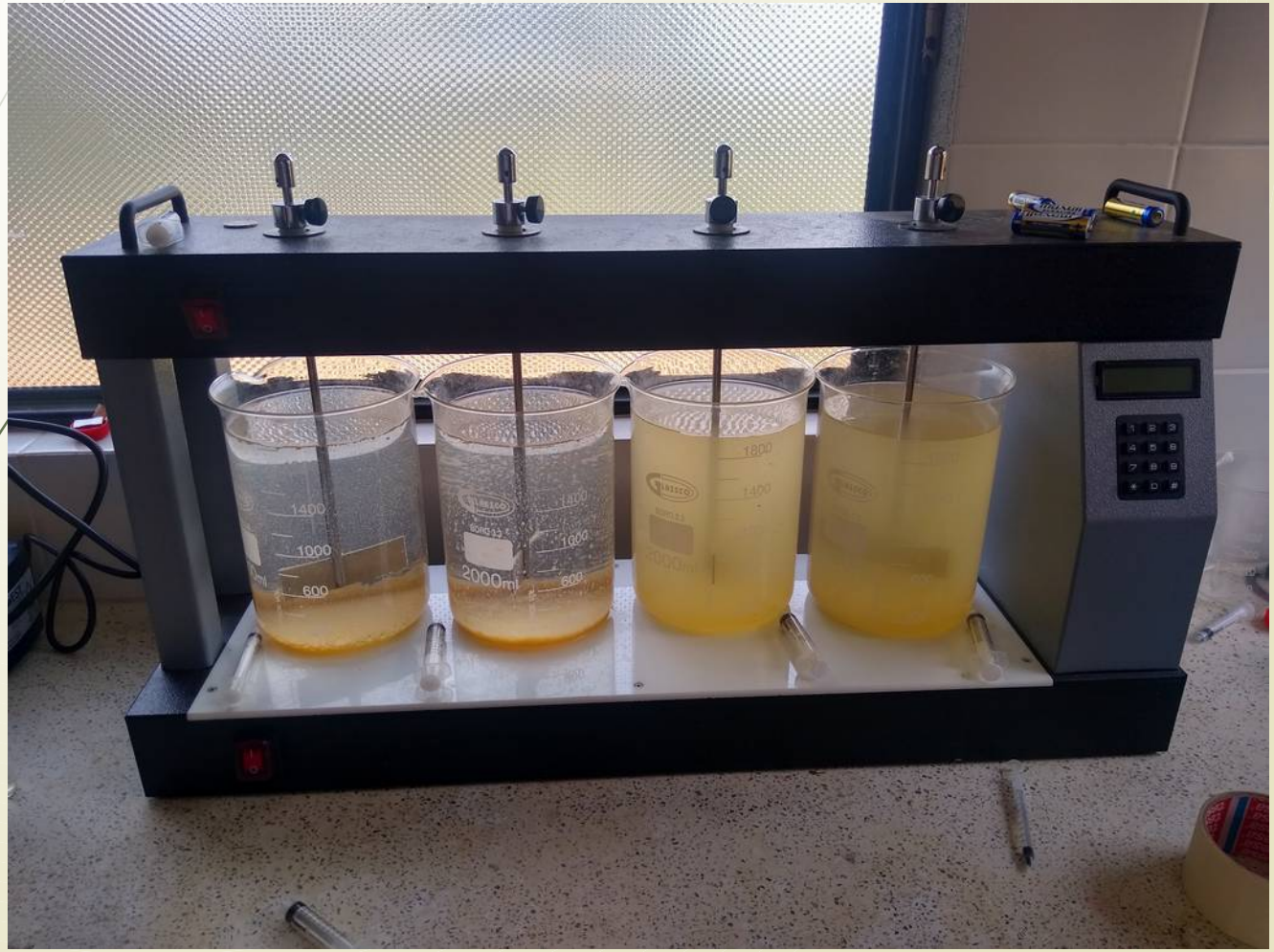
Sedimentación

Filtración

COAGULACIÓN

Es la desestabilización de partículas suspendidas neutralizando las fuerzas que las mantienen separadas, generalmente acompañada por la adición de coagulantes químicos y aplicación de energía de mezcla. Los químicos usualmente utilizados como coagulantes son: sales de aluminio y sales de hierro.

PRUEBA DE JARRAS PARA DOSIS OPTIMA



FLOCULACIÓN

PROPÓSITO. Lograr que las partículas (floc) aumenten de tamaño y adquieran el suficiente peso que les permita sedimentar, para lo cual es necesario someter al agua a una agitación lenta durante un tiempo preestablecido.

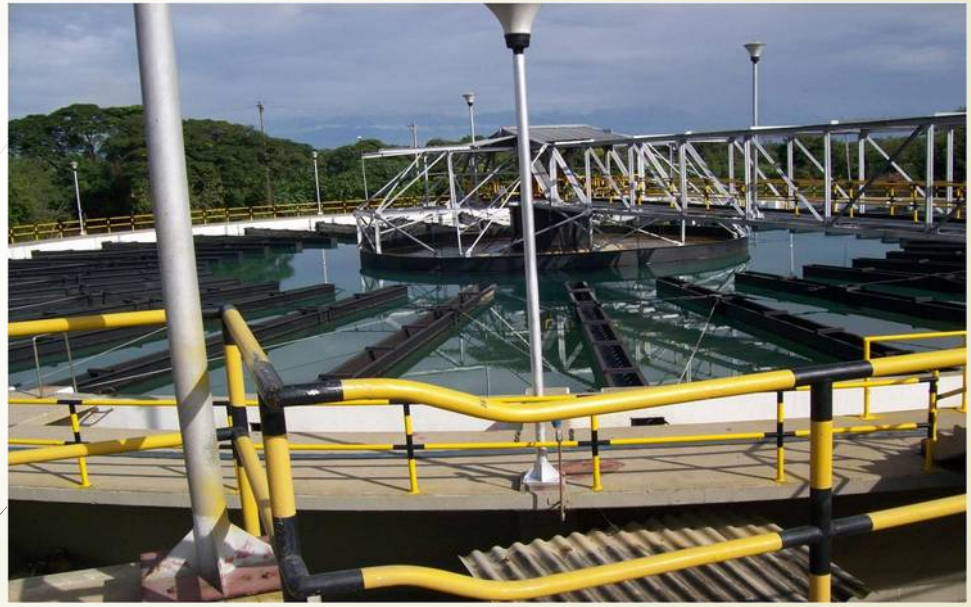
Principales factores que influyen en la floculación

