

# SNOWMAN

MEMORIA TÉCNICA

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
ECOLÓGICA Y SOSTENIBLE

(PTARES)

PROYECTO PASEO DEL BOSQUE

FASE 1

## 1.1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de Memoria Técnica es la presentación del diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ecológica y Sostenible, situada en Penonomé, Panamá, para el cumplimiento de los parámetros de vertido fijados por las leyes locales, para un total de 216 viviendas. Suponemos que no existen instalaciones previas de depuración. Este tipo de depuradoras permite su completa integración en parques, jardines o zonas verdes urbanas, consiguiendo de este modo un impacto ambiental y paisajístico positivo.

Para ello se proponen la Instalación de tecnologías 100 % ecológicas como son los Filtros Verdes Flotantes en base a plantas macrofitas emergentes (mediante el Sistema Agua Matrix, AGM), siendo nulos tanto los consumos energéticos, emisiones de CO<sub>2</sub>, como en generación de residuos y fangos (a excepción del pretratamiento).

La propuesta que le adjuntamos pretende ofrecer unos procesos de depuración de aguas residuales ecológica y económicamente sostenibles, de forma que sean un ejemplo de óptimo funcionamiento técnico y de máximo aprovechamiento de los recursos energéticos disponibles. Ente las ventajas medioambientales y sociales de esta propuesta caben destacar las siguientes:

- Optimización de la relación funcionamiento técnico/inversión inicial/economía de explotación/ecología.
- Gran margen de seguridad de funcionamiento y adaptabilidad de diferentes vertidos y cambios de cargas y caudales, por lo que la depuradora podrá admitir aumentos elevados de carga contaminante y caudal (debido a aumento de población frente a datos de diseño) sin dejar nunca de funcionar ni colapsarse.
- Ausencia de olores significativos.
- Nulo coste energético.
- Nula generación y gestión de fangos.
- Balance de CO<sub>2</sub> positiva (alta capacidad de captación de CO<sub>2</sub> por los Filtros Verdes).
- Impacto ambiental positivo.
- Facilidad y bajo coste de gestión y explotación.
- Facilidad para aumentar la capacidad de tratamiento futura y leyes de vertido más estrictas.
- La calidad del efluente que se obtendrá podrá hacer apta el uso de las aguas residuales depuradas para una posterior reutilización.
- Mejora de la calidad del los ríos y cauces de agua donde se vierten las aguas residuales actualmente, mejorando a su vez la calidad de os ecosistemas que engloban.
- Eliminación de los potenciales riesgos del mal funcionamiento de las depuradoras convencionales en caso de mal funcionamiento (olores, emisión de gases contaminantes, cultivo de mosquitos y enfermedades contagiosas y potencialmente mortales, colmatación y saturación de las instalaciones, abandono por complejidad de gestión y elevados costes).

## 1.2. ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS DE VERTIDO

### Datos de diseño

ITEM	VALORES
NÚMERO DE VIVIENDAS	216
CAUDAL MEDIO INFLUENTE	260,0 m <sup>3</sup> /día
CONCENTRACIÓN MEDIA DBO <sub>5</sub> INFLUENTE	220.0 mg/l
CONCENTRACIÓN MEDIA DQO INFLUENTE	420.0 mg/l
CONCENTRACIÓN MEDIA SST INFLUENTE	220.0 mg/l
CONCENTRACIÓN MEDIA NT INFLUENTE	30.0 mg/l
CONCENTRACIÓN MEDIA PT INFLUENTE	7.0 mg/l
PH INFLUENTE	6 - 9
CONDUCTIVIDAD	< 2.000 us/cm
MEDIA TOTAL DBO <sub>5</sub>	71,280.0 gDBO/día
PARÁMETROS DE VERTIDO MÁXIMOS PERMITIDOS	DBO <sub>5</sub> (< 35 mg/l) , DQO (< 100 mg/l) SST (< 40 mg/l) , NT (< 10 mg/l), PT (< 5 mg/l) Aceites/grasas (< 20 mg/l), Coliformes Totales (< 1.000 NMP/100ml) , Conductividad (<3,000 us/cm), Ph (5.5-9.0), Temperatura (+- 3 °C de la TN), Turbidez (30 NTU)

## 1.3. INSTALACIÓN EXISTENTES

En la actualidad no existen instalaciones de depuración, por lo que se propone la construcción de una nueva Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ecológica y Sostenible.

## 1.5. SOLUCIÓN TÉCNICA PROPUESTA

### Pretratamiento:

-Consistirá en un proceso mecánico de desbaste, tamizado, desengrasado y desarenado diseñado para el tratamiento de aguas residuales.

