



# **TECNOLOGIAS DE AGUA y SANEAMIENTO EN ZONAS RURALES y PERIURBANAS**

**Guillermo Saavedra**  
**gsaavedra@fesan.coop**



# Origen y uso del Agua

## Origen del Agua

**Agua de lluvia:** almacenada en tanques o sentinas

**Agua proveniente de manantiales naturales:** El agua subterránea aflora a la superficie.

**Agua subterránea:** Captada a través de pozos o galerías filtrantes. Infiltración de acuíferos

**Agua superficial:** Proveniente de ríos, arroyos, embalses o lagos naturales.

**Agua de mar.**

**Reuso aguas residuales tratadas**

# Uso del Agua

**Nunca olvidar que el propósito último de la producción de agua en todas sus formas y tipos, para todas las áreas de intervención humana, es finalmente el propio individuo.**

**Es decir, la gestión del agua es una gestión de personas para mantener su salud y bienestar**

# Procesos de tratamiento del agua

Son, principalmente:

Precloración, coagulación, floculación, decantación, filtración y desinfección.

Dependiendo del origen se utiliza los mas adecuados, y dependen de normas especificas de cada país

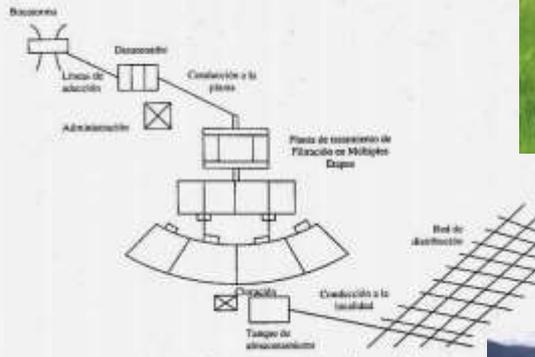


Figura 6. Esquema del Sistema de abastecimiento de agua de Montono.



## Tecnologías para provisión de agua potable

**De tecnología convencional:** incluye los procesos de coagulación, floculación, decantación (o sedimentación) y filtración.

**De filtración en múltiples etapas (FIME):** incluye los procesos de filtración gruesa dinámica, filtración gruesa ascendente y filtración lenta en arena.

**Sin filtración. Solo desinfección**

**Ósmosis inversa**

**Aguas de lluvia**



**Su localidad:**

**Tipo Fuente: costo**

**Caudal**

**Distancia**

**Conduccion: Bombeo o no**

**Tratamiento que tipo**

**Desinfeccion**

**Mantenimiento**

**Niveles de ingreso poblacion**

**Caracteristicas territoriales locales**

**Factores inciden en Calidad y tarifa**

## **Economía circular** <https://www.youtube.com/watch?v=7caAxy3Gkd4>

La economía circular es una filosofía de organización de sistemas inspirada en los seres vivos, que persigue el cambio de una economía lineal (producir, usar y tirar) hacia un modelo circular, tal y como ocurre en la naturaleza. Para ello, divide los componentes de los productos en dos grupos generales: nutrientes biológicos y técnicos (biological and technological nutrients). Los nutrientes biológicos son biodegradables se pueden introducir en la naturaleza después de que su valor de uso ya no sea rentable.



## **Basado en la Economía circular:**

**1.- Describa su localidad y que alternativa de fuente y tratamiento utilizaría**

Esquema, limitaciones, regulaciones, normativa

**2.- Como determinara la tarifa a aplicar**

# Sistemas de Saneamiento Zonas Rurales.

Visitas al Tratamiento de Aguas Servidas.