a) Numero y tamaño de las partículas en el agua

b) Tiempo de mezcla : 20-60 minutos

c) Intensidad de la Mezcla (gradiente): 20-

Floculadores mecánicos



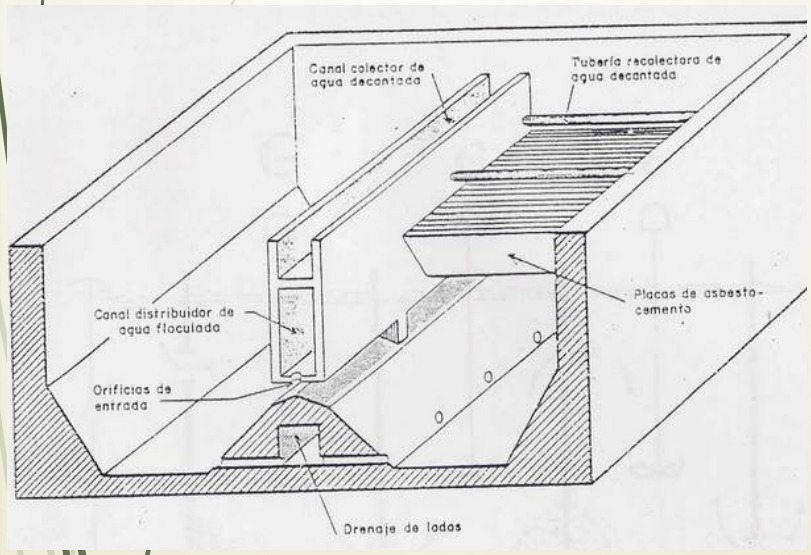
Floculadores hidráulicos

SEDIMENTACIÓN

- Es el proceso de remoción de las partículas más pesadas que el agua, por acción de la fuerza de la gravedad. La velocidad de sedimentación de las partículas depende de su tamaño, forma, densidad y por las características del fluido donde se encuentran.

- Existen dos tipos de sedimentación: Partículas **discretas** y partículas **floculentas.**

SEDIMENTACIÓN



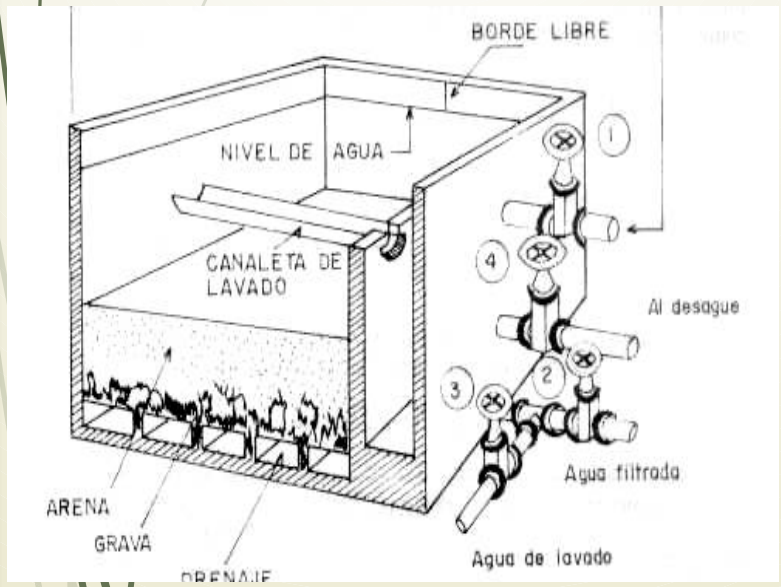
Es el proceso de remoción de las partículas más pesadas que el agua, por acción de la fuerza de la gravedad. La velocidad de sedimentación de las partículas depende de su tamaño, forma, densidad y por las características del fluido donde se encuentran.

Existen dos tipos de sedimentación: Partículas **discretas** y partículas **floculentas**

PARTICULAS DISCRETAS: Las partículas discretas son aquellas que no cambian de densidad, tamaño o forma al descender en el líquido. La arena es una partícula discreta y su remoción es un ejemplo típico.

PARTICULAS FLOCULENTAS O AGLOMERABLES: Este tipo de partículas al descender en el líquido se adhieren o aglutinan entre sí, cambiando de tamaño, forma y peso específico durante la caída. El caso más evidente es el de la remoción de turbiedad, la cual requiere desestabilización con coagulantes para formar partículas más pesadas.

FILTRACIÓN



La filtración se encarga de retener las partículas que no fueron removidas por las etapas anteriores (coagulación y sedimentación).

Para lograr la clarificación final del agua se utilizan unas estructuras llamadas filtros que contiene un medio poroso, generalmente de arena o de arena y antracita, por donde pasa el agua pretratada en forma ascendente o descendente.

PLANTAS CONVENCIONALES

2. Plantas compactas o de patente

Es una tecnología en la cual se llevan a cabo todos los procesos de tratamiento que se hacen en un sistema convencional, en una unidad más pequeña, compacta, en la cual se utilizan las tasas máximas recomendadas, para hacer el sistema más compacto. Minimizar espacios, maximizando eficiencias con menores tiempos de retención.

Son sistemas prediseñados que se instalan o ensamblan en espacios destinados para la operación.

Estas tecnologías responden a diferentes riesgos y diferentes características del agua cruda y agua tratada. Están diseñadas para diferentes caudales, velocidades y condiciones de operación, tanto manuales como de autolavado.

Son limitadas ante cambios bruscos en la calidad del agua con altas frecuencias debido a que los tiempos de retención no superan los 60 minutos; por lo tanto funcionan bien solamente ante calidades de agua uniformes.

Los procesos de las plantas de patente por lo general tienen dosificación de químicos, mezcla, coagulación, floculación, sedimentación y filtración en filtros rápidos a presión. La mayoría funcionan con sistemas eléctricos que inciden en los costos de operación y mantenimiento.

3.Plantas de Filtración Directa

En este tipo de plantas el agua coagulada con sales de aluminio o de hierro es conducida a los filtros rápidos pasando por una unidad de floculación. En estos casos el agua cruda debe ser de buena calidad, con turbiedad y color inferiores a 50 UPC y 40 UNT, respectivamente.

Los costos de operación son generalmente bajos ya que se requieren dosis menores de coagulante, con el fin de formar un floc de menor tamaño que sea fácilmente filtrable.