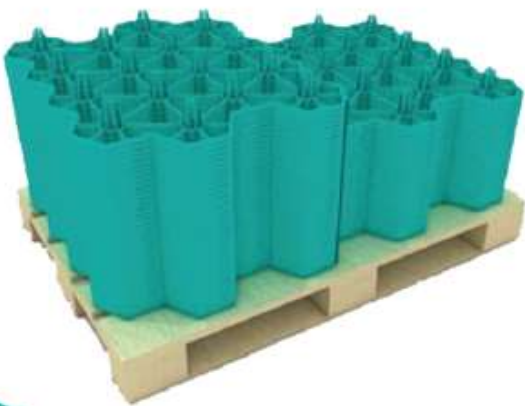
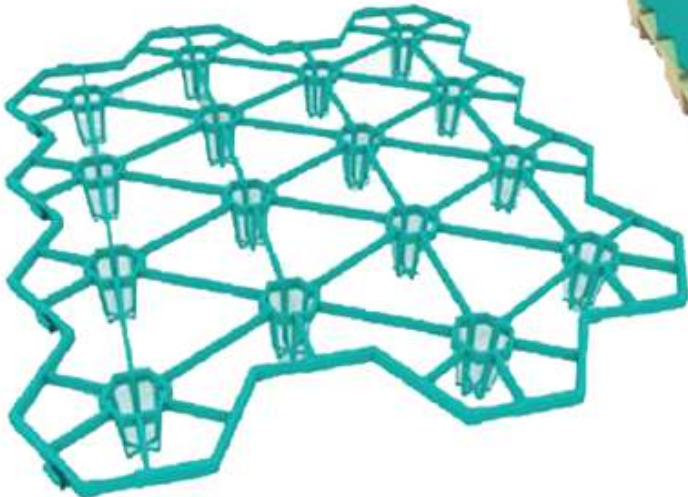
### Lagunas + Filtro verdes flotantes:

- Se propone la implantación de un filtro verde flotante mediante el Sistema de implantación AGUA MATRIX en toda la superficie de la lámina de agua, con plantas macrofitas *Typha dominguensis* para

aumentar la capacidad de degradación de materia orgánica, aprovechando la capacidad de inyectar oxígeno al agua, así como la absorción de nutrientes que realizan este tipo de plantas.



Imagen de plantas macrofitas, *Typha Domingensis*. Imagen de corte transversal de *Typha Domingensis* donde se observan los canales de transferencia de oxígeno del aire al agua. Imagen de sistema radicular plenamente desarrollado.



AGM es un soporte elaborado con polipropileno flexible de baja densidad, fabricado mediante una sola colada de inyección y en una sola pieza, de las medidas y formas que describe este documento. El ensamblaje secuencial de numerosas unidades (teselas) de AGM permite la instalación de grandes láminas sobre la superficie del agua, en la que previamente se han insertado plantones de plantas macrofitas.

El polietileno de baja densidad es un polímero de la familia de los polímeros olefinicos; se trata de un polímero termoplástico conformado por unidades repetitivas de etileno. Se designa como LDPE (Low Density Polyethylene) o PEBD, polietileno de baja densidad. Es un polímero con una estructura de cadenas muy ramificadas, lo que hace que tenga una densidad más baja que la del PEAD (0,92-0,94 g/cm3) y de esta forma le permite flotar en el agua.

Admite su teñido en masa y la elaboración de piezas de gran detalle. La teselación del Sistema AGM genera un sistema de implantación para conversión de plantas macrofitas emergentes en flotantes, para formación de filtros verdes (humedales) flotantes con objeto de depuración de aguas.

FICHA TECNICA

AGUA MATRIX (AGM)

MATERIALES

Polipropileno de baja densidad

Propiedad

Valor

Color	Negro/Azul/Rojo/Verde
Peso	600 g
Densidad	0,9 g/cm3
Medidas	72 cm x 60 cm x 10 cm
Resistencia a agente químicos	No se daña
Biodegradabilidad	No biodegradable
Conductividad eléctrica	No conductor

## Laguna + Filtros verdes de grava mediante Sistema DHF

Se propone la instalación de un filtro de grava con la siembra de plantas macrofitas tipo Iris Pseudocorum, (mediante el Sistema DHF) para aumentar la capacidad de clarificación y de degradación de materia orgánica, aprovechando la capacidad de inyectar oxígeno al agua, así como la absorción de nutrientes que realizan este tipo de plantas.







El Sistema DHF es un soporte elaborado con polipropileno flexible de baja densidad.

El polietileno de baja densidad es un polímero de la familia de los polímeros olefínicos; se trata de un polímero termoplástico conformado por unidades repetitivas de etileno. Se designa como LDPE (Low Density Polyethylene) o PEBD, polietileno de baja densidad. Es un polímero con una estructura de cadenas muy ramificadas, lo que hace que tenga una densidad más baja que la del PEAD (0,92-0,94 g/cm<sup>3</sup>) y de esta forma le permite flotar en el agua.