# Sistema de Saneamiento Rural

## Conceptos:

- **Saneamiento:**

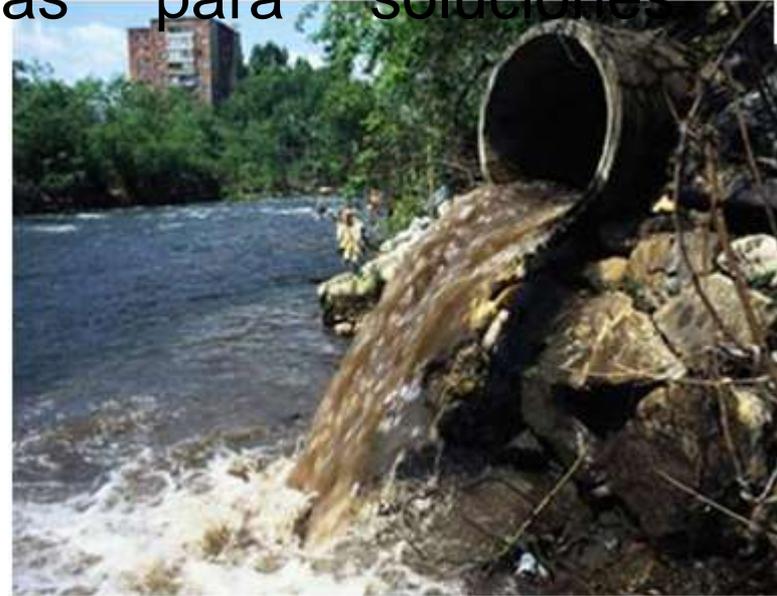
- Es el conjunto de acciones técnicas y socioeconómicas de salud que tienen por objetivo promocionar el mejoramiento de condiciones de vida urbana y alcanzar niveles crecientes de salubridad ambiental.
- El agua y el saneamiento son uno de los principales motores de la salud pública, lo que significa que en cuanto se pueda garantizar el acceso al agua salubre y a instalaciones sanitarias adecuadas para todos, se habrá ganado una importante batalla contra todo tipo de enfermedades. "Dr LEE Jong-wook, Director General, Org. Mundial de la Salud"

# Sistema de Saneamiento Rural

## Conceptos:

- **Saneamiento:**

- En algunos países se entiende como el manejo sanitario desde el agua potable, el alcantarillado, el tratamiento de las aguas servidas y su disposición final.
- En Chile, el saneamiento: recolección, tratamiento y disposición de aguas servidas para soluciones individuales y colectivas.



# Sistema de Saneamiento Rural

## Conceptos:

- **Instituciones involucradas:**
  - Organismos operadores
  - Junta Estatal de Agua
  - Municipio
  - CONAGUA.
  - ??



# Sistema de Saneamiento Rural

## Normas:

- Cuales son?
- Normas de descarga



# Tratamiento de Aguas Servidas

## Conceptos:

- Aguas Servidas:
  - Residuos líquidos, originados por una comunidad una granja, o industria que contiene materia orgánica disuelta o suspendida.
- Sólidos Suspendidos:
  - Partículas sólidas orgánicas que se mantienen en suspensión en una solución.
- Sólidos Disueltos
  - Materiales sólidos que se disuelven totalmente en agua y pueden ser eliminados por tratamiento.

# Tratamiento de Aguas Servidas

## Conceptos:

- Nutrientes

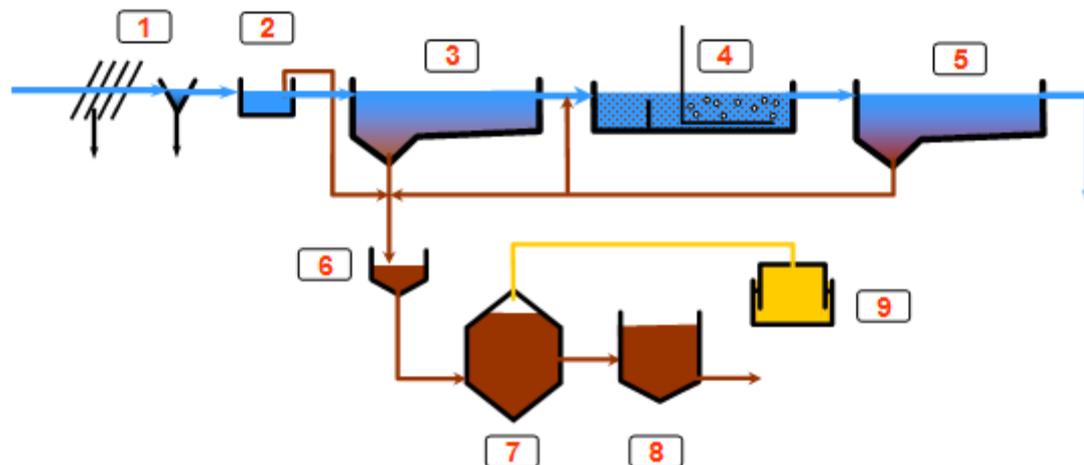
- Cualquier sustancia que promueve el crecimiento de organismos vivos. El término es generalmente aplicado para el nitrógeno y el fósforo en aguas residuales, pero es también aplicado a otros elementos esenciales y elementos traza, micronutrientes.
- Nitrógeno
- Fósforo