II. PLANTAS DE FILTRACIÓN LENTA O FILTRACIÓN EN MÚLTIPLES ETAPAS

1. FiME (Filtración en Múltiples Etapas)

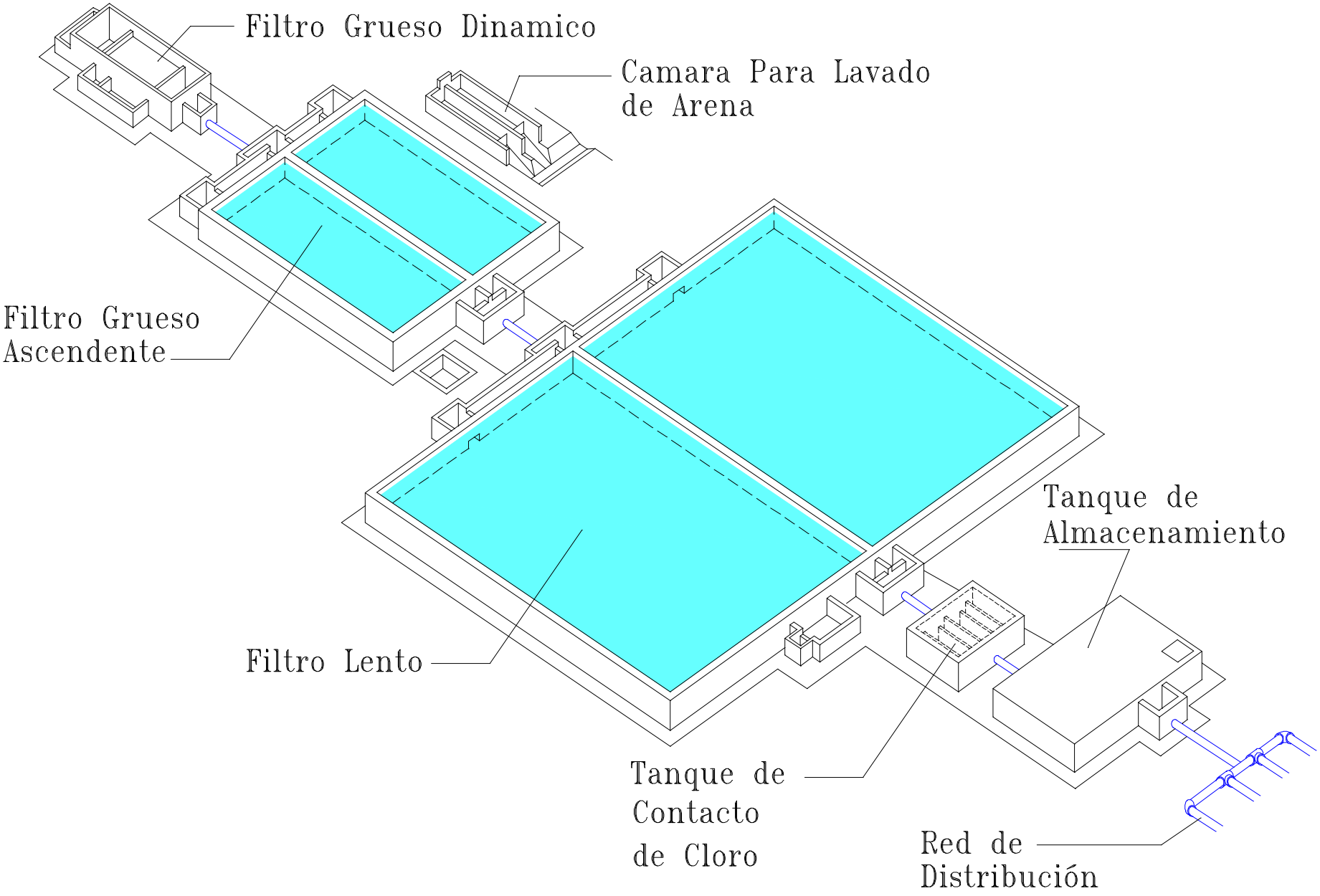
FiME es una tecnología cuyo principio fundamental se basa en un tratamiento biológico, compuesta por una combinación entre gravas de diferentes tamaños y arena como etapa final de tratamiento. Los componentes básicos de este tipo de plantas son:

Filtración Gruesa Dinámica, (gravas)

Filtración Gruesa Ascendente (gravas) y

Filtración Lenta en Arena. La filtración gruesa es conocida como pretratamiento y la FLA como tratamiento biológico final

Dependiendo de la calidad del agua cruda (nivel de riesgo en la fuente) esta tecnología deberá ser implementada o combinada con otros tratamientos previos; Deben definirse las etapas o fases de tratamiento, principalmente en la filtración gruesa: FGS1 – FGS2 – FGS3. Para niveles altos de riesgo esta tecnología presenta limitaciones.

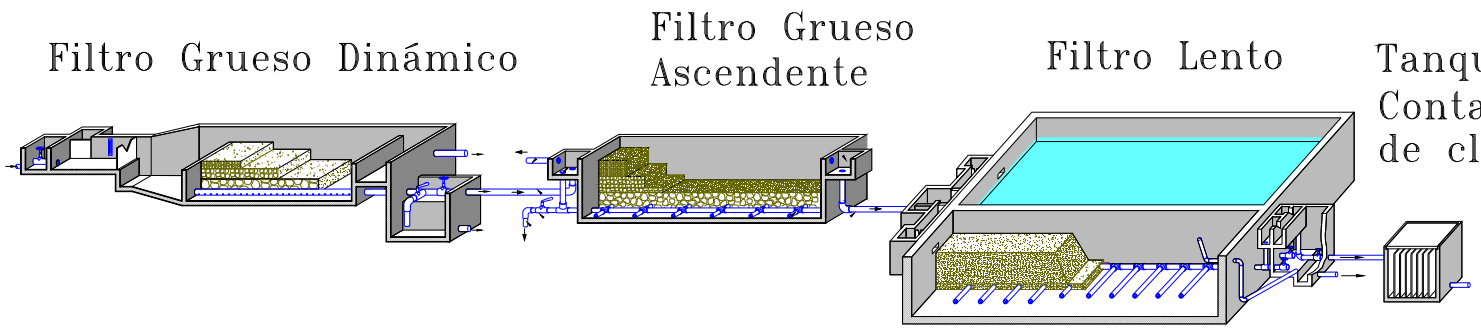

Filtro Grueso Dinamico
Camara Para Lavado de Arena
Filtro Grueso Ascendente
Filtro Lento
Tanque de Almacenamiento
Tanque de Contacto de Cloro
Red de Distribución

TECNOLOGIA FILTRACION EN MULTIPLES ETAPAS, FiME

DESCRIPCION DE FiME

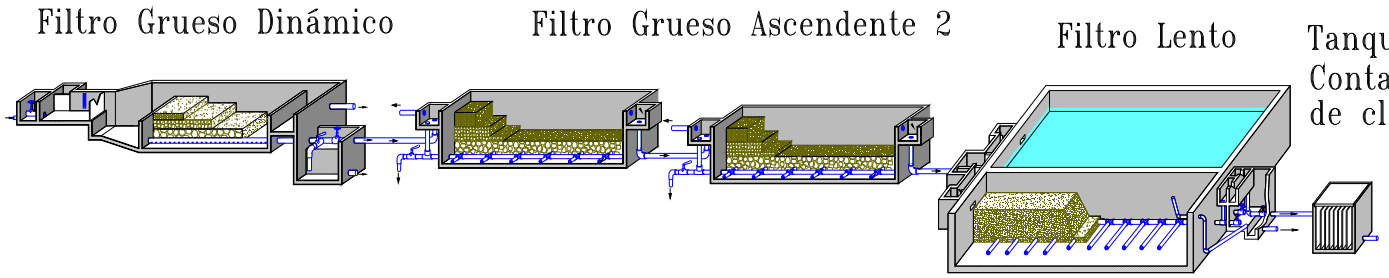
FiME puede estar conformada por dos las siguientes unidades de tratamiento

- Filtración Gruesa Dinámica (FGDi)
- Filtración Gruesa Ascendente (FGA)
- Filtración Lenta en Arena (FLA)

