



## DESCRIPCIÓN

Son sistemas compactos, modulares y eficientes, diseñados para tratar aguas negras y grises de forma in situ. Estas plantas son diseñadas para áreas con alcantarillados compactos, que favorecen el reúso del agua para riego o limpieza, utilizan tecnologías biológicas (aerobias/anaerobias) o fisicoquímicas, permitiendo reducir contaminantes y ahorrar agua.

## VENTAJAS

- ✓ Manejo responsable de los desechos.
- ✓ Contribución a la reducción de la contaminación de ríos y lagos, se evita la sobreexplotación de los recursos hídricos.
- ✓ El agua tratada puede ser reutilizada para el riego de áreas verdes, carga de depósitos de inodoros, infiltración a pozo de absorción, así como a la reducción de contaminación de suelos, ríos y lagos.
- ✓ La mayoría de los sistemas generan lodos que una vez tratados pueden utilizarse como abono orgánico para árboles, plantas y cultivos.
- ✓ El sistema permite tener un control adecuado de las descargas y un servicio de saneamiento eficiente.

## CONSIDERACIONES

- Evaluar el sitio, espacio y la ubicación más adecuada para la construcción de la planta de tratamiento, dentro del conjunto habitacional, así como el tipo de suelo, condiciones climáticas y deberá estar retirado de los cuerpos de agua.
- Elección del proceso de tratamiento puede ser físico, químico, biológico o mixto.
- El diseño del sistema de tratamiento (tamaño y capacidad) y la tecnología a emplear, deberá estar de acuerdo con el número de personas que habitan el conjunto habitacional, así como el diseño de la red de tubería y la construcción de las instalaciones complementarias.
- El sistema, requiere una red de recolección y conducción de las aguas residuales por gravedad hasta la planta de tratamiento o bombeo.
- Operación del sistema y mantenimiento, se requiere de un equipo de bombeo para su uso eficiente y de un mantenimiento preventivo cada seis meses.



## ALTERNATIVAS

- **Lagunas de Estabilización.** Se basa en la descomposición natural de los contaminantes por medio de microorganismos presentes en el agua.
- **Lodos Activados.** Consiste en introducir aire al agua contaminada para propiciar el crecimiento de bacterias que consumen los contaminantes.
- **Filtro de Bioarena.** Consiste en una capa de arena y grava como filtro, los microorganismos alojados en la arena descomponen los contaminantes conforme el agua pasa a través del filtro.
- **Humedales Artificiales.** Se basa en la utilización de plantas acuáticas que eliminan contaminantes del agua.
- **Tanque Imhoff o sedimentadores.** Unidad de tratamiento primario, que combina la sedimentación de sólidos y la digestión anaerobia de lodos en una misma estructura.

## MANTENIMIENTO E INSTALACIÓN



## NORMATIVIDAD

NOM-001-SEMARNAT-2021  
 NOM-003-SEMARNAT-1997  
 NOM-014-CONAGUA-2003

### Cumplimientos de ecotecnologías en el proyecto

- Registro de ecotecnología en plataforma Conavi.
- Correspondencia entre concepto de ecotecnología en presupuesto y proyecto.



### Supervisión para el correcto funcionamiento de las ecotecnologías

- Supervisión para comprobar la correcta instalación y funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de acuerdo con el proyecto.

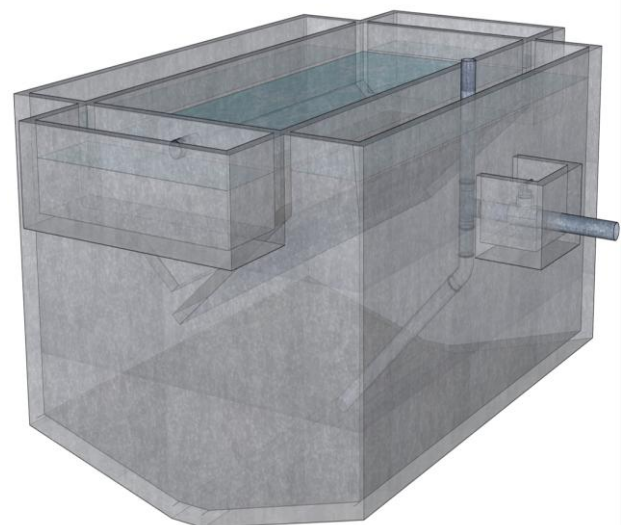
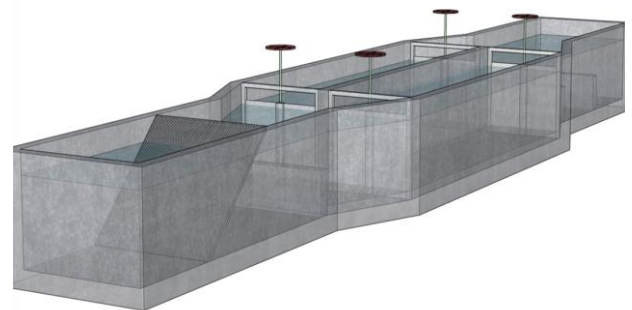
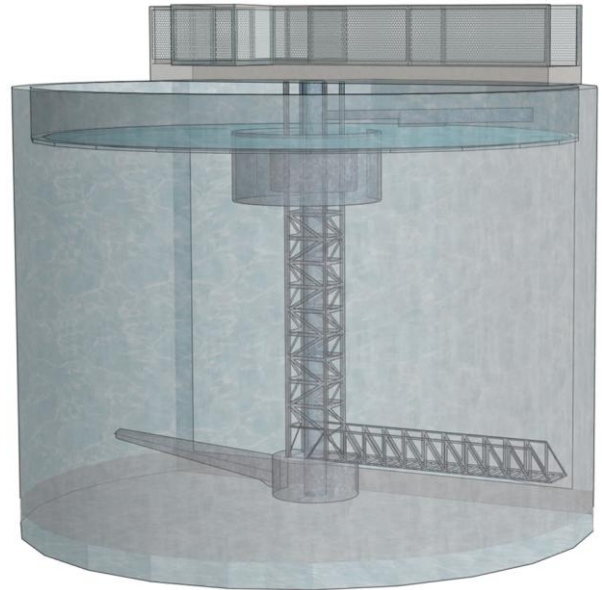


## DISEÑO

Se centra en un sistema compacto y modular que optimiza espacio y eficiencia para tratar descargas domésticas del Conjunto Habitacional.