# Planta de Tratamiento de Aguas Servidas

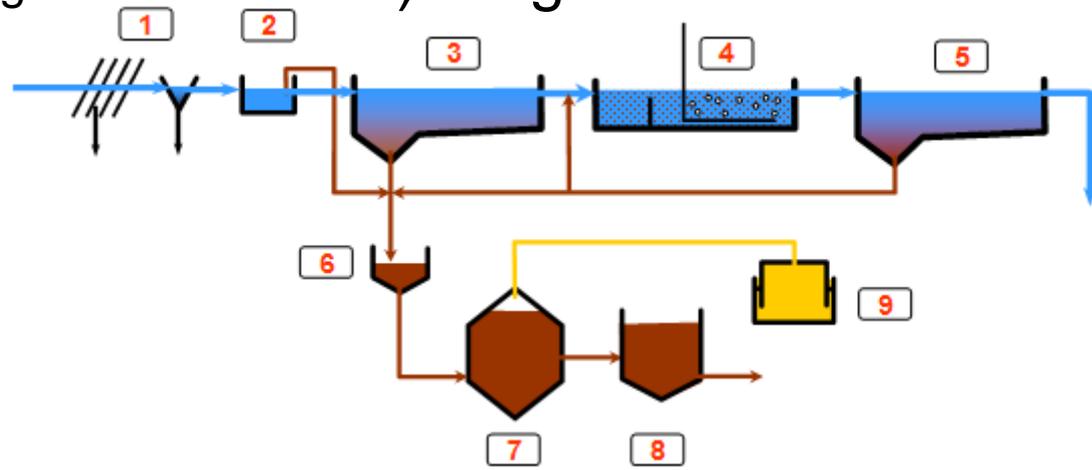
- Definición:

Las PTAS. suelen estar formadas por una sucesión de procesos físico-químicos y biológicos tanto aerobios como anóxicos (vía anaerobia) complementarios entre sí que permiten realizar una depuración integral en las mejores condiciones técnicas y económicas posibles.



# Planta de Tratamiento de Aguas Servidas

- 1) Desbaste y desarenado.
- 2) Desengrasado
- 3) Tratamiento Primario  
Decantación  
creación del floculo
- 4) Trat, Secundario  
Proc. Biológico aerobio
- 5) Decantación secundaria  
decantación del flóculo
- 6) Espesamiento  
Consentración de lodos
- 7) Digestión Anaerobia  
Convierte materia org. en metano.
- 8) Secado de lodos
- 9) Biogás



# Planta de Tratamiento de Aguas Servidas

Objetivo:

- Eliminación de residuos, aceites, grasas, flotantes o arenas y evacuación a punto de destino final adecuado.
- Eliminación de materias decantables orgánicos y/o inorgánicos.
- Eliminación de compuestos amoniacales y que contengan fósforo.
- Transformar los residuos retenidos en fangos estables y que éstos sean correctamente dispuestos.

# Planta de Tratamiento de Aguas Servidas

Como se evalúa la eficacia de una PTAS?

La eficacia es la capacidad de PTAS de disminuir la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).

DBO, refleja la cantidad de oxígeno consumido por los microorganismos para la oxidación de materia orgánica e inorgánica.

Cuanto mayor es el nivel de materiales oxidables, más elevada es la DBO y peor es la calidad del agua.

Una planta de tratamiento que funcione bien, puede eliminar el 95% o más de la DBO inicial.

# Planta de Tratamiento de Aguas Servidas

Clasificación de las PTAS:

Según el grado de complejidad y tecnología empleada, las ERAR se clasifican como:

- a) **Convencionales.** Se emplean en núcleos de población importantes y utilizan tecnologías que consumen energía eléctrica de forma considerable y precisan mano de obra especializada.
  
- b) **Tratamientos blandos.** Se emplean en algunas poblaciones pequeñas y alejadas de redes de saneamiento. Su principal premisa es la de tener unos costos de mantenimiento bajos y precisar de mano de obra no cualificada. Su grado de tecnificación es muy bajo, necesitando poca o nula energía eléctrica.