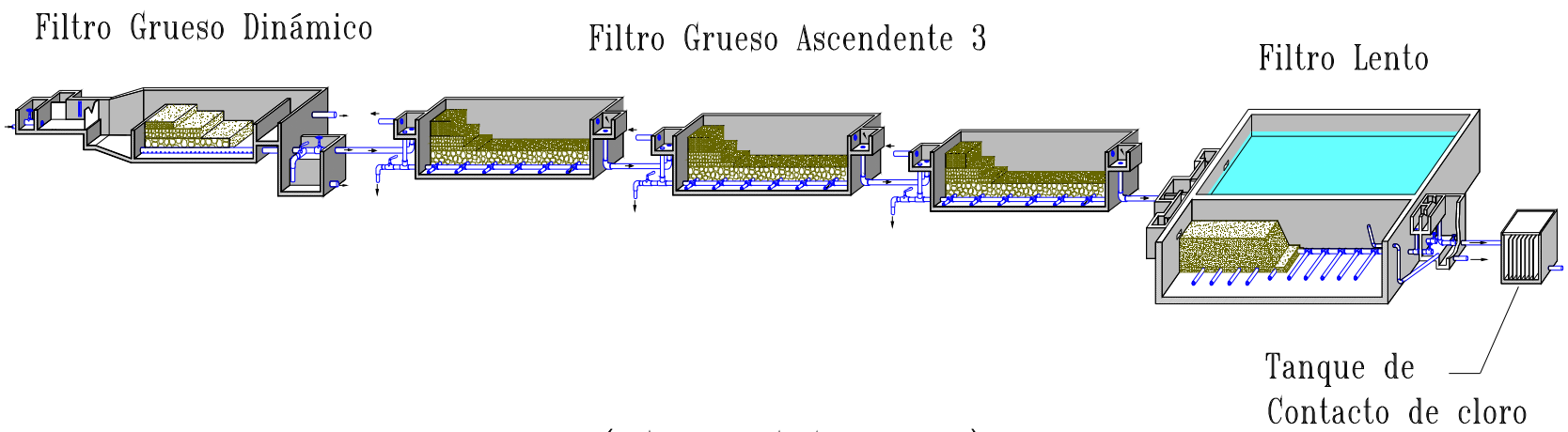


FIME (FGDi + FGAC + FLA)

ALTERNATIVAS



FIME (FGDi + FGAS 2 + FLA)



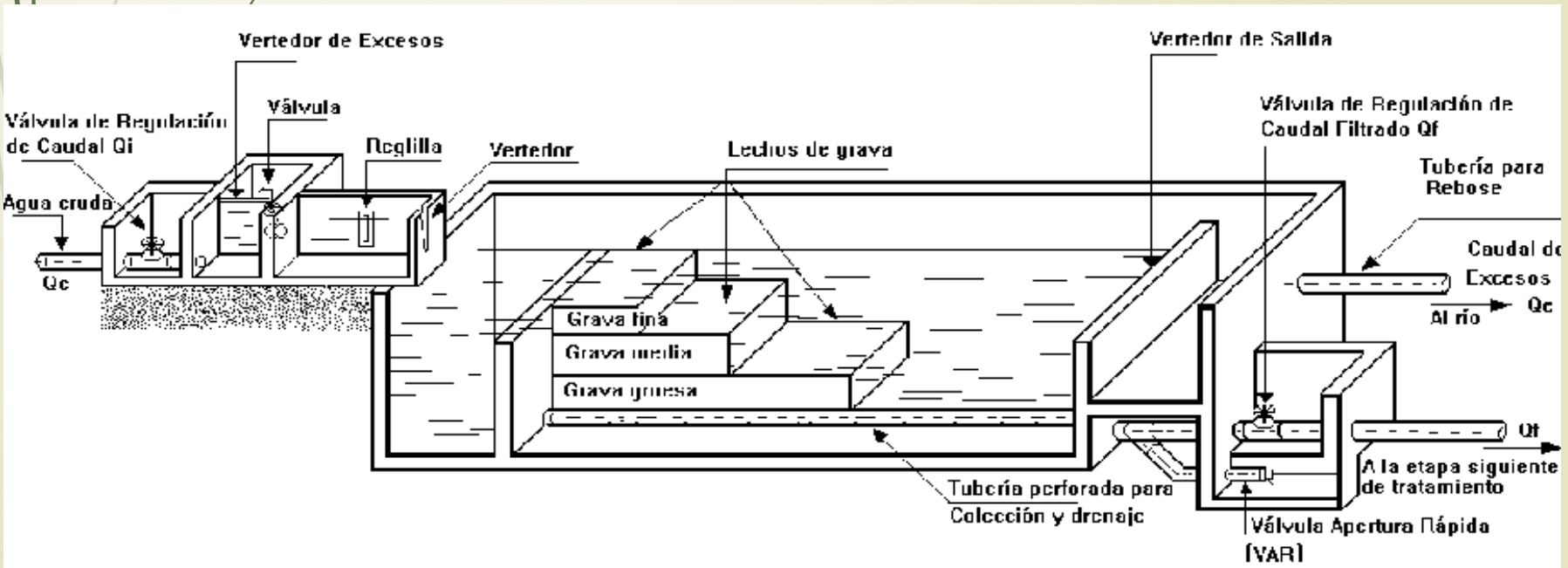
FIME (FGDi + FGAS 3 + FLA)

FILTROS GRUESOS DINAMICOS (FGDi)

- Es la primera etapa del tratamiento, por lo tanto su función es orientada a la remoción de material grueso, partículas suspendidas.
- Unidad acondicionadora de la calidad del agua.
- Dos o más módulos operados en paralelo con flujo descendente, con lechos de grava de tamaños variables en el rango de gruesa en el fondo a fina en la superficie.
- El caudal percola verticalmente a través de lechos de grava

COMPONENTES

- Cámara de filtración
- Lecho filtrante
- Estructura de entrada y salida
- Sistema de recolección – drenaje y cámara de lavado
- Accesorios de regulación y mantenimiento



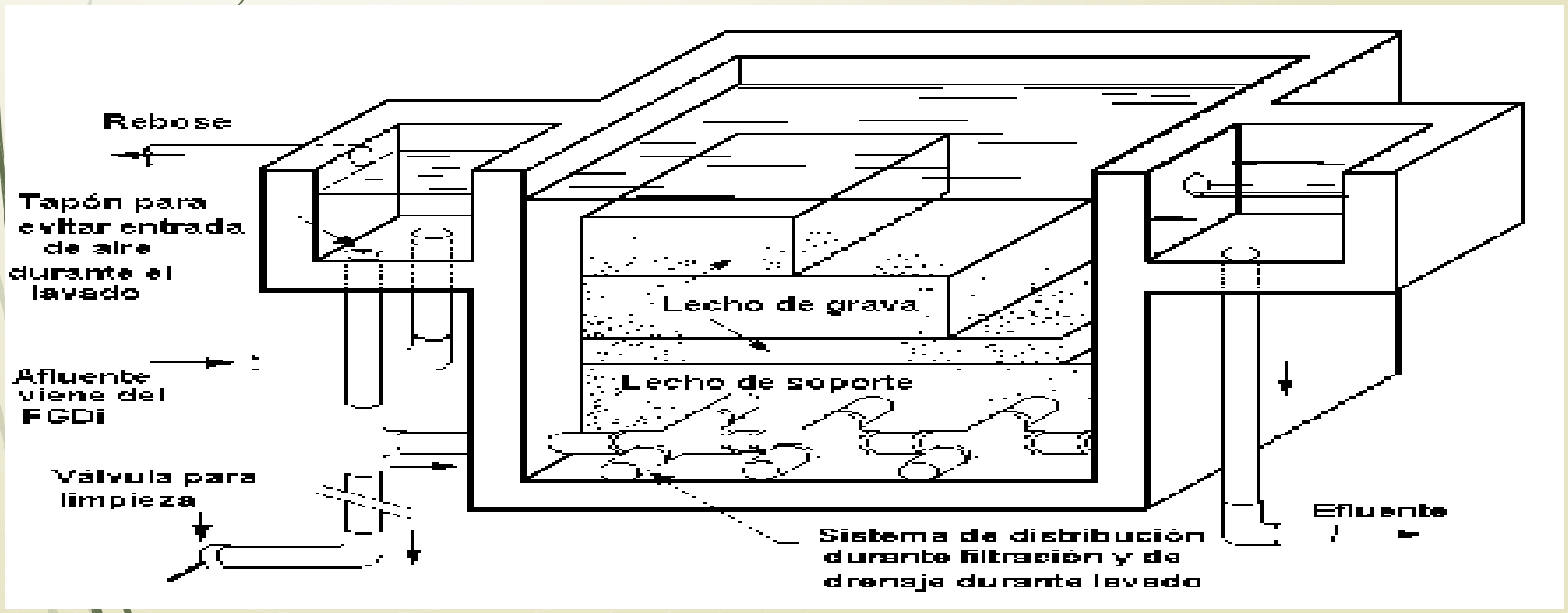
FILTROS GRUESOS ASCENDENTES (FGA)