El Sistema DHF es una pieza especialmente diseñada para la plantación de plantas macrofitas en filtros verdes de grava/arena. Gracias a su único diseño permite que las plantas macrofitas crezcan y se desarrollen con mayor robustez en los filtros de grava/arena.

## FICHA TECNICA

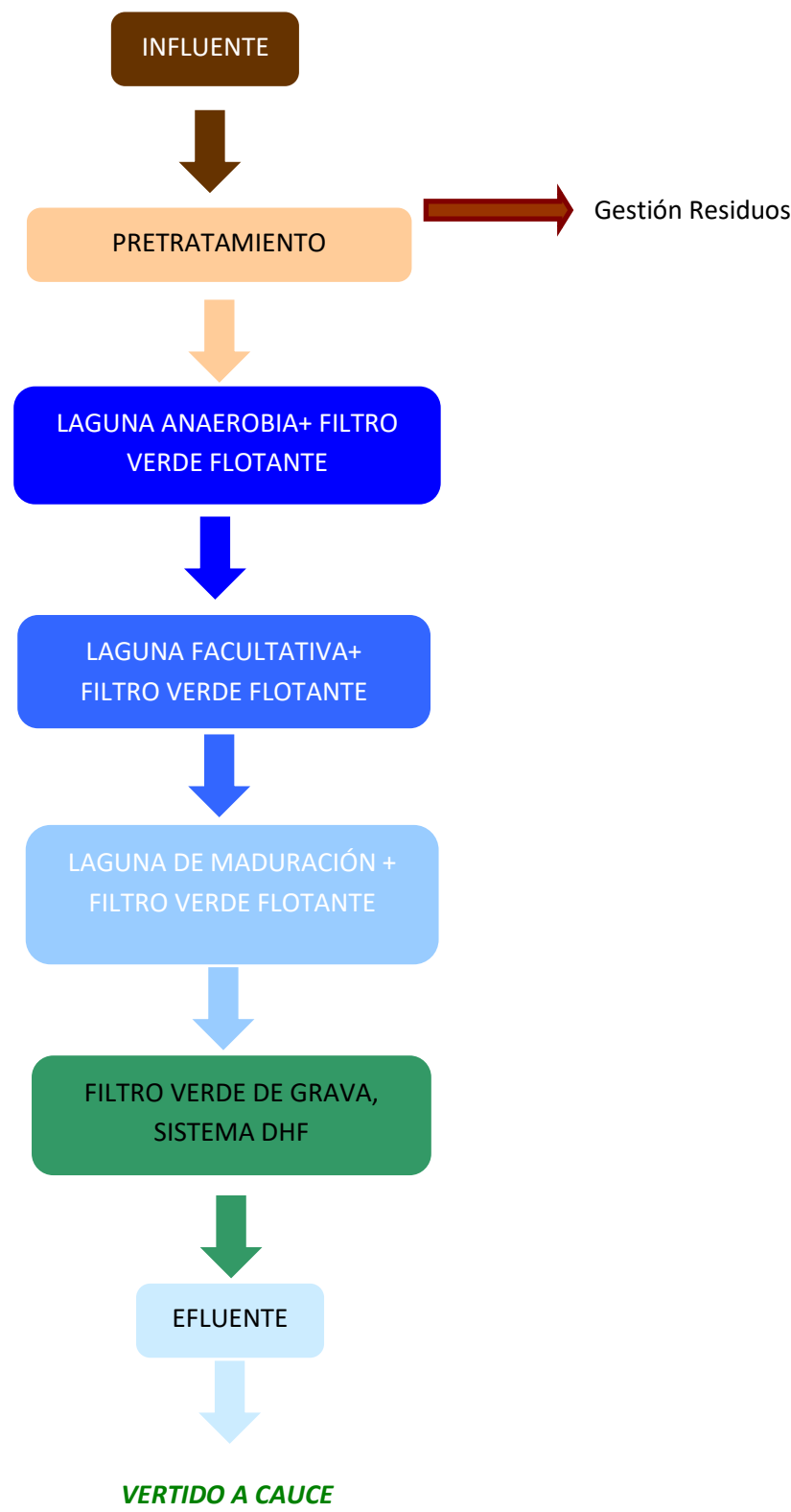
### SISTEMA DHF

#### MATERIALES

Polipropileno de baja densidad

Propiedad	Valor
Color	Negro
Peso	100 g
Densidad	0,8 g/cm <sup>3</sup>
Medidas	72 cm x 60 cm x 10 cm
Resistencia a agente químicos	No se daña
Biodegradabilidad	No biodegradable
Conductividad eléctrica	No conductor

**1.6. ESQUEMA LÍNEA DE AGUA**





## **1.7. DESCRIPCIÓN PROCESO DEPURACIÓN**

### **PRETRATAMIENTO:**

Consistirá en una arqueta y tamizado mecánico automático, que realizará las funciones de desbaste /tamizado/desarenado/desengrasado, el cual permitirá la separación de sólidos de gran tamaño, desengrasado en el que se separan por diferencia de densidad y flotabilidad la mayor parte de las grasas y aceites así como la separación por decantación de la mayor parte de las arenas existentes en el agua residual existentes en el agua residual. Los residuos generados serán tratados como residuo sólido urbano.