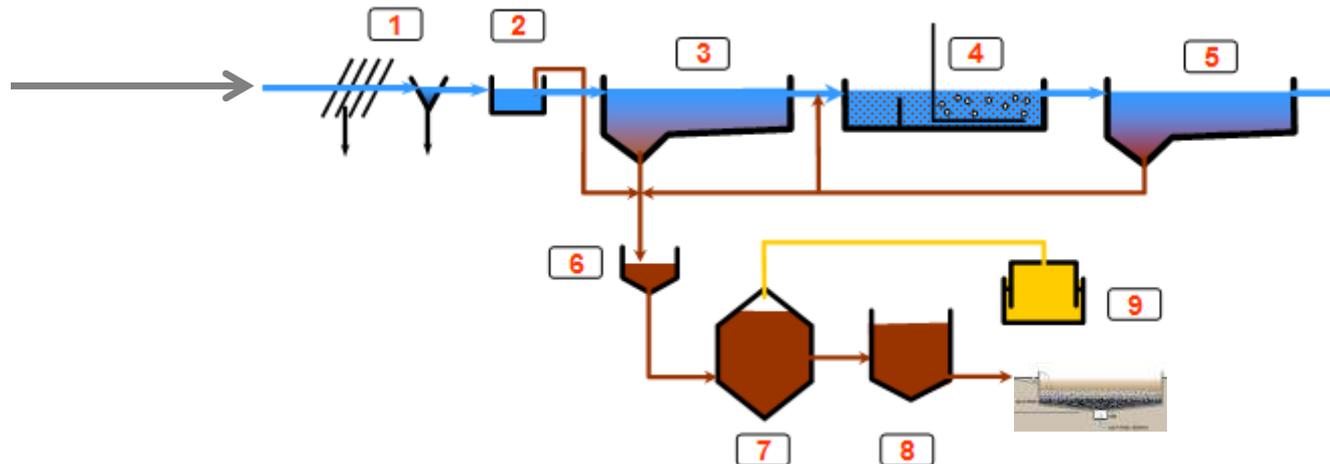
# Planta de Tratamiento de AS Convencional

Líneas de Tratamiento de una PTAS:

Línea de Aguas: 

Línea de Lodos: 

Línea de Gas: 



# Planta de Tratamiento de AS Convencional



# Planta de Tratamiento de AS Tratamientos Blandos

Líneas de Tratamiento de una PTAS:

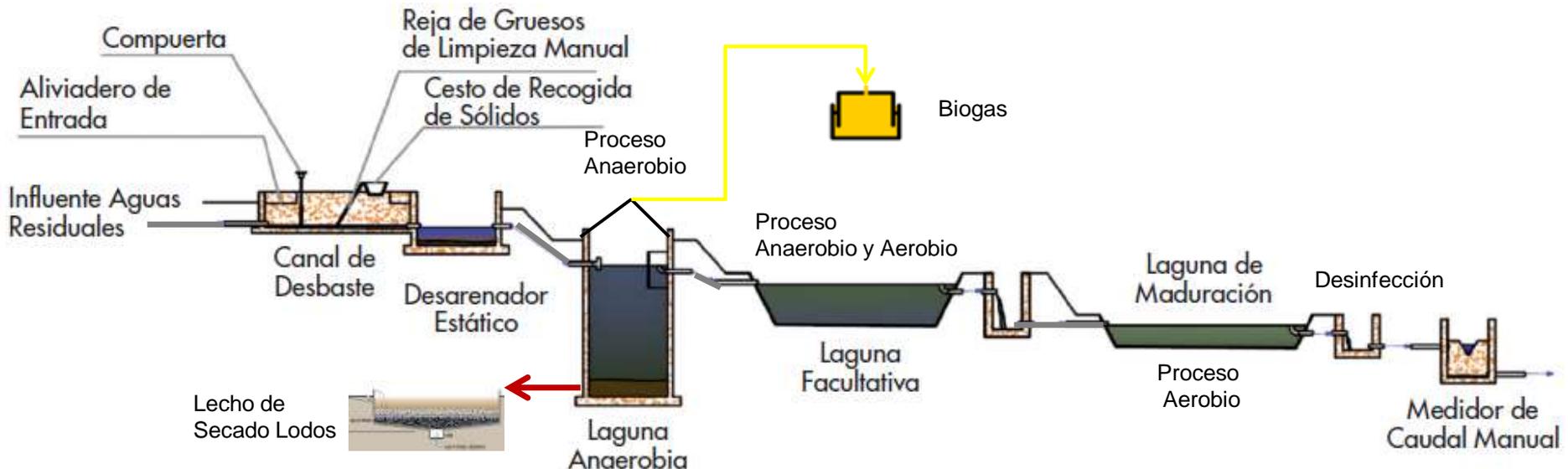
Línea de Aguas:



Línea de Lodos:



Línea de Gas:



# Planta de Tratamiento de AS Sistema de Lagunas

**Planta de tratamiento de AR  
Melbourne, Australia**

**1667 ha de LE**

**3,6 millones Pob**

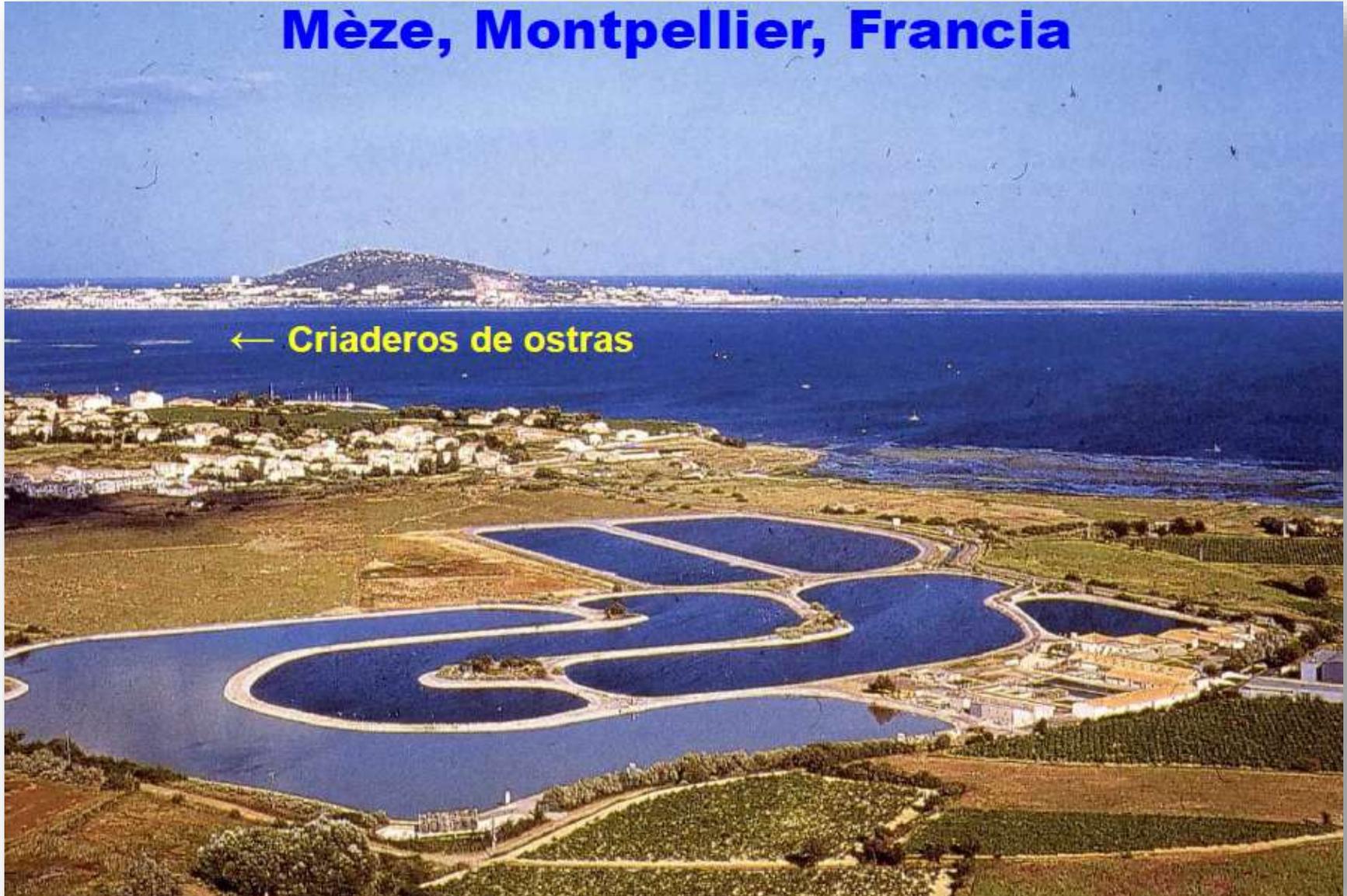
21 2 94



# Planta de Tratamiento de AS

## Sistemas de Lagunas

**Mèze, Montpellier, Francia**



# Planta de Tratamiento de Aguas Servidas

Procesos de una PTAS:

**Línea de aguas:**

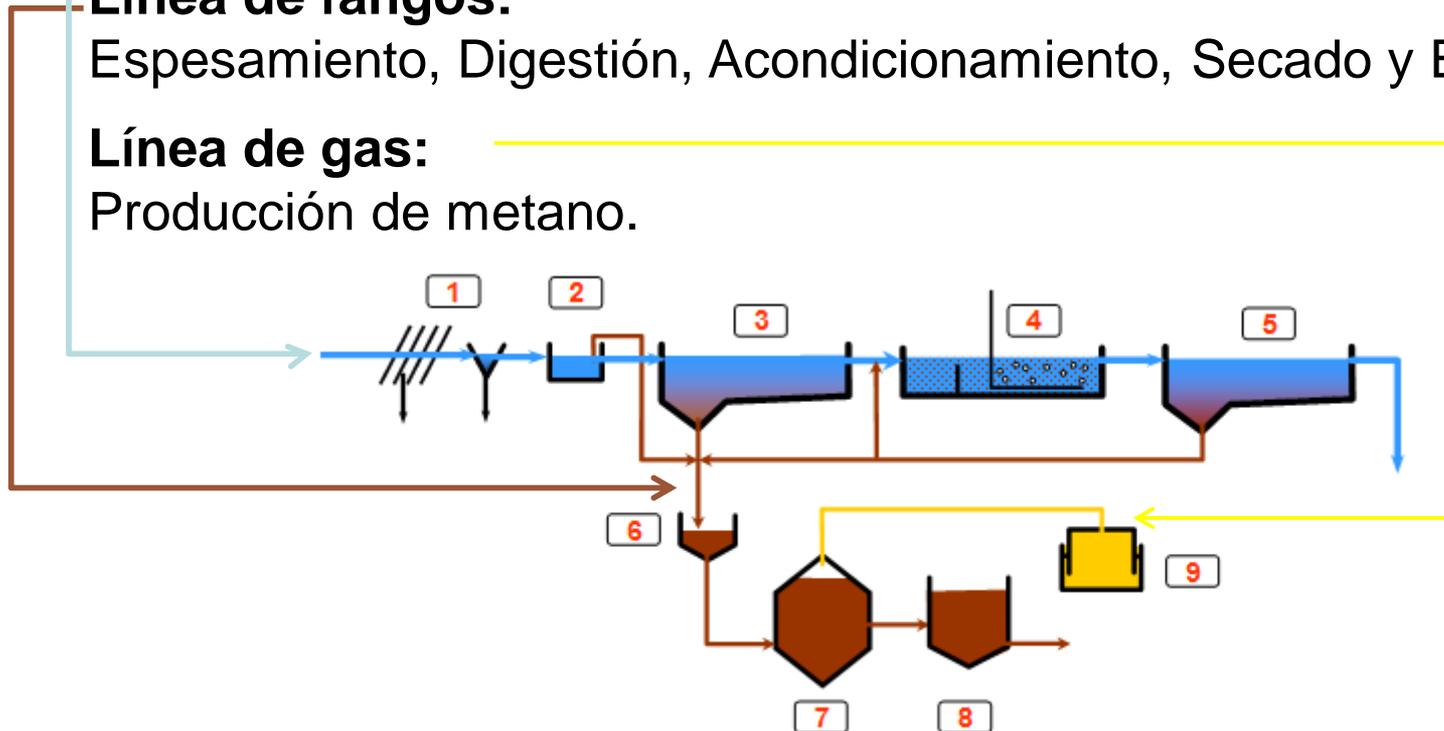
Pretratamiento, Tratamiento primario, secundario y terciario.

**Línea de fangos:**

Espesamiento, Digestión, Acondicionamiento, Secado y Eliminación.

**Línea de gas:**

Producción de metano.



# CONCLUSIONES

**Que tipo de Plantas de Tratamiento se requiere en los SSR?**

- ✓ **Procesos que requieran la acción mínima de un operador.**
- ✓ **Procesos que requieran un mínimo mantenimiento de sus equipos y cuyos posibles fallos influyan lo menos posible en la calidad del efluente;**
- ✓ **Procesos que requieran un consumo mínimo de energía;**
- ✓ **Procesos con funcionamiento eficaz, robusto y flexible antes las fuertes variaciones de caudal y carga.**

# Preguntas

- Que tipo de planta elegiria para su localidad basado en condiciones:
- Mediomambientales
- Socioeconomicas
- Financieras
- Tecnicas-Operacionales



**FESAN**

Federación Nacional de Cooperativas  
de Servicios Sanitarios

# ALTERNATIVAS. Población 20.000 hab



LOMBRIFILTROS



LODOS  
ACTIVADOS



LAGUNAS DE  
ESTABILIZACIÓN



**FESAN**

Federación Nacional de Cooperativas  
de Servicios Sanitarios

# ASPECTOS EVALUADOS COSTOS



LOMBRIFILTROS



LODOS  
ACTIVADOS



LAGUNAS DE  
ESTABILIZACIÓN

# Planta de Tratamiento de Aguas Servidas

## Evaluación Tipos de PTAS

```
graph TD; A[Evaluación Tipos de PTAS] --- B[Evaluación Ambiental]; A --- C[Evaluación Técnica-operativa]; A --- D[Evaluación Comunitaria]; A --- E[Evaluación Económica];
```