- La Filtración Gruesa Ascendente en Capas (FGAC)- tiene lechos de grava de diferente tamaño en el rango de gruesa en el fondo a fina en la superficie. En sistemas con mas de una unidad – Filtración Gruesa Ascendente en Serie (FGAS)- cada modulo se llena con un tamaño de grava predominante que decrece en el sentido del flujo

- La filtración gruesa ascendente favorece la acumulación de sólidos en el fondo del filtro, donde se localiza el sistema de drenaje, facilitando así, el lavado hidráulico. La dirección vertical del flujo permite reducir interferencias generadas por temperatura o diferencias de densidad del fluido, mejorando el comportamiento hidráulico de la unidad, evitando zonas muertas y produciendo tiempos de retención más homogéneos

COMPONENTES

- Cámara de filtración
- Lecho filtrante
- Estructura de entrada y salida
- Sistema de recolección – drenaje y cámara de lavado
- Dispositivos para limpieza superficial



FILTRACIÓN LENTA EN ARENA (FLA)

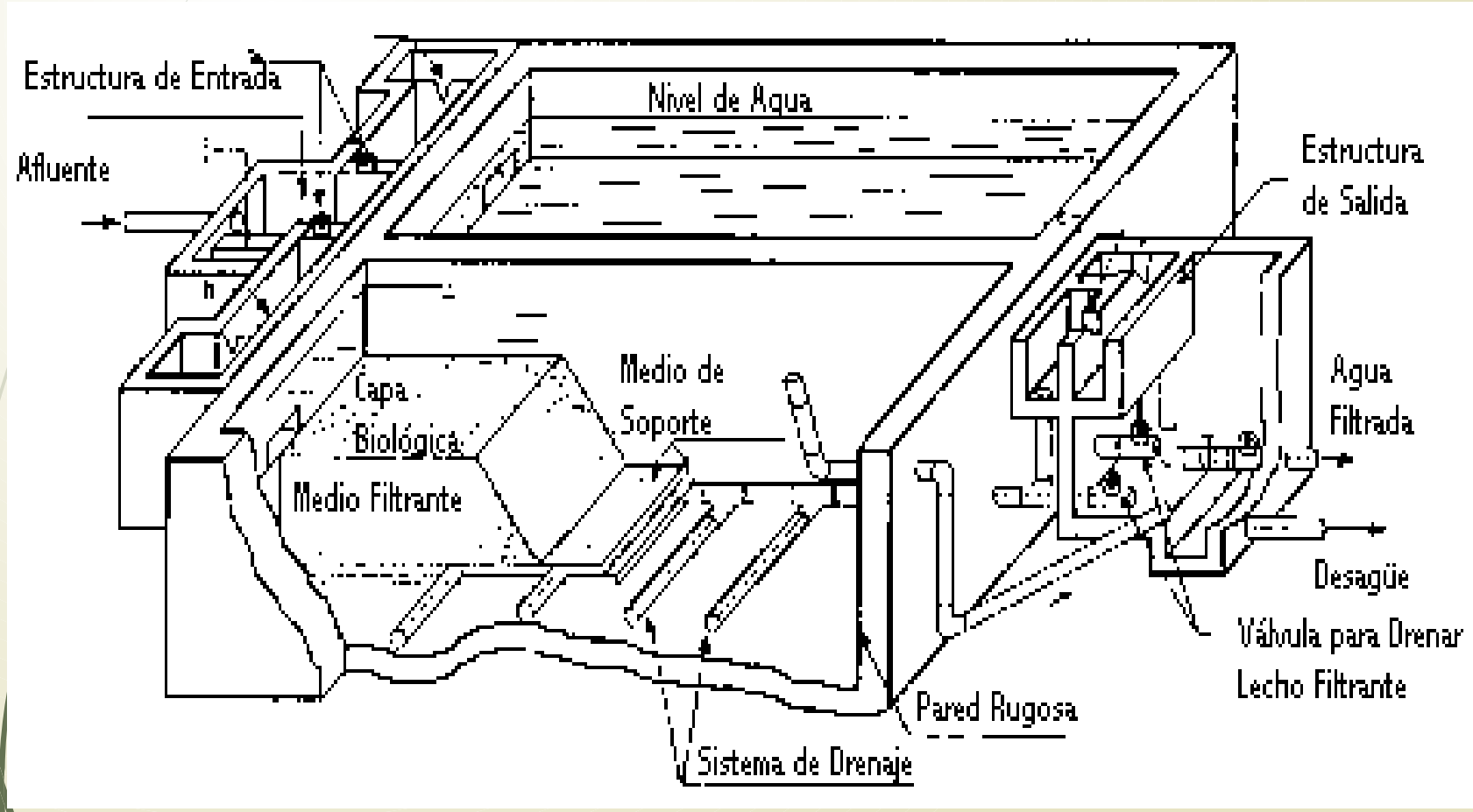
- Los FLA son la ultima fase de tratamiento en FiME y son considerados una barrera que elimina microorganismos, patógenos y algunas sustancias que pueden interferir el proceso de desinfección, a través de mecanismos físicos y biológicos, lo que constituye una tecnología limpia a través de la cual es posible purificar el agua sin crear una fuente adicional de contaminación para el ambiente.

- En la superficie del medio filtrante se forma una capa, principalmente de material de origen orgánico, conocida con el nombre de schmutzdecke o “piel de filtro” que está formado principalmente por algas y otras numerosas formas de vida, tales como plankton, diatomeas, protozoarios, rotíferas y bacterias. La acción intensiva de estos microorganismos atrapa, digiere y degrada la materia orgánica contenida en el agua. Algo de color es removido y una considerable proporción de partículas inertes en suspensión son retenidas por cernido.