## CONSIDERACIONES DE DISEÑO

- i** Para seleccionar el tipo de planta de tratamiento, se debe conocer el área disponible, tipo de suelo, pendientes, estabilidad estructural, volumen de agua a tratar (diario y estacional) y destino.
- i** Verificar y calcular el caudal o flujo con el que cuenta (la dotación de agua potable al día por habitante es de 150-420 litros, pero sólo el 80% llega al drenaje, es decir de 120-336 litros por habitante por día), las características del agua residual, considerando variaciones estacionales así como picos matutinos.
- i** Toma en cuenta la NOM-001-SEMARNAT-2021 para remociones mínimas de DBO (>85%), DQO y sólidos en el agua (efluentes reutilizables).
- i** Elige sistemas modulares (MBBR, MBR o lagunas anaerobias) con baja huella para integración.
- i** La planta de tratamiento tiene que estar alejada de las viviendas y de los cuerpos de agua a una distancia mínima recomendada de 100 m (buenas prácticas de diseño).
- i** Priorizar componentes prefabricados, bombas de respaldo y accesos fáciles para operación simple.
- i** Considerar un pretratamiento, se integra por un cribado de barras metálicas, colocadas de manera vertical o inclinadas, empleadas para remover materia orgánica.  
Desarenador: Remueve gravilla, arenas y materia orgánica.  
Desarenador flujo horizontal: Las partículas se depositan al fondo del canal por gravedad, se requiere una velocidad constante y el uso de vertederos.  
Desarenador aireados: Flujo en espiral y produce un sedimento más limpio.  
Diseño de Desarenador aireado: Suministro de aire de 280 l/m de canal, colocar aireadores al lado del canal y a 75 cm de fondo, velocidad en la superficie de 4.5 a 6.0 cm/seg., velocidad en el fondo de 3.0 a 4.5 cm/seg, remoción de arenas por bandas transportadoras o bomba de aire y profundidad recomendada del desarenador de 1.20 m.  
Desarenador de vórtice: el agua a tratar entra cerca del fondo de manera tangencial y sale de igual manera por la parte superior del tanque.
- i** Considerar un tratamiento primario remueve entre el 40% y 60% de sólidos suspendidos totales mediante procesos como cribado y desarenado, sedimentación en decantadores, flotación y coagulación-floculación. Estos métodos homogenizan el caudal y reducen la materia orgánica antes de los tratamientos secundarios.
- i** Considera un tratamiento secundario, biológico: bacterias que degradan materia orgánica, nutrientes, con decantación final. Métodos clave como aeróbicos es decir lodos activados (suspensión microbiana) y biofiltros/CBR y anaeróbicos, sin oxígeno, para alta carga orgánica.
- i** Considera también un tratamiento terciario que elimine contaminantes persistentes vía filtros (arena, membrana, carbón activado), adsorción, intercambio iónico y desinfección (UV, ozono), permitiendo su reutilización.