### **LAGUNA ANAEROBIA+ FILTRO VERDE FLOTANTE**

El agua procedente del pretratamiento entrará a esta laguna en profundidad (3,0 m sobre la lámina de agua) distribuida de forma uniforme para un correcto reparto del caudal (flujo tipo pistón). La laguna anaerobia tendrá una profundidad media de 4,0 m y se implantará sobre la superficie de la lámina de agua un filtro verde flotante.

Esta laguna tendrá dispondrá de una zona aerobia fija del 14 % del volumen (Volumen que ocupa el Filtro verde flotante), una zona anaerobia que ocupará en torno al 57 % del volumen y zona facultativa que ocupará en torno al 29 % del volumen total disponible).

En esta parte de la depuradora se llevarán a cabo la mayor parte de los procesos anaerobios llevados a cabo por bacterias anaerobias (1,5 - 4,5 m de profundidad sobre la lámina de agua):

- Hidrólisis de proteínas.
- Fermentación ácida.
- Formación de metano.

En menor medida se llevarán a cabo una parte de los procesos aerobios llevados a cabo por bacterias aerobias (zona radicular plantas, 0 - 0,5 m de profundidad):

- Fotosíntesis.
- Nitrificación.
- Síntesis de nueva materia.
- Oxidación de gases.
- Respiración endógena.

Se producirán a su vez una parte importante de la degradación de la materia sólida orgánica e inorgánica (zona radicular plantas, 0 - 0,5 m de profundidad):

- Filtración, fijación, retención y degradación materia sólida orgánica e inorgánica (filtro verde flotante).
- Absorción y fijación de nutrientes (filtro verde flotante).
- Oxidación materia orgánica e inorgánica (filtro verde flotante+ bacterias heterotróficas).

También se llevarán a cabo procesos llevados a cabo por bacterias facultativas (0,5 - 1,5 m de profundidad sobre la lámina de agua):

- Desnitrificación.

## **LAGUNA FACULTATIVA+ FILTRO VERDE FLOTANTE**

El agua procedente de la laguna anaerobia entrará a esta laguna por rebose distribuida de forma uniforme para un correcto reparto del caudal (flujo tipo pistón). La laguna facultativa tendrá una profundidad media de 2,5 m y se implantará sobre la superficie de la lámina de agua un filtro verde flotante.

Esta laguna tendrá dispondrá de una zona aerobia fija del 25 % del volumen (Volumen que ocupa el Filtro verde flotante), una zona anaerobia que ocupará en torno al 25 % del volumen y zona facultativa que ocupará en torno al 50% del volumen total disponible).

En esta parte de la depuradora se llevarán a cabo una parte de los procesos anaerobios llevados a cabo por bacterias anaerobias (1,5 - 2,5 m de profundidad sobre la lámina de agua):

- Hidrólisis de proteínas.
- Fermentación ácida.
- Formación de metano.

En mayor medida se llevarán a cabo una parte importante de los procesos aerobios llevados a cabo por bacterias aerobias (zona radicular plantas, 0 - 0,5 m de profundidad):

- Fotosíntesis.
- Nitrificación.
- Síntesis de nueva materia.
- Oxidación de gases.
- Respiración endógena.

Se producirán a su vez una parte importante de la degradación de la materia sólida orgánica e inorgánica (zona radicular plantas, 0 - 0,5 m de profundidad):

- Filtración, fijación, retención y degradación materia sólida orgánica e inorgánica (filtro verde flotante).
- Absorción y fijación de nutrientes (filtro verde flotante).
- Oxidación materia orgánica e inorgánica (filtro verde flotante+ bacterias heterotróficas).

Se producirán a su vez la mayor parte de los procesos llevados a cabo por bacterias facultativas (0,5 - 1,5 m de profundidad sobre la lámina de agua):

- Desnitrificación.

## LAGUNA MADURACIÓN+ FILTRO VERDE FLOTANTE

El agua procedente de la laguna facultativa entrará a esta laguna por rebose distribuida de forma uniforme para un correcto reparto del caudal (flujo tipo pistón). La laguna de maduración tendrá una profundidad media de 1,7 m y se implantará sobre la superficie de la lámina de agua un filtro verde flotante.

Esta laguna tendrá dispondrá de una zona aerobia fija del 50 % del volumen (Volumen que ocupa el Filtro verde flotante), una zona anaerobia que ocupará en torno al 25% del volumen y zona facultativa que ocupará en torno al 25% del volumen total disponible).