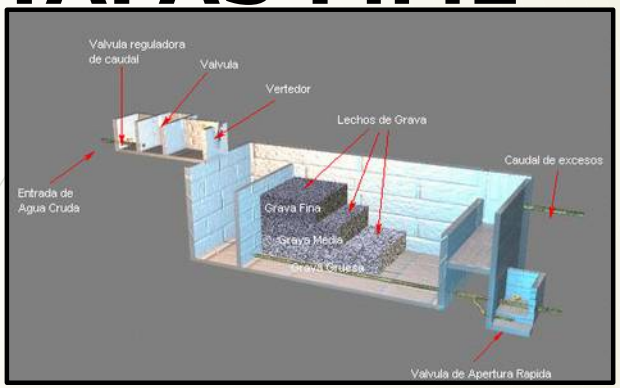
- La calidad de agua a ser tratada por FLA debe presentar la mejor calidad posible, caracterizándose por bajos niveles de turbiedad, color, metales pesados, sustancias toxicas, algas y otros residuos químicos como hierro y manganeso. Las turbiedades deben ser menores a 10 UNT
- Son de flujo descendente

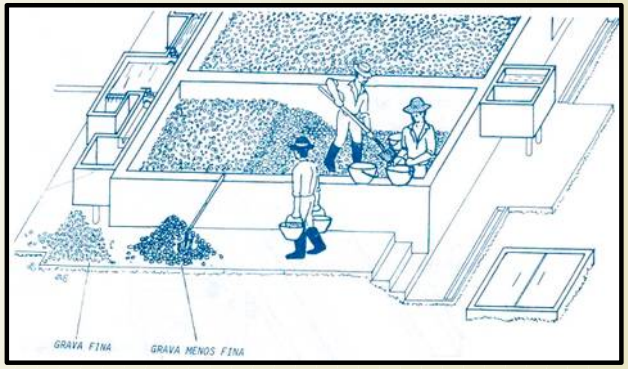
COMPONENTES

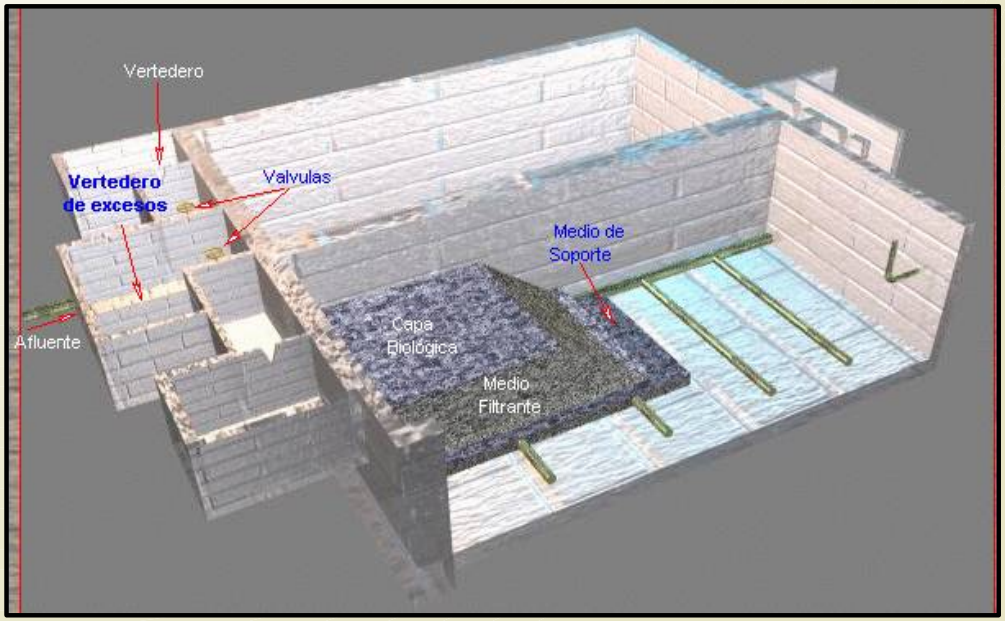
- Cámara de filtración y estructura de entrada
- Lecho filtrante
- Capa de agua sobrenadante
- Sistema de drenaje y cámara de lavado
- Dispositivos para limpieza superficial


Estructura de Entrada
Afluente
Nivel de Agua
Estructura
de Salida
h
Capa
Biológica
Medio de
Soporte
Medio Filtrante
Agua
Filtrada
Desagüe
Válvula para Drenar
Lecho Filtrante
Pared Rugosa
Sistema de Drenaje

FILTRACION EN MULTIPLES ETAPAS FiME







2. Combinación de tecnología o mixta

Floculación o sedimentación de agua químicamente coagulada con medios granulares porosos

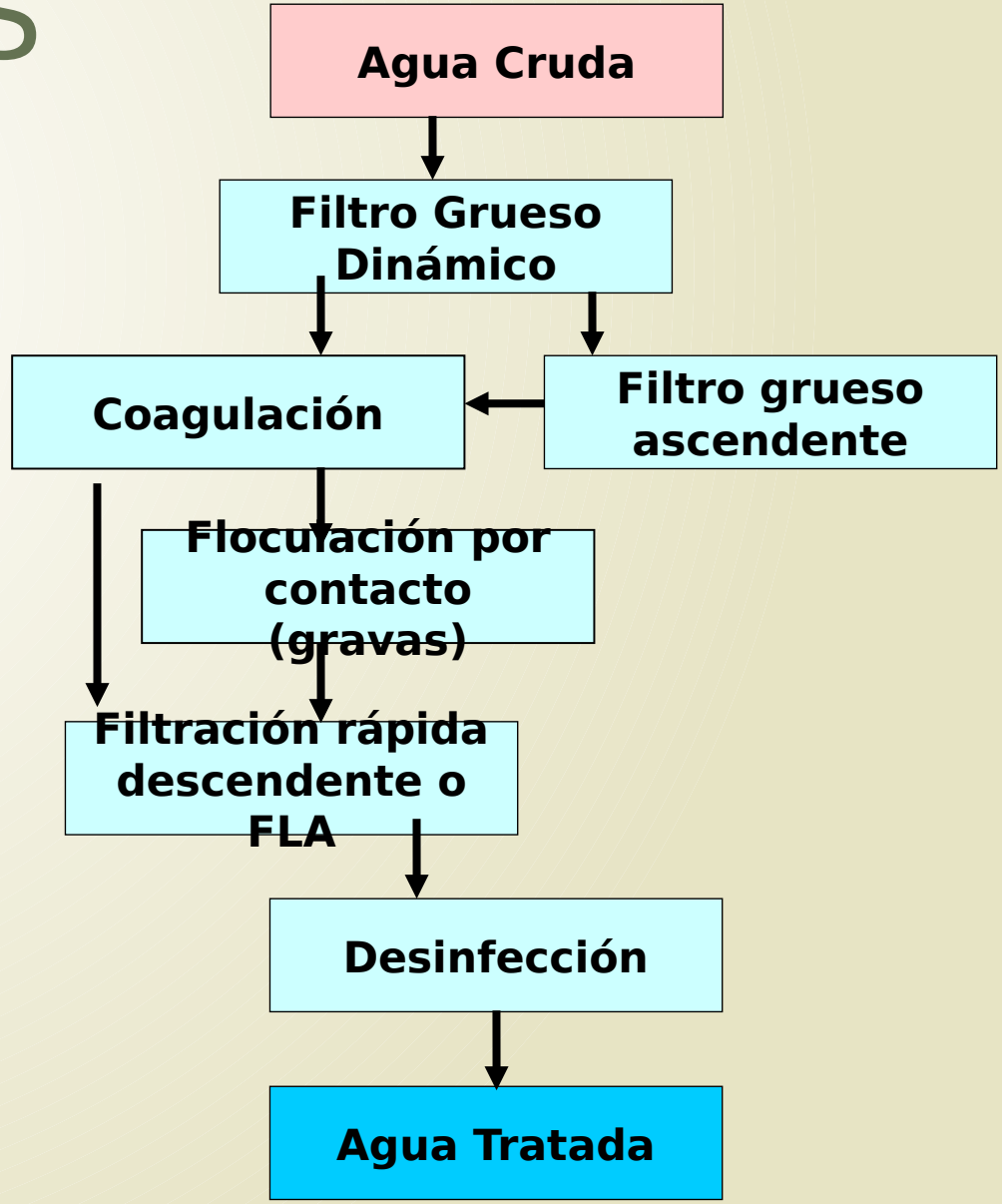
Alternativa tecnología disponible frente a limitaciones en procesos de tratamiento convencional con coagulación para manejar aguas con baja turbiedad, operando como sistema biológico.