**Evaluación Ambiental**

**Evaluación Técnica-operativa**

**Evaluación Comunitaria**

**Evaluación Económica**

# Planta de Tratamiento de Aguas Servidas

## Evaluación Ambiental:

| SUPCOMPONENTE   | LODOS ACTIVADOS  | LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN  | LOMBRIFILTROS   |
|---|--|--|---|
| <b>Generación de olores</b>   | Por ser un proceso aerobio hay baja generación de olores<br>R:+++                                      | Se requiere sistema de control de olores<br>R:+                            | Por ser un proceso aerobio hay baja generación de olores<br>R:++                                  |
| <b>Generación de aerosoles</b>  | Por los agitadores mecánicos hay generación de aerosoles<br>R:+  | Mínima presencia de aerosoles<br>R:+++                                     | Por la presencia de aspersores hay una alta generación<br>R:+                                     |
| <b>Favorable al crecimiento y proliferación de roedores e insectos.</b> | Siempre y cuando las actividades de O&M se cumplan a cabalidad, no habrán problemas de vectores R: (-) | Proliferación de mosquitos<br>R: (-)                                       | Puede haber presencia de moscas<br>R: (-)   |
| <b>Impacto sobre el paisaje</b>   | Gran cantidad de obra civil<br>R: (-)  | Pueden servir de hábitat para aves migratorias y algunos anfibios<br>R:+++ | Al tener que estar bajo techo y debido a su gran área tiene un mayor impacto paisajístico<br>R:++ |
| <b>Niveles de ruido</b>   | El uso de agitadores, y equipos de bombeo hacen q los niveles de ruido sean mayores R: (-)             | No hay existencia de equipos mecánicos<br>R:+++                            | Posee equipos de bombeo<br>R:++   |
| <b>Producción de lodos</b>  | Posee una producción de biosólidos de 120 ton/año<br>R:+   | Posee una producción de biosólidos de 70 ton/año<br>R:++                   | Posee una producción de biosólidos de 50 ton/año<br>R:+++   |

# Planta de Tratamiento de Aguas Servidas

## Evaluación Ambiental:

| SUPCOMPONENTE   | LODOS ACTIVADOS  | LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN   | LOMBRIFILTROS   |
|---|--|---|---|
| <b>Transporte de insumos</b>                          | Requiere un volumen considerable de materiales pétreos y aceros para la construcción de los tanques y sedimentadores<br>R: (-) | Cantidad mínima de materiales pétreos, aceros y concretos<br>R:+++          | Requiere un gran movimiento de grava como material de soporte de los lombrifiltros<br>R:+ |
| <b>Emisiones GEI del proceso y sus insumos</b>        | Alta generación de gases de efectos de invernadero<br>KWH/año: 60.000<br>R:-   | Bajas emisiones de gases de efectos invernaderos<br>KWH/Año: 6.840<br>R:+++ | Bajas emisiones de gases de efectos de invernadero<br>KWH/año: 18.000<br>R:++             |
| <b>Posibilidad de recuperación y reúso energético</b> | Poca posibilidad de reuso energético<br>R:-  | Se puede usar el biogás para uso energético<br>R:+++                        | Las lombrices pueden ser usadas como fuente de proteína para animales superiores<br>R:++  |

# Planta de Tratamiento de Aguas Servidas

## Evaluación Técnica

| SUPCOMPONENTE   | LODOS ACTIVADOS  | LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN   | LOMBRIFILTROS   |
|---|--|---|---|
| <b>Requerimientos de equipos mecánicos y eléctricos</b> | Requiere aireadores, equipos de bombeo, y equipos electrónicos de control<br>R: -              | No requiere equipos<br>R:+++  | Requiere equipos de bombeo y aspersores<br>R:++               |
| <b>Facilidades de operación y mantenimiento</b>         | Requiere personal las 24 horas, revisiones periódicas de equipos mecánicos y eléctricos<br>R:- | Requiere personal de menor perfil al no poseer equipos mecánicos<br>R:+++ | Requiere revisiones periódicas de personal calificado<br>R:++ |
| <b>Posibilidades de reuso de efluentes</b>              | Requiere un procedimiento de desinfección adicional<br>R:+                                     | Bajo ciertas condiciones ambientales no requerirá desinfección R:+        | Remoción alta de patógenos<br>R:+                             |
| <b>Calidad del efluente</b>                             | Alcanza remociones superiores a 85% en DBO y puede haber nitrificación R:+                     | Alcanza eliminaciones superiores al 80%<br>R:+                            | Remociones cercanas al 90% de materia orgánica<br>R:+++       |
| <b>Requerimientos de área</b>                           | Bajos requerimientos de área<br>R:+++  | Altos requerimientos de area<br>R:-                                       | Altos requerimientos de area<br>R:+                           |