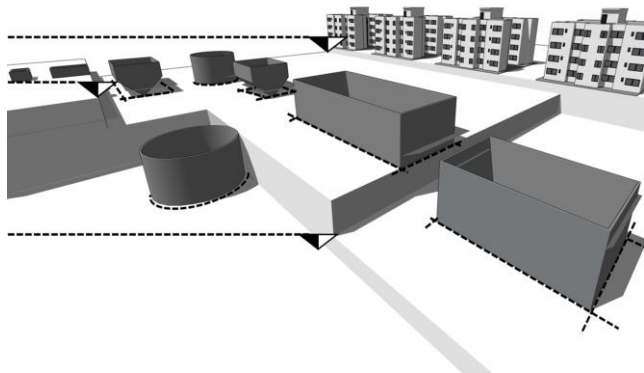
## CONSIDERACIONES PARA SU INSTALACIÓN

- i** Los suelos adecuados para instalar la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), son los que cuenten con una buena capacidad de carga (no habrá asentamientos diferenciales), donde el nivel freático se ubique a más de 2 m de profundidad (facilita la construcción), suelos impermeables (evita contaminación de acuíferos).
- i** Evitar suelos orgánicos (turba o rellenos), arcillosos o expansivos.
- i** Ubicar en el área de terreno donde cuente con una pendiente ligera para que permita el flujo por gravedad.
- i** Para la construcción de la obra civil, el pretratamiento de la PTAR (caja de cribado, desarenador, trampa de grasa y cárcamo de bombeo), preferentemente será de concreto reforzado con la finalidad de proteger el equipo.
- i** El acabado al interior de la caja de cribado, deberá estar impermeabilizada y/o con aditivos integrados.
- i** Las rejillas de la caja de cribado deberán ser de acero inoxidable o políéster reforzado con fibra de vidrio.
- i** La instalación del **tratamiento primario**, se diseña para separar sólidos suspendidos, grasas y aceites mediante un proceso físico (gravedad). La remoción de lodos es periódica y se llevan al lecho de secado.
- i** Para conjuntos habitacionales de hasta 5000 habitantes, el tanque Imhoff es una opción, se integra por un sedimentador superior y digestión anaerobia de lodos.
- i** Sedimentador primario o clarificador se emplea para comunidades grandes, tiene forma circular o rectangular y se diseñan para una sedimentación libre o floculante. La construcción será de concreto armado, preferentemente aplicar un impermeabilizante integral. La construcción y diseño adecuado, eliminará en su totalidad la materia orgánica antes del tratamiento secundario.
- i** La instalación del **tratamiento secundario** se enfoca en un proceso biológico (aerobios o anaerobios) para remover materia orgánica disuelta o suspendida que no fue removida en el tratamiento primario, se construyen principalmente de concreto armado por su durabilidad y resistencia estructural, acero inoxidable o galvanizado para componentes internos y tuberías.
- i** Considere una bomba centrífuga o de tornillo para la recirculación de lodos y medidores de caudal, sensores de nivel, medidores de oxígeno y de PH.
- i** Tanque de aireación o reactor biológico (lodos activados). Su construcción es de concreto, diseño rectangular (canales de oxidación) o circular.
- i** Sistema de aeración, de burbuja fina o gruesa se coloca a unos centímetros del fondo y aireadores superficiales, son motores que agitan la superficie para oxigenar y mezcla microorganismos con agua residual y oxígeno.
- i** Tanques clarificadores secundarios ( sedimentadores), pueden ser circulares o rectangulares con profundidad general de 4.5 m, su función es separar la biomasa ( lodos ) del agua tratada, ya que cuenta con barredores de lodos y recolector de natas, (utilizará una bomba y tubería de succión, cuenta con una canaleta periférica superficial denominada vertedor para la salida del agua tratada, reduce la velocidad del agua y mejora la sedimentación, por último cuenta con un sistema de remoción de natas, mediante brazos desnatadoras que recogen sólidos flotantes y aceites.)
- i** La instalación del **tratamiento terciario**, se enfoca en procesos avanzados de pulido para eliminar contaminantes no biodegradables, fósforos y nitrógenos. Se construyen generalmente de concreto armado con recubrimiento impermeable, hay tanques modulares de acero inoxidable o de plástico reforzado con fibra de vidrio.
- i** Tanques de Filtración, eliminan sólidos suspendidos totales (SST) residuales de etapas previas, mediante sedimentación o filtración mecánica, asegurando turbidez  $\leq 4.0$  UNT según NOM-127-SSA1-2021. Son esenciales en tratamiento terciario para efluentes de alta calidad.
- i** Tanque de Ozono, proporciona desinfección vía inyección de  $O_3$ , eliminando patógenos (bacterias, virus), compuestos orgánicos, color y olor de forma más eficaz que el cloro. El ozono se genera in situ por descarga de corona (altos voltajes en aire/oxígeno), aplicado con difusores de burbuja fina para máxima transferencia de gas.
- i** Tanque o cajas de filtro: contiene medio filtrante (grava, arena y antracita).
- i** Medio filtrante; lechos de arena, carbón activado para adsorción o filtros de tela.
- i** Los tanques de DESINFECCIÓN Y OXIDACIÓN, los más utilizados son los siguientes:
  - 1.- Cámara de contacto de cloro, diseñado para su desinfección por medio de cloro.
  - 2.- Tanque de desinfección de UV, equipado con lámparas UV y sensores de intensidad.
  - 3.- Tanques de oxidación química, emplean el peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) o ozono.
- i** El concreto armado deberá resistir la corrosión y las paredes deberán estar cubiertas con una resina.
- i** Para un tanque de cloración, las dimensiones están en función al caudal de las aguas y a la retención del agua residual por un tiempo de 15 a 30 minutos para alcanzar niveles seguros, se utiliza un difusor al fondo del tanque para inyección directa del gas cloro entre 4-6 mg/L.
- i** Considere un muestreo de aguas residuales, el cual debe ser representativo del lugar, hora y volumen, para cumplir con las normatividad.

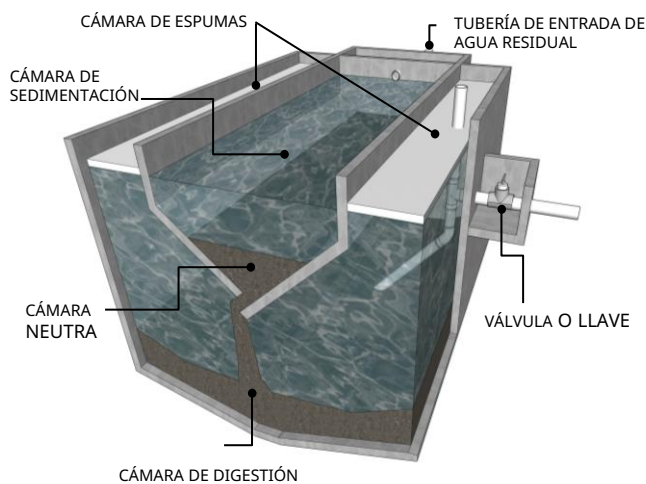
## INSTALACIÓN



**1** Evalúa el sitio, espacio y ubicación más adecuada para la construcción de la planta de tratamiento de agua residuales.

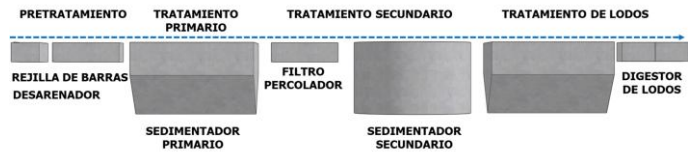


**3** Trazo, nivelación y construcción con concreto armado de los diferentes módulos que componen la planta de tratamiento.

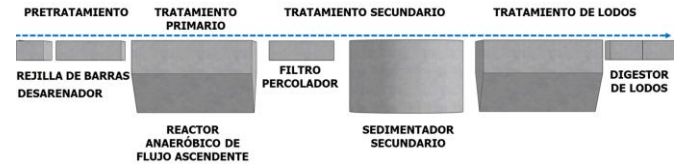


**5** Instala un tratamiento primario, el cual removerá la totalidad de la materia orgánica, los tanques pueden ser circulares o rectangulares, su función es para reducir la velocidad y permitir la sedimentación (lodos y flotación de grasas/natas), el fondo tiene una inclinación de 1 a 8 % para recoger los lodos, las dimensiones a lo largo es de 3 a 4 veces mayor que el ancho y una profundidad de 2 metros, cuenta con barredores de lodos y componentes para remover espumas, el tiempo de retención típico es de 1 a 3 horas.