Opera con coagulación cuando la fuente presenta moderados niveles de materia orgánica y altos niveles de turbiedad, color, y microorganismos que limitan la operación de la filtración lenta.

La combinación con filtración gruesa como pretratamiento reduce entre un 50-70% de coagulante (Di Bernardo e Cruz, 1994)

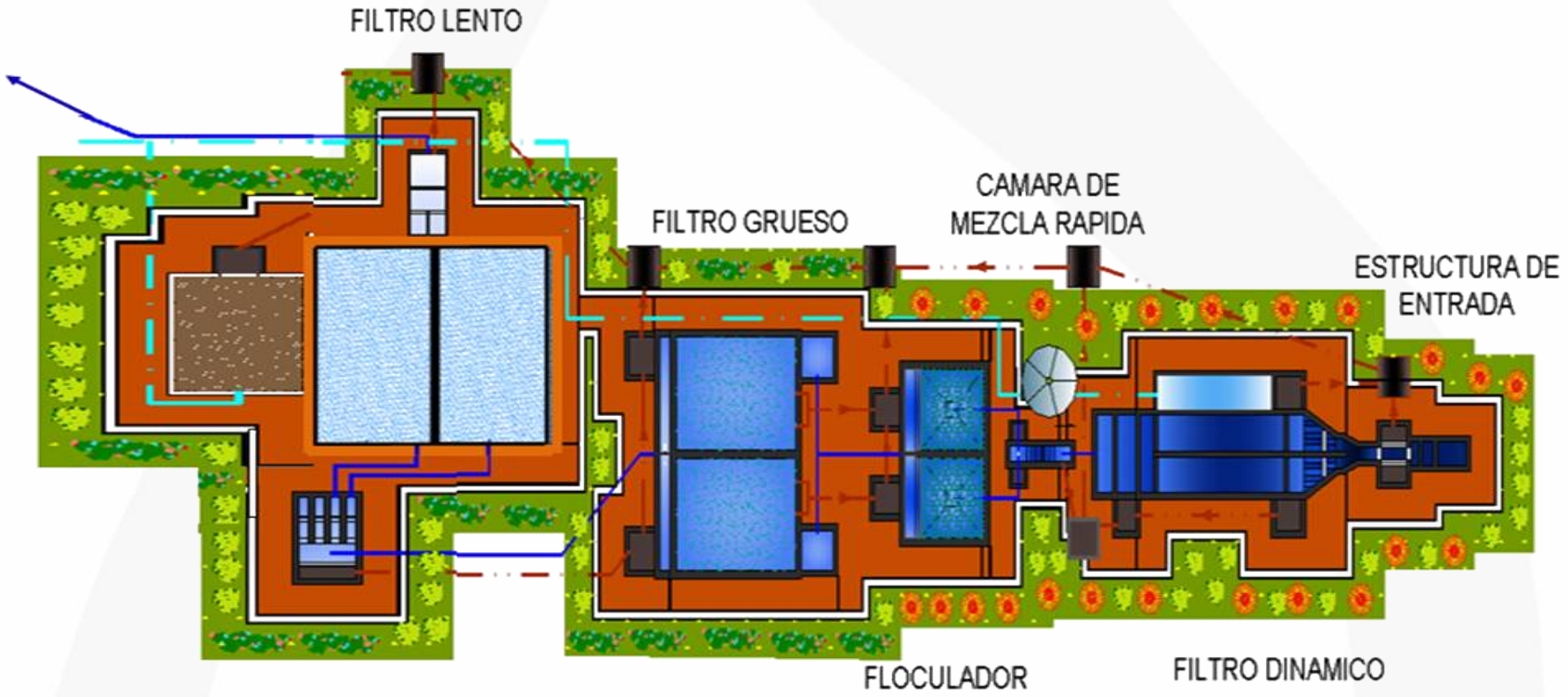
PROCESOS

COMBINACIÓN DE TECNOLOGÍAS



TECNOLOGIA: FIME COMBINACIÓN

PLANTA



VENTAJAS

- Pueden manejarse aguas con elevada concentración de partículas en suspensión
- Aplicable para fuentes de agua de calidad variable
- Viable en pequeñas localidades donde la calidad del agua no permite la implementación de plantas con filtración lenta en arena
- Se reduce la generación de lodos en un 80% comparado con Ciclo Completo

DESVENTAJAS

- Requiere recurso humano relativamente calificado para la operación y mantenimiento
- Necesidad de insumos químicos, eléctricos y electrónicos
- Control del proceso de coagulación
- Tecnología muy robusta que demanda labores de operación y mantenimiento en varias unidades de proceso

HANNA
59.5 NTU
AVG
HI98703
Turbidimeter
ON / OFF
CAL
LIGHT
GLP
RCL
LOG / CFM
AVG
SETUP/DEL
READ
Fast Tracker

PRUEBAS A NIVEL PILOTO. ESTUDIO DE TRATABILIDAD

Para evitar pérdida de recursos, es necesario hacer estudios a escala piloto para verificar las etapas de tratamiento de la tecnología a seleccionar, antes de invertir a escala real. La Resolución 0330 exige estudios de tratabilidad

3. CALIDAD DEL AGUA

CALIDAD DEL AGUA

- El agua debe estar libre de sustancias químicas y microorganismos que puedan causar rechazo o enfermedades en los usuarios o deteriorar las estructuras de un sistema de abastecimiento o las instalaciones sanitarias en una vivienda, entre otros.