En esta parte de la depuradora se llevarán a cabo una pequeña parte de los procesos anaerobios llevados a cabo por bacterias anaerobias (1,0 - 2,0 m de profundidad sobre la lámina de agua):

- Hidrólisis de proteínas.
- Fermentación ácida.
- Formación de metano.

En mayor medida se llevarán a cabo una parte importante de los procesos aerobios realizados por bacterias aerobias (zona radicular plantas, 0 - 0,5 m de profundidad):

- Fotosíntesis.
- Nitrificación.
- Síntesis de nueva materia.
- Oxidación de gases.
- Respiración endógena.

Se producirán a su vez una parte importante de la degradación de la materia sólida orgánica e inorgánica (zona radicular plantas, 0,5 - 0 m de profundidad):

- Filtración, fijación, retención y degradación materia sólida orgánica e inorgánica (filtro verde flotante).
- Absorción y fijación de nutrientes (filtro verde flotante).
- Oxidación materia orgánica e inorgánica (filtro verde flotante + bacterias heterotróficas).

Se producirán a su vez una pequeña parte de los procesos llevados a cabo por bacterias facultativas (0,5 – 1,0 m de profundidad sobre la lámina de agua):

- Desnitrificación.

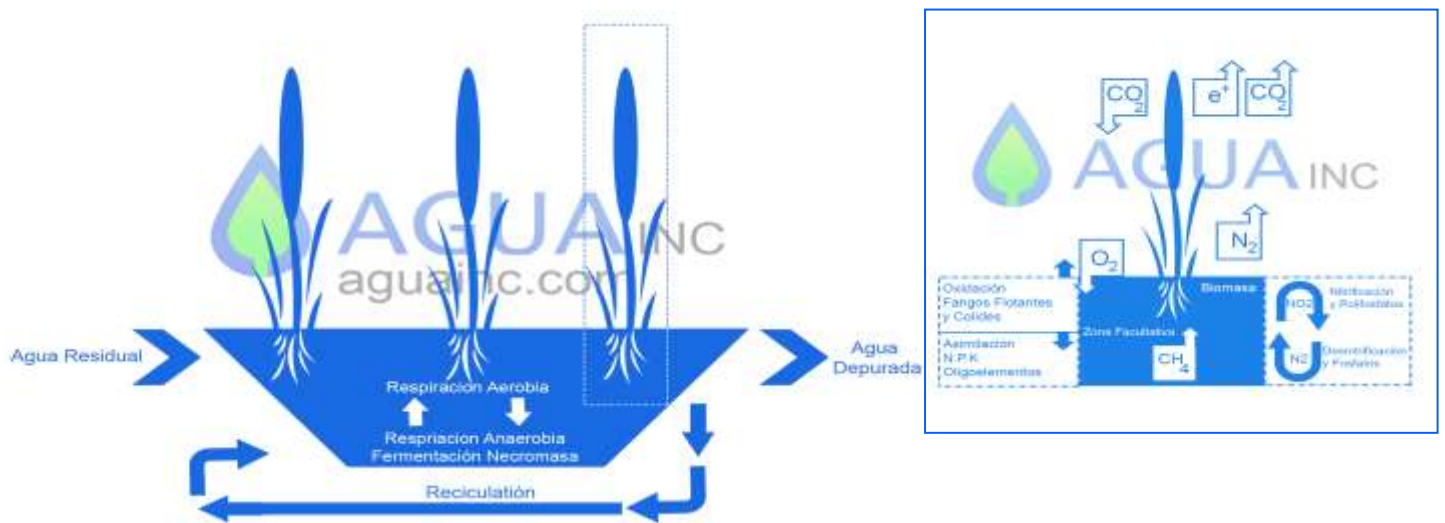
Los procesos físicos principales que se producen en estas lagunas (anaerobia, facultativa y de maduración) son los siguientes (por orden decreciente de importancia):

- Filtración.
- Flotación.
- Floculación.
- Corrientes de convección.