# Planta de Tratamiento de Aguas Servidas

## Evaluación Comunitaria

| SUPCOMPONENTE                               | LODOS ACTIVADOS  | LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN   | LOMBRIFILTROS  |
|---|--|---|--|
| <b>Aceptación comunitaria</b>               | Es una tecnología ampliamente utilizada en diferentes países<br>R:++                                 | Con las mejoras tecnológicas su aceptación ha incrementado en la última década<br>R:+++ | Hay evidencia de sistemas cercanos a comunidades<br>R:+++      |
| <b>Requerimiento de personal calificado</b> | Requiere mayor personal y con mayor nivel educativo, limita oportunidad de trabajo locales<br>R: (-) | Requiere menor personal y puede ser personal de la zona<br>R:+++                        | Requiere inspecciones periódicas de personal calificado<br>R:+ |

# Planta de Tratamiento de Aguas Servidas

## Evaluación Económica USD

| SUPCOMPONENTE                              | LODOS ACTIVADOS   | LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN   | LOMBRIFILTROS  |
|--|---|---|--|
| <b>Inversión inicial</b>                   | 1.000.000 Alta<br><br>R:-                                       | 300.000 Costo de inversión menor<br><br>R: +                                      | 200.000<br><br>R:++  |
| <b>Costos de operación y mantenimiento</b> | Presenta los costos de O&M más altos<br>100.000/Año<br><br>R:-) | 35.000/Año. Presenta los costos de operación y mantenimiento más bajo<br><br>R:++ | 60.000/Año Presenta unos costos de O&M intermedio<br><br>R:+ |



# FESAN

Federación Nacional de Cooperativas  
de Servicios Sanitarios

## COMPARACION COSTOS 3 SISTEMAS TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES

Condiciones: Población 15.000 a 20.000 hab.  
No considera impuestos. En USD

|                                  | <b>INVERSION</b><br>(sin terreno) | <b>OPERACIÓN</b><br>\$/m3 | <b>MANTENIMIENTO</b><br>\$/m3 |
|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| <b>LODOS ACTIVADOS</b>           | <b>1.000.000</b>                  | <b>0.3</b>                | <b>0.1</b>                    |
| <b>LAGUNAS DE ESTABILIZACION</b> | <b>300.000</b>                    | <b>0.03</b>               | <b>0.02</b>                   |
| <b>LOMBRIFILTROS</b>             | <b>200.000</b>                    | <b>0.1</b>                | <b>0.02</b>                   |



# FESAN

Federación Nacional de Cooperativas  
de Servicios Sanitarios

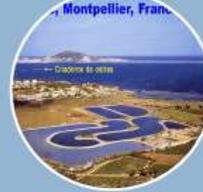
## Resultados ejemplo



LOMBRIFILTROS

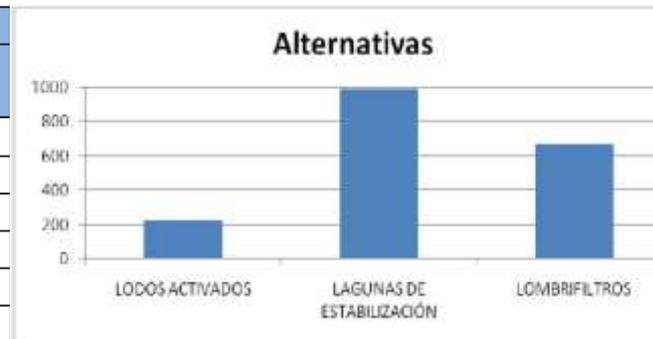


LODOS  
ACTIVADOS



LAGUNAS DE  
ESTABILIZACIÓN

| COMPONENTE    | Porcentaje  | PUNTAJE OBTENIDO   |                              |               |
|---------------|-------------|--------------------|------------------------------|---------------|
|               |             | LODOS<br>ACTIVADOS | LAGUNAS DE<br>ESTABILIZACIÓN | LOMBRIFILTROS |
| AMBIENTAL     | 30 %        | 120                | 630                          | 450           |
| TECNICO       | 5 %         | 25                 | 40                           | 45            |
| SOCIAL        | 40 %        | 80                 | 240                          | 120           |
| INSTITUCIONAL | 5 %         | 0                  | 15                           | 10            |
| ECONÓMICOS    | 20%         | 0                  | 60                           | 40            |
| <b>TOTAL</b>  | <b>100%</b> | <b>225</b>         | <b>985</b>                   | <b>665</b>    |



# Muchas Gracias



*Sede del Centro de las Nuevas Tecnologías del Agua (CENTA) en Carrión de los Céspedes (Sevilla)*