- Se debe cumplir por lo tanto con normas de calidad de agua que garanticen que el agua sea potable: sin sabor, olor, color (Guías de la OMS, Resolución 2115 de 2007): parámetros físicos, químicos y microbiológicos

AGUA POTABLE O PARA CONSUMO HUMANO

Aquella que por cumplir las características físicas, químicas y microbiológicas, en las condiciones señaladas en el Decreto 1575 de 2007, del MPS y demás normas que la reglamenten, es apta para consumo humano y cumple con las normas de calidad de agua.

Se utiliza en bebida directa, en la preparación de alimentos o en la higiene personal.

LEGISLACION VIGENTE PARA AGUA POTABLE

Resolución 2115 de 2007 (Decreto 1575 de 2007)

CAPÍTULO II

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

ARTÍCULO 2º.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS. El agua para consumo humano no podrá sobrepasar los valores máximos aceptables para cada una de las características físicas que se señalan a continuación:

Cuadro Nº. 1 Características Físicas

Características físicas	Expresadas como	Valor máximo aceptable
Color aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15
Olor y Sabor	Aceptable ó no aceptable	Aceptable
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2

Cuadro Nº. 2 Características Químicas que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos diferentes a los plaguicidas y otras sustancias	Expresados como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Antimonio	Sb	0,02
Arsénico	As	0,01
Bario	Ba	0,7
Cadmio	Cd	0,003
Cianuro libre y disociable	CN^-	0,05
Cobre	Cu	1,0
Cromo total	Cr	0,05
Mercurio	Hg	0,001
Níquel	Ni	0,02
Plomo	Pb	0,01
Selenio	Se	0,01
Trihalometanos Totales	THMs	0,2
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	HAP	0,01

ARTÍCULO 6º.- CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE SUSTANCIAS QUE TIENEN IMPLICACIONES SOBRE LA SALUD HUMANA. Las características químicas del agua para consumo humano en relación con los elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos que tienen implicaciones sobre la salud humana se señalan en el siguiente cuadro:

Cuadro Nº. 3 Características Químicas que tienen implicaciones sobre la salud humana

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos que tienen implicaciones sobre la salud humana	Expresados como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Carbono Orgánico Total	COT	5,0
Nitritos	NO_2^-	0,1
Nitratos	NO_3^-	10
Fluoruros	F^-	1,0

ARTÍCULO 7º.- CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS QUE TIENEN CONSECUENCIAS ECONÓMICAS E INDIRECTAS SOBRE LA SALUD HUMANA. Las características químicas del agua para consumo humano en relación con los elementos y compuestos químicos que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud se señalan a continuación:

Cuadro Nº. 4 Características Químicas que tienen mayores consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana

Elementos y compuestos químicos que tienen implicaciones de tipo económico	Expresadas como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Calcio	Ca	60
Alcalinidad Total	$CaCO_3$	200
Cloruros	Cl^-	250
Aluminio	Al^{3+}	0,2
Dureza Total	$CaCO_3$	300
Hierro Total	Fe	0,3
Magnesio	Mg	36
Manganeso	Mn	0,1
Molibdeno	Mo	0,07
Sulfatos	SO_4^{2-}	250
Zinc	Zn	3
Fosfatos	PO_4^{3-}	0,5

Características microbiológicas del agua para consumo humano.

- Las bacterias coliformes fecales (>99% de las cuales son E. coli) son indicadoras del nivel de contaminación de desechos humanos o animales en el agua, y de la posibilidad de que se encuentren presentes patógenos dañinos.

- Si hay coliformes fecales presentes, el agua deberá ser sometida a tratamiento.

Características microbiológicas del agua para consumo humano.

Coliformes Totales	Escherichia coli
0 UFC/100 cm3	0 UFC/100 cm3

Coliformes totales presentes el agua indica que está contaminada y deberá ser sometida a control o desecharla. INFORMAR y sugerir control de la calidad de agua

E. coli indicadores del nivel de contaminación del agua por desechos humanos o animales , y de la posibilidad de que se encuentren presentes microorganismos patógenos dañinos.

PARÁMETROS BÁSICOS DE CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA

TURBIEDAD: presencia de partículas en el agua que impiden el paso de la luz. Debe ser menor a 2 U.N.T. Se mide con equipo portátil.

pH: Que tan ácida o no está el agua. Rango: 6.5 y 9.0 unidades. Se mide con equipo portátil.

Cloro residual libre: está disponible en el agua después de haber actuado, es decir eliminar los agentes que lo demandan. Debe estar entre 0.3 y 2.0 mg/l. Se mide con comparador de cloro o equipo de portátil. Para desinfectar el agua la turbiedad debe ser menor a 2 U.N.T. y el pH menor de 8. Se requiere tiempo de contacto de al menos 25 minutos (O.M.S.; RAS, 2000, Res 0330, 2017). Garantía de Rx como ión hipoclorito o ácido hipocloroso.

Norma: si turbiedad menor a 2 y cloro residual LIBRE entre 0.3 y 2.0 no se espera encontrar microorganismos.

4. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Que es operación y mantenimiento?

Operación: el conjunto de acciones externas que se desarrollan en las instalaciones o en los equipos para el funcionamiento de un sistema de abastecimiento de agua.

Mantenimiento: Actividades destinadas a mantener un conjunto de estructuras o instalaciones en perfecto estado.

Tipos de mantenimiento

- **Mantenimiento preventivo:** Acciones o actividades mediante las cuales se busca que todos los elementos de un acueducto se encuentren siempre en funcionamiento, manteniendo el servicio de suministro sin interrupciones y de esta forma atender las emergencias que se presenten.

- **Mantenimiento correctivo:** Se efectúa cuando ya se ha producido el daño y es necesario repararlo en el menor tiempo posible. Por lo general el daño causa la interrupción normal del suministro de agua

A TENER EN CUENTA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Conformar un equipo base permanente, capacitado y actualizado con perfil claramente definido.
- Contar con los insumos, elementos y accesorios requeridos para realizar su labor.
- Mantener una relación directa con la administración y la comunidad.
- Conocer bien el funcionamiento técnico de cada uno de los componentes del sistema.
- Contar con los diseños técnicos del sistema de abastecimiento de agua.
- Conocer bien las labores correctas de operación y mantenimiento requeridas y realizarlas como es debido.

A TENER EN CUENTA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Contar con manuales claros y con disponibilidad de acceso a ellos en el lugar de trabajo.
- Conocer bien las necesidades de operación y mantenimiento.
- Registrar y reportar la información que se genera en operación y mantenimiento.
- Contar con capacidad mínima para la toma de decisiones.
- Buscar asesoría técnica especializada cuando se requiera (No improvisar).
- Gestionar recursos tanto internos como externos para el mejoramiento.
- Vinculara a la comunidad en actividades de apoyo para O&M.

PERFIL DEL OPERADOR

- Conciliador
- Responsable
- Que le guste su trabajo (comprometido)
- Reconocido y aceptado por la comunidad
- Respetuoso, sociable y discreto.
- Con conocimientos del tema y aptitud de aprender
- Con nivel de formación básica
- Que mantenga una comunicación permanente con la administración y la comunidad
- Que viva en la localidad.
- Con disponibilidad de tiempo (remuneración)
- Acepte ordenes, recomendaciones y sugerencias

RUTINAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

..\..\..\..\..\..\..\Varios\PLAN OPERACION Y MANTENIMIENTO.doc

GRACIAS