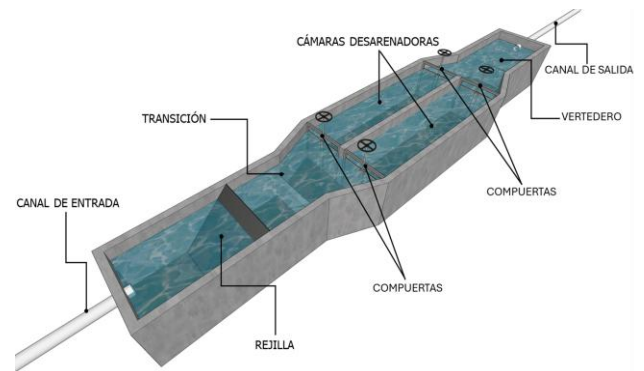
### FILTRO BIOLÓGICO



### REACTOR ANAERÓBICO DE FLUJO ASCENDENTE



**2** Elige el sistema de tratamiento de aguas residuales.



**4** El tanque de pretratamiento deberá estar impermeabilizado.

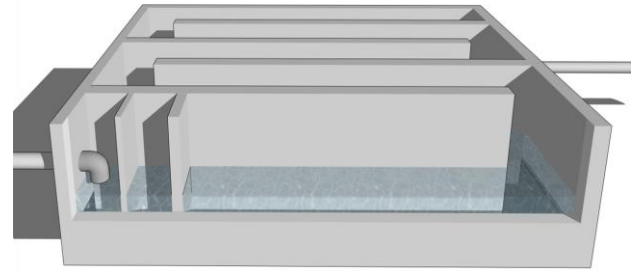
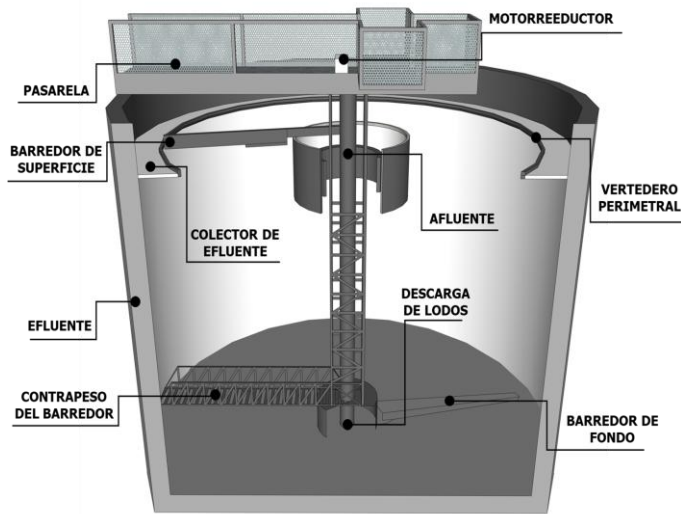
Instala el cribado, su diseño está en función al gasto máximo.

El número de barras (de acero inoxidable) en el canal se define en función del espacio entre ellas y su ancho.

Instala el desarenador de flujo horizontal, deberá tener un depósito en el cual las partículas caen por gravedad en el fondo a una velocidad constante. (existen desarenadores aireados, si fuera el caso, que suministre aire al caudal por medio de difusores colocados al lado del canal).

No olvidar regular el caudal, el cual tiene como propósito, tener un PH adecuado, constante y que mejore el tratamiento.

## CONSIDERACIONES PARA SU INSTALACIÓN



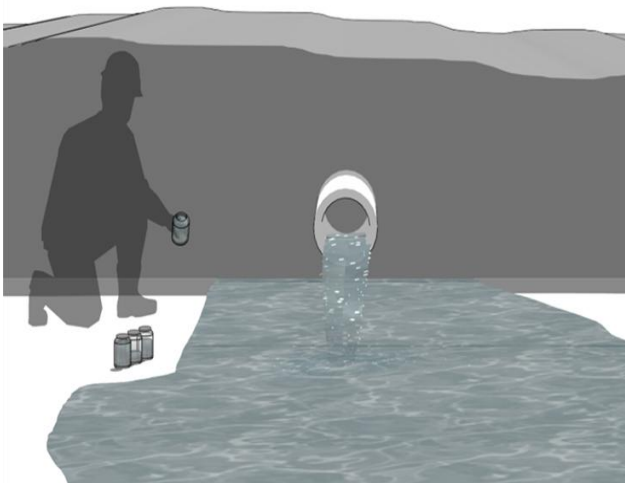
**6** Instala un tratamiento secundario, para eliminar el 90 % de la materia orgánica biodegradable y sólidos suspendidos, este puede ser de dos tipos aerobio y anaerobio.

En el caso del sistema aerobio, es a través de tanque de concreto armado con difusores de burbuja, sedimentadores secundarios para separar lodos y sistema de recirculación de biomasa activa.

El tamaño del tanque está en función del DBO y el tiempo de retención hidráulica, la profundidad no debe ser inferior a 3m. ni superior a 9m.

En el caso del sistema anaerobio, la construcción del tanque debe ser hermética, con materiales resistentes a la corrosión química (concreto reforzado, fibra de vidrio), se producirá gases y lodos. El tiempo de retención adecuado es de 6-24 horas, flujo ascendente y una temperatura de  $>25^{\circ}\text{C}$  preferentemente.

**7** Instala un tratamiento terciario, tanque de contacto de cloración, construido in situ con concreto armado o prefabricado (fibra de vidrio o plástico de alta resistencia).



**8** Verifica la calidad del agua mediante el muestreo, conforme a los límites permisibles de contaminantes.

## TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA TRATADA



**9** Considerar un depósito para el agua tratada y esta pueda destinarse al riego de áreas verdes o en su caso un pozo de absorción para alimentar los mantos acuíferos.

## DESCRIPCIÓN

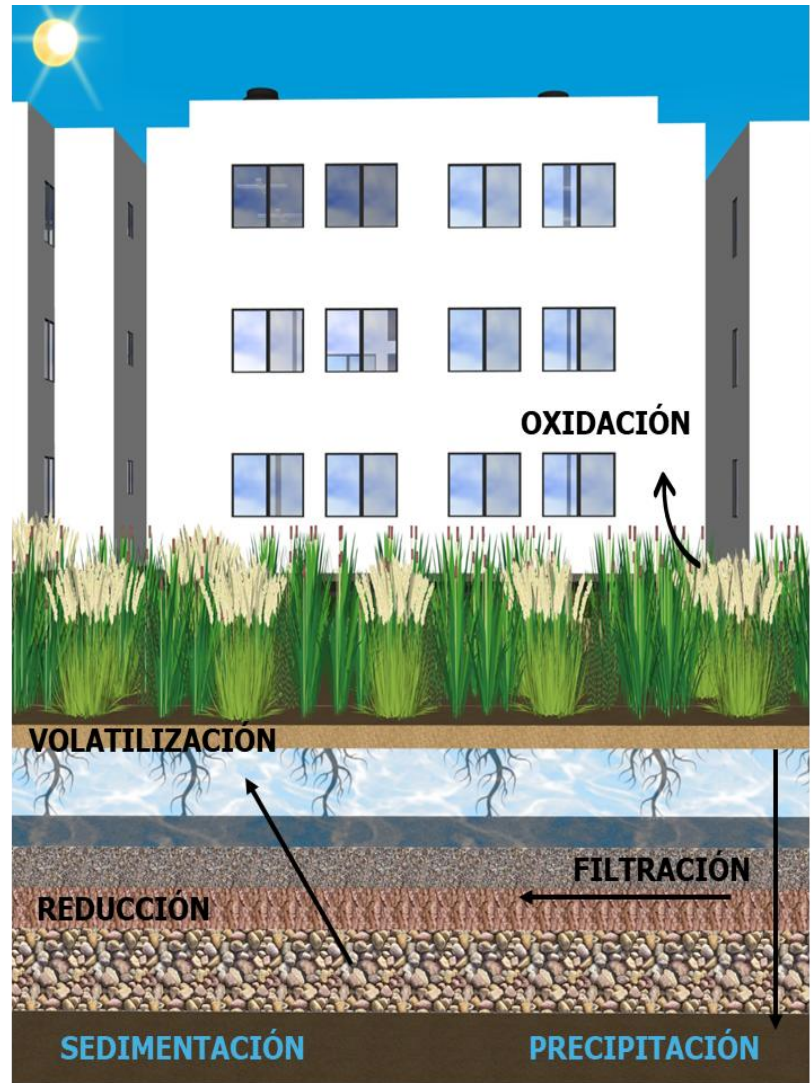
Sistema que recolecta, trata y reutiliza las aguas grises o jabonosas provenientes del lavadero, lavadora, tarja y regadera de las viviendas del conjunto habitacional, el tratamiento es por medio de un filtro vegetal mediante simbiosis con los microorganismos presentes en el suelo y el agua, elimina los contaminantes del agua para su posterior aprovechamiento o filtración al suelo de manera segura lo cual favorece la biodiversidad y mitiga el cambio climático.

## VENTAJAS

- ✓ Sistema responsable con el medio ambiente y el manejo de los desechos, contribuye a la reducción de la contaminación del agua, evitando descargas inadecuadas.
- ✓ El agua tratada puede ser reutilizada para el riego de plantas y áreas verdes.
- ✓ Consumo energético bajo, la vegetación plantada realiza la depuración y el costo del mantenimiento es menor.

## CONSIDERACIONES

- El proceso de tratamiento puede ser físico, químico, biológico o mixto.
- El diseño del sistema está en función al número de habitantes del conjunto habitacional que determina las dimensiones de la planta de tratamiento, diámetros y materiales de la tubería que recolecta y conduce las aguas.
- Para la elección del sistema se debe considerar el tipo de clima, suelo y la biodiversidad.
- Considerar la disponibilidad del espacio o área dentro del inmueble para colocar los elementos que integran la planta de tratamiento.
- La ubicación del sistema de tratamiento debe ser el nivel más bajo, para que la operación sea por gravedad.
- Se debe contemplar un tratamiento final (cloración y/o ozono) y un área de secado para lodos y poda de la vegetación.



## ALTERNATIVAS

- **Humedal de flujo superficial.** Sistema superficial en el cual el agua es visible y circula sobre el sustrato con vegetación sumergida o inundada, con la finalidad de tratar los contaminantes a medida que el agua hace el recorrido a través de los tallos y raíces de la vegetación.
- **Humedal de flujo subsuperficial.** Sistema en el cual el agua circula bajo la superficie a través de un filtro de grava o arena en donde el flujo puede ser horizontal o vertical y las cargas contaminantes son tratadas a medida que el agua hace el recorrido a través del filtro y de los tallos y raíces de la vegetación.

## MANTENIMIENTO E INSTALACIÓN



## NORMATIVIDAD

- NOM-001-SEMARNAT-2021
- NOM-003-SEMARNAT-1997
- NOM-014-CONAGUA-2023
- NOM-005-CONAGUA-1996

### Cumplimientos de ecotecnologías en el proyecto

- Registro de ecotecnología en plataforma Conavi.
- Correspondencia entre concepto de ecotecnología en presupuesto y proyecto.

### Supervisión para el correcto funcionamiento de las ecotecnologías

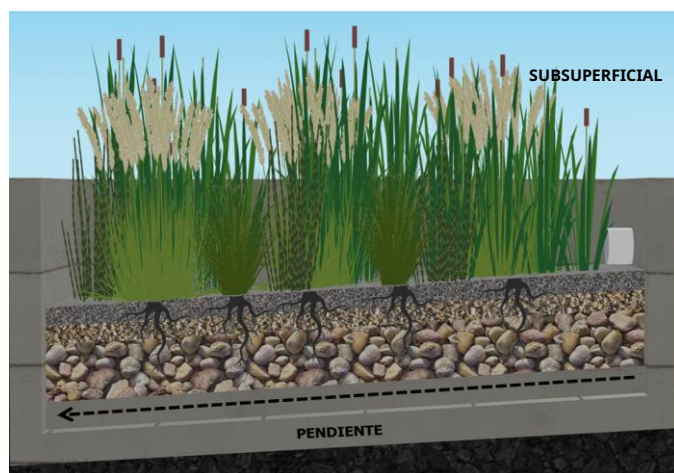
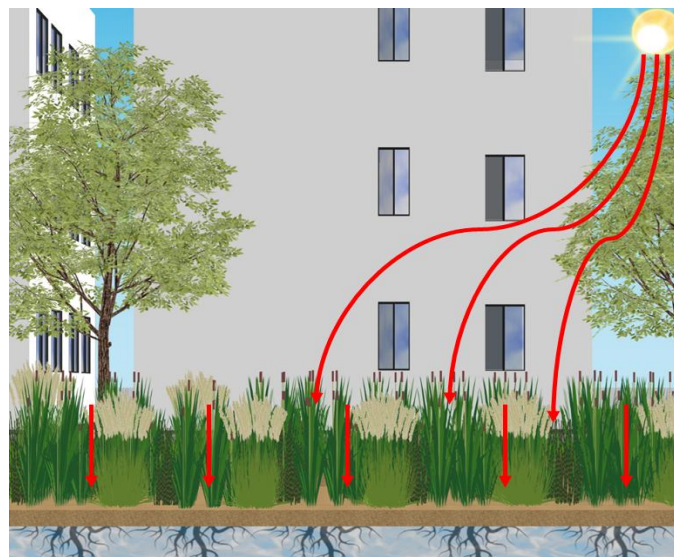
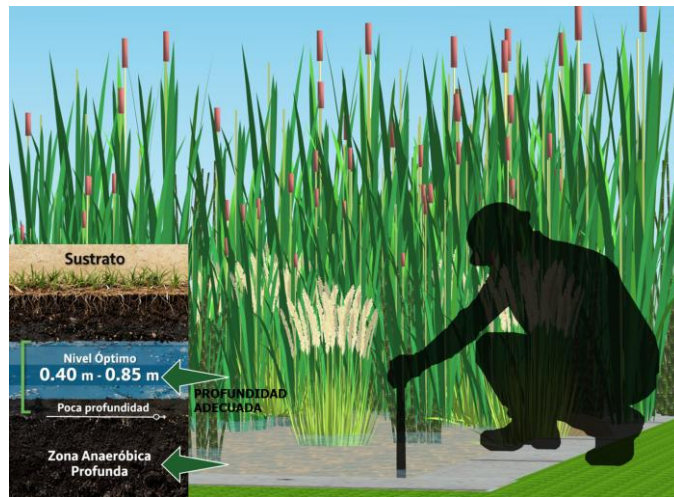
- Supervisión para comprobar la correcta instalación del sistema de humedales de acuerdo con el proyecto.

## DISEÑO

Sistema por medio de bio zanja y vegetación, para tratar descargas de aguas grises provenientes del Conjunto Habitacional.

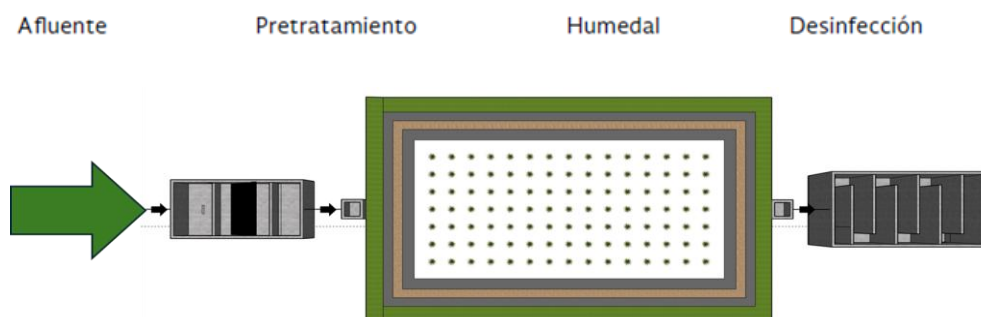
## CONSIDERACIONES DE DISEÑO

- 1 Considerar el volumen del agua a tratar, el tipo de suelo, así como la instalación de tuberías que distribuyen las aguas grises de las viviendas hacia el sistema de tratamiento de humedales.
- 2 Es importante conocer la topografía, las características del suelo, la geomembrana, la selección de sustratos, la vegetación, así como de aspectos hidrológicos, calidad del agua, y funcionalidad
- 3 Calcula las dimensiones del humedal en función al volumen de agua a tratar.
- 4 El sistema de humedales requiere disponibilidad de terreno.
- 5 La selección del sitio deberá ubicarse en la parte más baja del terreno, que pueda compactarse para minimizar filtraciones. Se recomienda usar pendientes mínimas (1-2%) para facilitar el flujo por gravedad.
- 6 La forma geométrica para el humedal se recomienda sea alargada.
- 7 Determinar si el proceso constructivo del humedal será de concreto armado o de excavación bio zanja con capa de geomembrana.
- 8 No exceder la carga orgánica y asegurar un pretratamiento para evitar obstrucciones. A si mismo se deberá de considerar un tanque de almacenamiento o pozo de absorción en base al uso que se le dará al agua tratada.
- 9 Identifica el medio filtrante a ser utilizado, materiales como (grava, arena y tezontle).
- 10 Seleccionar el tipo de flujo (vertical para nitrificación , horizontal para anaeróbico).
- 11 Considerar sistemas de limpieza o filtración para su instalación en puntos críticos o estratégicos.
- 12 Revisa y controla la profundidad del sustrato con niveles bajos (0.40 - 0.85 m) que permitan las condiciones biológicas como la descomposición de materia orgánica y evita condiciones anaeróbicas profundas que reduzcan la eficiencia.
- 13 Seleccionar plantas nativas adecuadas, existentes en la región, adaptadas al clima, al suelo y a las condiciones hídricas. Es importante evitar especies invasoras.



## CONSIDERACIONES PARA SU INSTALACIÓN

- i** Evitar instalar el sistema en terrenos pantanosos, de relleno o propensos a inundaciones.
- i** Para la implementación de este sistema se debe considerar que exista terreno suficiente para su construcción debido a la longitud y cantidad de componentes que lo integran.
- i** Únicamente se podrán descargar aguas jabonosas al sistema, es decir, las descargas provenientes del lavabo, regadera y tarja, se deberá contemplar una instalación independiente para conducir dichas aguas hacia los registros de captación, pozo de visita y trampa de grasas antes de su tratamiento.
- i** El terreno donde se instale el sistema no deberá tener una inclinación mayor al 2%.
- i** Previo a la instalación, verificar la ubicación de los diferentes componentes (bajadas de aguas grises, registros, pozo de visita, registro con rejilla, desarenador, trampa de grasas, humedal, tanque de almacenamiento y en su caso pozo de absorción) con ayuda de los planos y corroborar que el área se encuentre libre de obstáculos (vegetación) que puedan impedir el correcto funcionamiento del sistema.



- i** De ser necesario, que se incorpore al sistema del humedal un pozo de absorción o campo de infiltración, lo anterior, para la incorporación al terreno natural o mantos freáticos del afluente de agua tratada.
- i** Se recomienda que las especies que se siembren en el humedal, sean acuáticas con raíces largas y propias de la región.
- i** Se requiere la instalación de cercas protectoras en la periferia del sistema para control y seguridad (malla ciclónica).
- i** El dimensionamiento para humedal de aguas grises, se basa en el caudal y la calidad del agua (DBO) utilizando fórmulas que consideran la carga orgánica, la profundidad del sustrato (0.40 - 0.85 m), la porosidad del medio filtrante (0.65 - 0.75), el tipo de humedal (vertical - horizontal) y la temperatura para determinar el área superficial necesaria (largo x ancho) asegurando un tiempo de retención adecuado y una eficiencia de remoción de contaminantes, resultando en un estanque poco profundo, impermeabilizado, con medio filtrante y vegetación.

Datos para el diseño del humedal

Parámetro	Afluente PTAR mg/L	Remoción RAFA. %	Afluente humedal mg/L	Límite máximo efluente mg/L
DBO	350	60	140	30
SST	320	70	96	40
NT	25	10	22.5	15

FUENTE: Información del Libro 30 de CONAGUA <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro30.pdf>

## CONSIDERACIONES PARA SU INSTALACIÓN



TYPHA LATIFOLIA



AGAVE ANGUSTIFOLIA



SPATHIPHYLLUM WALLISII



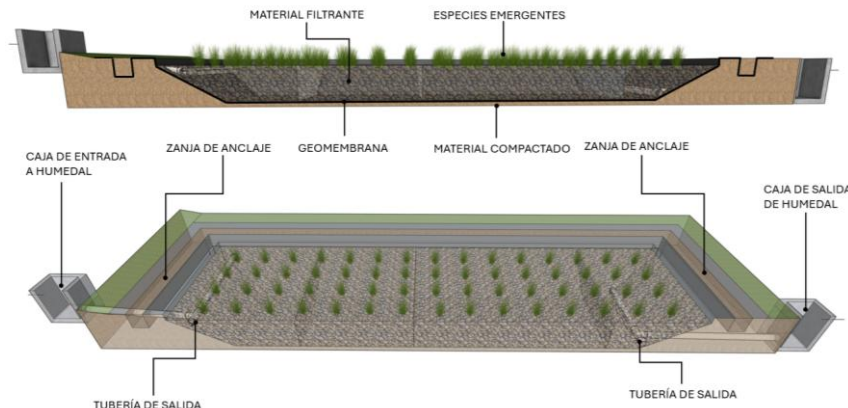
PENNISETUM SETACEUM

### Tipos de especies de acuerdo al sistema de flujo

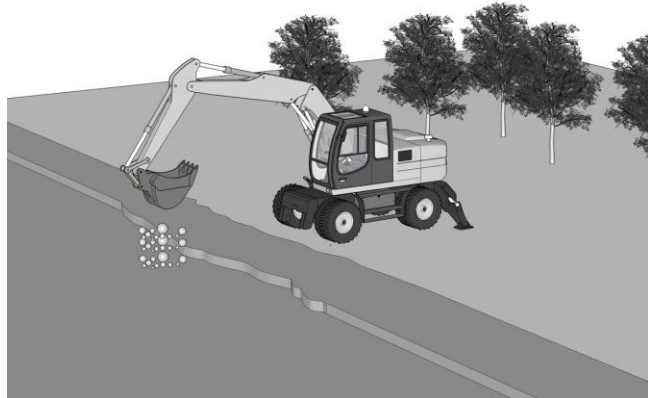
Sistemas de flujo superficial (especies flotantes o sumergidas)		Sistemas de flujo subsuperficial (especies emergentes)	
Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	Nombre común
<i>Eichornia crassipes</i>	Jacinto o lirio acuático	<i>Typha angustifolia</i>	Tule
<i>Lemna sp</i>	Lenteja de agua	<i>Typha latifolia</i>	Tule, espadaña
<i>Wolffia sp</i>		<i>Scirpus sp</i>	Tule, Junco
<i>Pistia stratiotes</i>	Lechuga de agua	<i>Carex sp</i>	Junco
<i>Elodea canadensis</i>		<i>Eleocharis sp</i>	Junco
<i>Hydrilla verticillata</i>		<i>Juncus sp.</i>	Junco
<i>Limnobiium stoloniferum</i>	Cucharita, Chilicastle tostón	<i>Arundo donax</i>	Caña
<i>Lemna gibba</i>	Lenteja de agua	<i>Phragmites communis</i>	Carrizo
		<i>Phragmites australis</i>	
		<i>Schoenoplectus californicus</i>	Junco
		<i>Cyperus papyrus</i>	Papiro
		<i>Zantedeschia aethiopica</i>	Alcatraz o cala

FUENTE: Información del Libro 30 de CONAGUA <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro30.pdf>

- i** La profundidad de los lechos de un humedal de flujo subsuperficial se determina en base a la profundidad que pueden alcanzar las raíces de las macrófitas para garantizar que se encuentran en contacto con el agua y puedan eficientar el tratamiento. Generalmente presenta un espesor de 30 a 70 cm de lecho.
- i** El material o medio filtrante como grava y arena en la entrada del humedal debe graduarse de grueso a fino para reducir el riesgo de obstrucción, es común que en algunas zonas se puedan utilizar capas de tezontle de 50, 25 y 10 cm, desde el fondo hacia la superficie con diámetros de 4-5 cm, 2-4 cm, y 1-2 cm. Se recomienda utilizar materiales disponibles en la localidad como la piedra bola de río.
- i** Se recomienda realizar la siembra a una distancia de separación de un metro en climas templados, de igual manera es posible considerar la siembra con unas distancias entre 50 y 75 cm, cuando se requiera acelerar el desarrollo de la vegetación. La siembra se realiza después de que se haya introducido el agua a los lechos, así mismo es importantes revisar la planta vegetal seleccionada y sus características, la excavación de los pozos en donde se sembraran las macrófitas deberán tener una profundidad aproximada entre 30 y 40 cm de profundidad con el fin de que las plantas tengan contacto directo con el agua para recibir nutrientes, posteriormente se incrementa la profundidad hasta los 50 cm.



## INSTALACIÓN



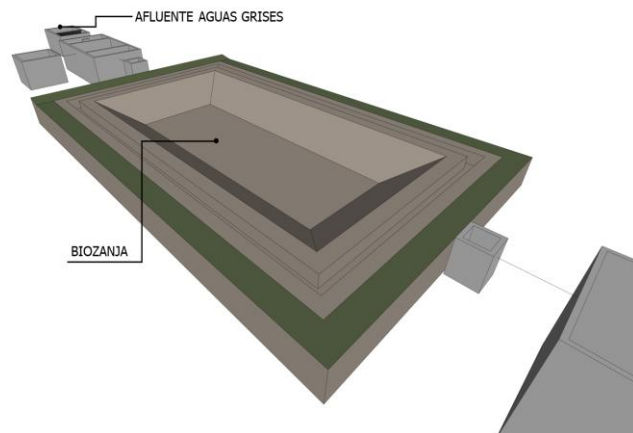
**1** Realizar el análisis del suelo y consideraciones de la topografía, permeabilidad, caudal y pendiente del 2%. Así mismo, realizar la preparación del sitio, considerando la limpieza de vegetación y trazo de las áreas o unidades de tratamiento.



**3** Ubicar el sistema de pretratamiento para establecer el trazo del área con las distancias y niveles necesarios de la excavación y construcción del humedal a base de concreto armado o bío zanja.



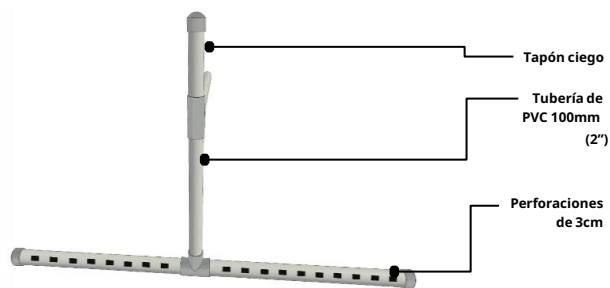
**5** Realizar la excavación para el humedal, compactar el área, colocando un plástico de poliuretano o una plantilla de concreto de 5 cms. de espesor y una resistencia de 100 kg/cm<sup>2</sup>.



**2** Ubicar las bajadas de aguas grises de las viviendas del conjunto habitacional para establecer el trazo del área con las distancias y niveles necesarios de la excavación, construcción y colocación de registros y tuberías de conducción.

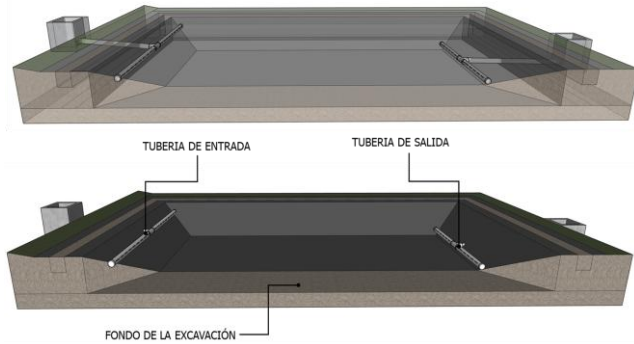


**4** Establecer el trazo del área con las distancias y niveles necesarios de la excavación para la construcción del humedal a base de concreto armado o bío zanja.

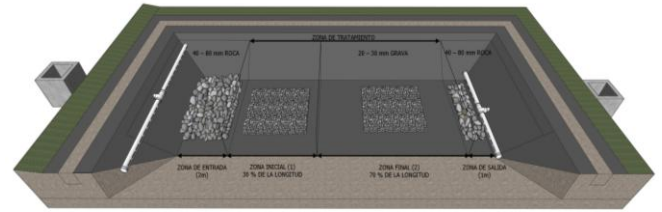


**6** Preparar los registros y tuberías de entrada y salida utilizando PVC de 100 mm (4'') con perforaciones de 3 cm de ancho en la parte media de la tubería, cada 5 cm. En los extremos de esta tubería se colocará un tapón ciego.

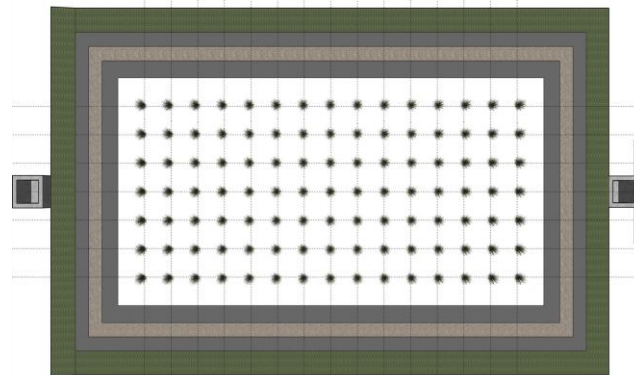
## INSTALACIÓN



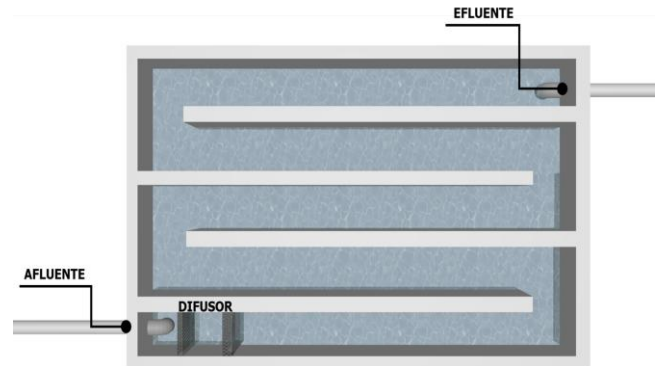
- 7** Colocar tubería de entrada o llegada a 0.10m por debajo del nivel del terreno y la tubería de salida a 0.10m por encima del nivel de la excavación, ambas tuberías separadas de las paredes 5 cm. Se puede colocar una malla encima de las perforaciones de la tubería para retener grasas o residuos.



- 8** Dividir la longitud total del humedal con una zona de entrada y de una zona de salida, así mismo con una zona de tratamiento conformada por una zona inicial del 30% y una zona final del 70%, con cuidado de no dañar las tuberías, rellenar los extremos con piedra bola (2" a 3") y la zona de tratamiento con grava, los rellenos deben llegar al nivel del terreno.



- 9** Para el sembrado de plantas en el humedal, se deberá escarbar en la piedra unos 0.15m por debajo del nivel, sembrando cada especie de forma lineal o en tresbolillo, siempre separados 0.50m - 0.75m en cualquier dirección.



- 10** Considerar un sistema de cloración, tanque de almacenamiento y en su caso un pozo de absorción para la infiltración del agua tratada.