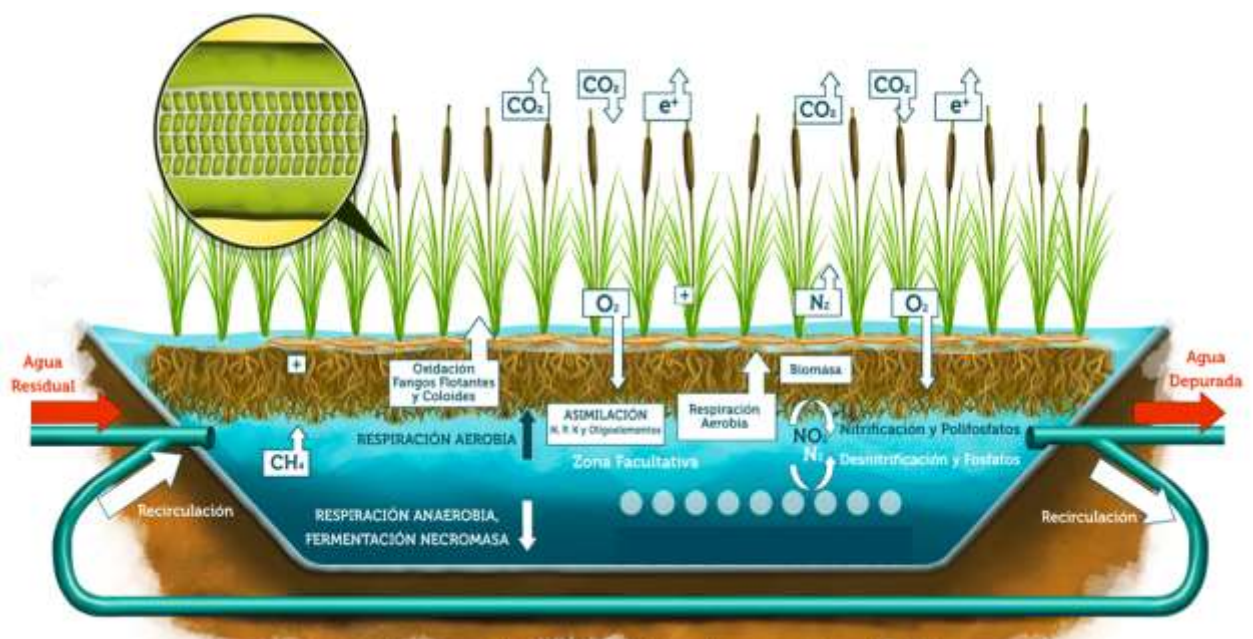
- Decantación
- Evaporación.
- Sedimentación.
- Precipitación.
- Desorción (Stripping).

## FILTRO VERDES DE GRAVA

El agua procedente de la laguna de maduración se distribuirá por el Filtro Verde de Grava (mediante el Sistema DHF y plantas macrofitas tipo Iris Pseudocorum) para aumentar la capacidad de clarificación y de degradación de materia orgánica, aprovechando la capacidad de inyectar oxígeno al agua, así como la absorción de nutrientes que realizan este tipo de plantas.



Esquema funcionamiento Filtros Verdes Flotantes



Esquema funcionamiento Filtros Verdes Flotantes

## 1.8. BASES TÉCNICAS DE DISEÑO

### Datos de diseño estimados para depuradora:

ITEM	VALORES
NÚMERO DE VIVIENDAS	216
CAUDAL MEDIO INFLUENTE	260,0 m <sup>3</sup> /día
CONCENTRACIÓN MEDIA DBO <sub>5</sub> INFLUENTE	220.0 mg/l
CONCENTRACIÓN MEDIA DQO INFLUENTE	420.0 mg/l
CONCENTRACIÓN MEDIA SST INFLUENTE	220.0 mg/l
CONCENTRACIÓN MEDIA NT INFLUENTE	30.0 mg/l
CONCENTRACIÓN MEDIA PT INFLUENTE	7.0 mg/l
PH INFLUENTE	6 - 9
CONDUCTIVIDAD	< 2.000 us/cm
MEDIA TOTAL DBO <sub>5</sub>	71,280.0 gDBO/día
PARÁMETROS DE VERTIDO MÁXIMOS PERMITIDOS	DBO <sub>5</sub> (< 35 mg/l) , DQO (< 100 mg/l) SST (< 40 mg/l) , NT (< 10 mg/l), PT (< 5 mg/l) Aceites/grasas (< 20 mg/l), Coliformes Totales (< 1.000 NMP/100ml) , Conductividad (<3,000 us/cm), Ph (5.5-9.0), Temperatura (+- 3 °C de la TN), Turbidez (30 NTU)

### Resumen diseño

LAGUNA ANAEROBIA + FILTRO VERDE FLOTANTE (Superficie m <sup>2</sup> )	LAGUNA FACULTATIVA + FILTRO VERDE FLOTANTE (Superficie m <sup>2</sup> )	LAGUNA MADURACIÓN + FILTRO VERDE FLOTANTE (Superficie m <sup>2</sup> )	LAGUNA + FILTRO VERDE GRAVA (Superficie m <sup>2</sup> )
337.5	337.5	337.5	22.5

La depuradora dispondrá de una superficie de lámina de agua de lagunas de 1.035 m<sup>2</sup> y serán necesarios terrenos con una superficie total estimada de 1.180 m<sup>2</sup>.

VOLUMEN TOTAL ESTIMADO (m <sup>3</sup> )
2,000.0
TIEMPO RETENCIÓN TOTAL ESTIMADO (días)
7,6

**Rendimientos relativos (Cálculo basado en eliminación de DBO<sub>5</sub> pero extrapolable al resto de parámetros)**

LAGUNAS + FILTRO VERDE FLOTANTE (g DBO <sub>5</sub> /día)	LAGUNAS + FILTRO VERDE GRAVA (g DBO <sub>5</sub> /día)
58.0	42.5

**Rendimientos absolutos (Cálculo basado en eliminación de DBO<sub>5</sub> pero extrapolable al resto de parámetros):**

PRETRATAMIENTO (g DBO <sub>5</sub> /día)	LAGUNAS + FILTRO VERDE FLOTANTE + RECIRCULACIÓN (g DBO <sub>5</sub> /día)	LAGUNAS + FILTRO VERDE GRAVA (g DBO <sub>5</sub> /día)	TOTAL (g DBO <sub>5</sub> /día)
9,692.0	60,030.0	4,864.0	74,586.0

\*La capacidad de depuración será mayor que el vertido medio diario por lo que la EDAR dispondrá de un alto margen de seguridad para adaptarse a las distintas variaciones de cargas, caudales y rendimientos de depuración que se producen a lo largo del año debido a factores climatológicos y variaciones de las características del efluente.

**Capacidad y rendimientos medios (Cálculo basado en eliminación de DBO<sub>5</sub> pero extrapolable al resto de parámetros):**

PRETRATAMIENTO (%)	LAGUNAS + FILTRO VERDE FLOTANTE RECIRCULACIÓN (%)	LAGUNAS + FILTRO VERDE GRAVA (%)	TOTAL (%)
13.5	84.3	6.8	104.6

\*La capacidad de depuración media será mayor del 100 % respecto al vertido medio diario, por lo que la depuradora dispondrá de un alto margen de seguridad para adaptarse a las distintas variaciones de cargas, caudales y rendimientos de depuración que se producen a lo largo del año debido a factores climatológicos y variaciones de las características del efluente, existiendo además un margen de seguridad añadido y un alto grado de adaptabilidad mediante la gestión y explotación de las distintos procesos de la depuradora.

## **1.9. DESCRIPCIÓN GENERAL OBRA CIVIL**

### **COLECTOR DE AGUA RESIDUAL**

Se realizará mediante Tubería de PVC, desde puntos de generación de agua residual hasta arqueta de desbaste/desarenado/desengrasado. Pendiente mínima 0,5 %, pendiente máxima 2,5 %.

### **MOVIMIENTOS DE TIERRAS**

El movimiento de tierras será el necesario para soterrar las conducciones hasta la depuradora, así como para construir las arquetas y lagunas correspondientes.

El acceso a las balsas se realizará dentro de la propia parcela de su emplazamiento, y se recomienda que su firme se salguarde con zahorras artificiales Z-1.

### **ARQUETA DE DESBASTE/DESARENADO/DESENGRASADO**

La arqueta se realizará en ladrillo enfoscado con mortero 1:4 o prefabricada en hormigón, sobre la parte superior de la misma se colocarán los tubos de entrada y salida y se recrecerá su perímetro hasta rasante. La tapa será metálica con una resistencia de Constará a su vez de una tapa abatible de acero inoxidable que cubrirá la zona de entrada del agua hasta el deflector de acero inoxidable.

De ella sale el agua por gravedad a cada laguna anaerobia de cada depuradora.

### **EXCAVACIÓN LAGUNAS PARA IMPLANTACIÓN DE FILTROS VERDES FLOTANTES**

Se realizan 3 lagunas interconectas dentro si por un cordón de grava siguiendo los siguientes parámetros de diseño:

- Profundidad mínima de la lámina de agua en laguna anaerobia: 4,0 m.
- Profundidad mínima de la lámina de agua en laguna facultativa: 2,5 m.
- Profundidad mínima de la lámina de agua en laguna de maduración: 1,7 m.
- Berma o escalón perimetral de 0,3 m de altura y 0,5 m de anchura. Este escalón sirve para conseguir el enraizamiento de las plantas macrofitas a los laterales de las lagunas para lo cual se rellenará parcialmente con tierra. La berma o escalón perimetral está diseñada para que no se formen flujos preferenciales entre el sistema radicular (raíces y rizomas) y las paredes que cierran el filtro verde flotante. El escalón debe tener una pequeña pendiente del 10% ascendente para retener mejor la arena y evitar su lavado cuando las plantas todavía no están enraizadas.
- Se naturalizará los taludes para tapar la impermeabilización
- Zanja de anclaje perimetral: será un surco o pequeña zanja de dimensiones aproximadas de 25-40 cm que servirá para anclar perimetralmente la manta EPDM al terreno.
- Sistema Agua Matrix (AGM) colocadas en el sentido perpendicular a las líneas de los flujos de corriente y apoyadas sobre las tierras perimetrales del escalón.



## EXCAVACIÓN LAGUNA PARA IMPLANTACIÓN DE FILTROS VERDES DE GRAVA (SISTEMA DHF)

Se realiza 1 laguna de 1,0 m de profundidad, rellena de grava.

## IMPERMEABILIZACIÓN LAGUNAS

Se procederá a la impermeabilización de las lagunas, taludes y zanjas perimetrales, mediante geomembranas de PE o EPDM.

Si se detectan muchas rocas sobre el fondo, o rugosidades que pudiesen causar la rotura de la lámina con el tiempo, sería conveniente estabilizar esos fondos con una capa de arena fina de río o con algún tipo de geotextil. Para el dimensionamiento de esta balsa no sería necesaria una lámina de mayor espesor de 1 mm.

El solape de las láminas estará dimensionado para cubrir los taludes perimetrales a la excavación que vamos a realizar con el material extraído, así los protegeremos de ser lavados por las lluvias y escorrentías. De esta forma, el cálculo de lámina de PE será de mayor dimensionamiento.

Para la parte de interior de los taludes se recomienda proteger con geotextil por debajo del PE o EPDM para proteger de posibles roturas, visto la granulometría y forma de los áridos a trabajar.

## LÍNEA DE FANGOS

Fangos inorgánicos: fundamentalmente arenas y piedras arrastradas por los colectores. Se procederá a su extracción de la arqueta de desbaste/desarenado/desengrasado al menos una vez al mes.

Fangos orgánicos: En las lagunas con filtros verdes flotantes los fangos son degradados mediante digestiones anaerobias y respiración aerobia siendo completamente degradados y mineralizados, por lo que no es necesaria gestión alguna a lo largo de toda la vida útil de la instalación.

## CONDUCCIONES Y CONEXIONES ENTRE ARQUETAS Y LAGUNAS:

Constarán de los siguientes elementos con una pendiente mínima del 0,5 % y máxima del 2,5 %:

- Conducción tubos de PVC, que une las arquetas de desbaste/desarenado/desengrasado/tamizado.
- Tramo desde salida de la arqueta de tamizado mediante codos y tubos de PVC con la laguna anaerobia con filtros verdes flotantes.
- Conducción desde el vierteaguas de salida a la arqueta de salida mediante codos y tubos de PVC.

## INSTALACIÓN FILTROS VERDES FLOTANTES

### Plantas

Las plantas a utilizar serán macrofitas o palustres de los géneros Typha, y variedad Typha domingensis hibridada en semillas con distintas variedades de la especie, seleccionada

genéticamente durante > 3 ciclos vegetativos, anchura tallo > 3 cm, 3 meses de crecimiento vegetativo mínimo, altura tallo 25 cm, micorrizadas, producidas y adaptadas al agua residual durante todo su ciclo de crecimiento, tratadas fitosanitariamente para la ausencia de bacterias, hongos y plagas.

## **Densidad de plantación**

La plantación mínima que garantiza la formación del filtro en 3 meses o un ciclo vegetativo es de 10 plantas/m<sup>2</sup> si la supervivencia es del 95%. Para conseguir la correcta formación del Filtro Verde Flotante en 3 meses la densidad en la zona inicial de cada laguna anaerobia (zona en la cual los vertidos serán más contaminados) será de 20 plantas/m<sup>2</sup>. Dichas densidades se especifican para plantaciones realizadas mediante el sistema AGUA MATRIX (AGM) en la época indicada más favorable, normalmente al inicio del periodo de actividad vegetativa.

## **Marco de plantación**

Se realizará en tipo de tejido de alfombra con una urdimbre de material no biodegradable y resistente a tracción. Los mejores resultados se consiguen con el Sistema Agua Matrix (AGM).

Al estar atado e integrarse el sistema radicular no puede formar lazos o cepos que sean trampas para los animales acuáticos (peces y tortugas), aves (patos, gascas, fochas, cormoranes, etc) y otros animales (gatos, marsopas, pequeños micro-mamíferos, etc.).

## **ACONDICIONAMIENTOS Y CERRAMIENTOS**

Se protegerá el conjunto con un cerramiento de 2 m de altura en valla galvanizada de simple torsión o similar. En el cerramiento se colocará una puerta de 3 m de anchura.

Se sembrarán con especies autóctonas de gramíneas y leguminosas las zonas de movimientos de tierras que deban ser protegidas de la erosión. Se recomienda la *Chrysopogon zizanioides* o más comúnmente llamada Vetiver. El vetiver puede crecer hasta 1,5 metros, sus tallos son altos, las hojas son largas, delgadas y rígidas. A diferencia de la mayoría de las gramíneas, las raíces del vetiver crecen masivamente de manera vertical y alcanzan una profundidad de hasta 4 metros. Se ha convertido en una herramienta confiable para la estabilización de taludes, experiencias en diversos países con climatologías y suelos distintos han comprobado su eficacia en esta materia, se considera la alternativa más moderna y ecológica para este fin.

## **RECOGIDA AGUA SALIDA LAGUNAS**

Para la recogida de las aguas ya depuradas en la salida de laguna de maduración se procederá a la instalación de un vierteaguas con 10 rebajes para la recogida homogénea del agua, como el que se muestra a continuación: