

# **FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO**

Setiembre 2014

## **Capítulo. 3b- FORMULACIÓN - Aspectos Técnicos de Saneamiento**

## **Formulación y Evaluación de PIP en el Sector Saneamiento**



**Parámetros a considerar en la  
formulación de Perfiles de  
Saneamiento**

## **DOTACIONES– RNE**

### **OS.100 CONSIDERACIONES BÁSICAS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA**

- La dotación promedio diaria anual por habitante se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas.
- Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificara su ejecución se podrá asumir algunos valores.

# Dotaciones– RNE

## ■ Zonas urbanas

- Lotes mayores a 90 m<sup>2</sup>
  - Climas fríos: 180 l/h/d
  - Climas templados y cálidos: 220 l/h/d
- Lotes de menos de 90 m<sup>2</sup>:
  - Climas fríos: 120 l/h/d
  - Climas templados y cálidos: 150 l/h/d

Piletas o camiones cisterna: 30 – 50 l/h/d

# Dotaciones – Zonas rurales



**No hay REGLAMENTO !!**

Valores referenciales:

<b>Región geográfica</b>	<b>Consumo doméstico de agua en función al sistema de disposición de excretas utilizado</b>	
	<b>letrinas sin arrastre hidráulico</b>	<b>letrinas con arrastre hidráulico</b>
<b>SIERRA</b>	<b>40-50 lhd</b>	<b>80 lhd</b>
<b>COSTA</b>	<b>50-60 lhd</b>	<b>90 lhd</b>
<b>SELVA</b>	<b>60-70 lhd</b>	<b>100 lhd</b>

# COEFICIENTES DE VARIACIÓN



- Caudal Promedio (Qp)

**Población x Dotación**

$$Qp \text{ (lt/seg)} = \frac{\text{-----}}{86,400}$$

- Población : en N° de habitantes

- Dotación : en lts / hab / día

# COEFICIENTES DE VARIACIÓN

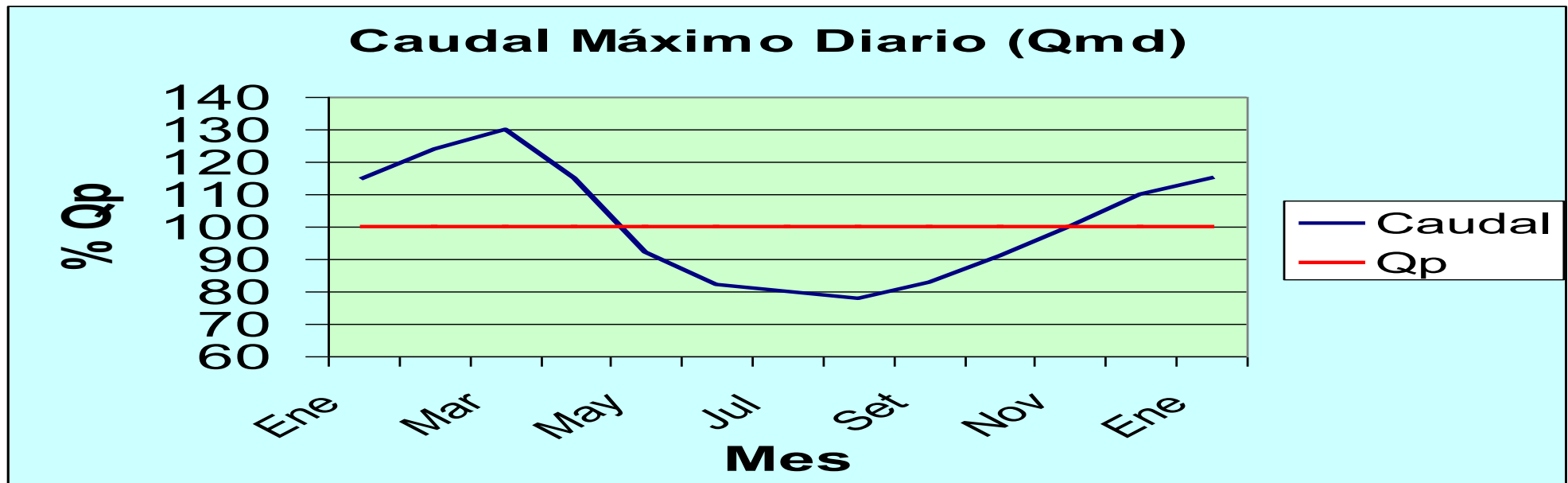
- Caudal Máximo Diario (Qmd)

$$Q_{md} = K_1 \times Q_p$$

$$K_1 = 1.3$$

Localidades urbanas

Localidades rurales



# COEFICIENTES DE VARIACIÓN

- Caudal Máximo Horario (Qmh)

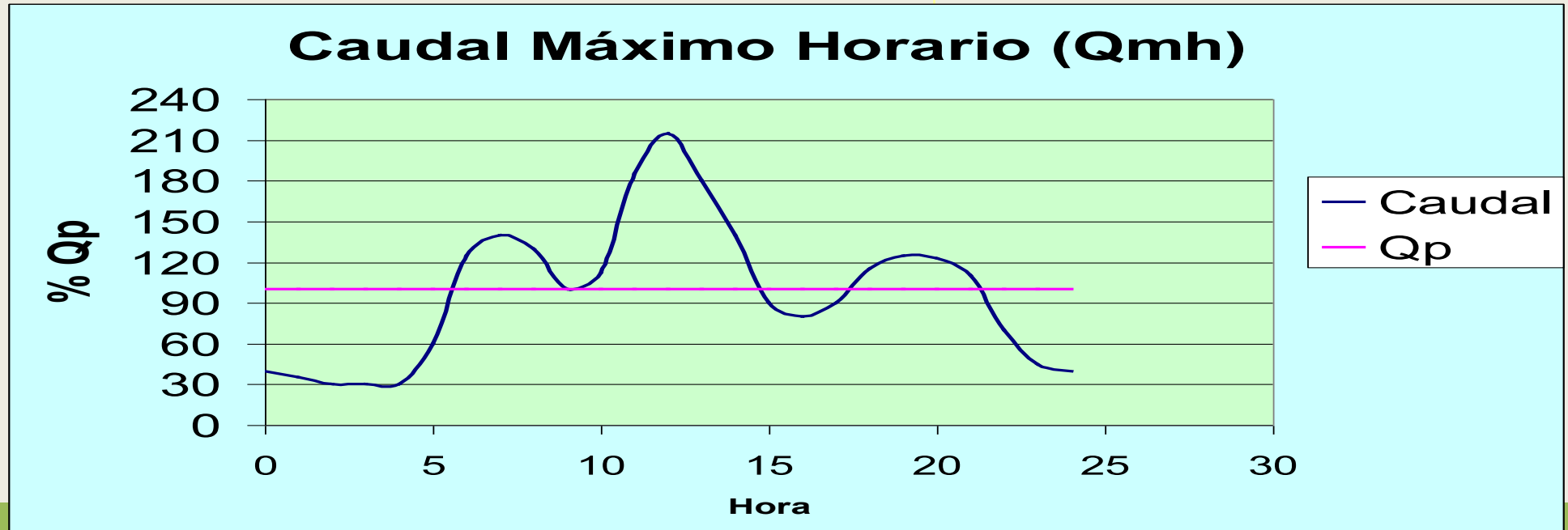
$$Q_{mh} = K_2 \times Q_p$$

- Localidades Urbanas

$K_2 = 1.8-2.5$

- Localidades Rurales

$K_2 = 1.5$



# VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

(OS.030 ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO)

- **Volumen de Regulación**
- **Volumen contra incendio**
- **Volumen de Reserva**

$$V_{\text{almac.}} = V_{\text{reg.}} + V_{\text{Cl}} + V_{\text{res.}}$$

# VOLUMEN DE REGULACIÓN

## ZONAS RURALES

- El Volumen de Regulación será el 15% a 20% del promedio anual de la demanda.

## ZONAS URBANAS


- El volumen será como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda.

# VOLUMEN CONTRA INCENDIO EN ZONA URBANA

- Para habilitaciones urbanas en poblaciones menores de 10,000 habitantes, no se considera demanda contra incendio.
- En localidades donde si se considere demanda contra incendio debe asignarse:

 En áreas destinadas a vivienda.

**50 m<sup>3</sup>**

 En área comercial o industrial el volumen debe calcularse de acuerdo a lo establecido en el RNC, variando de:

**145 a 280 m<sup>3</sup>**

# Tecnologías en Agua Potable

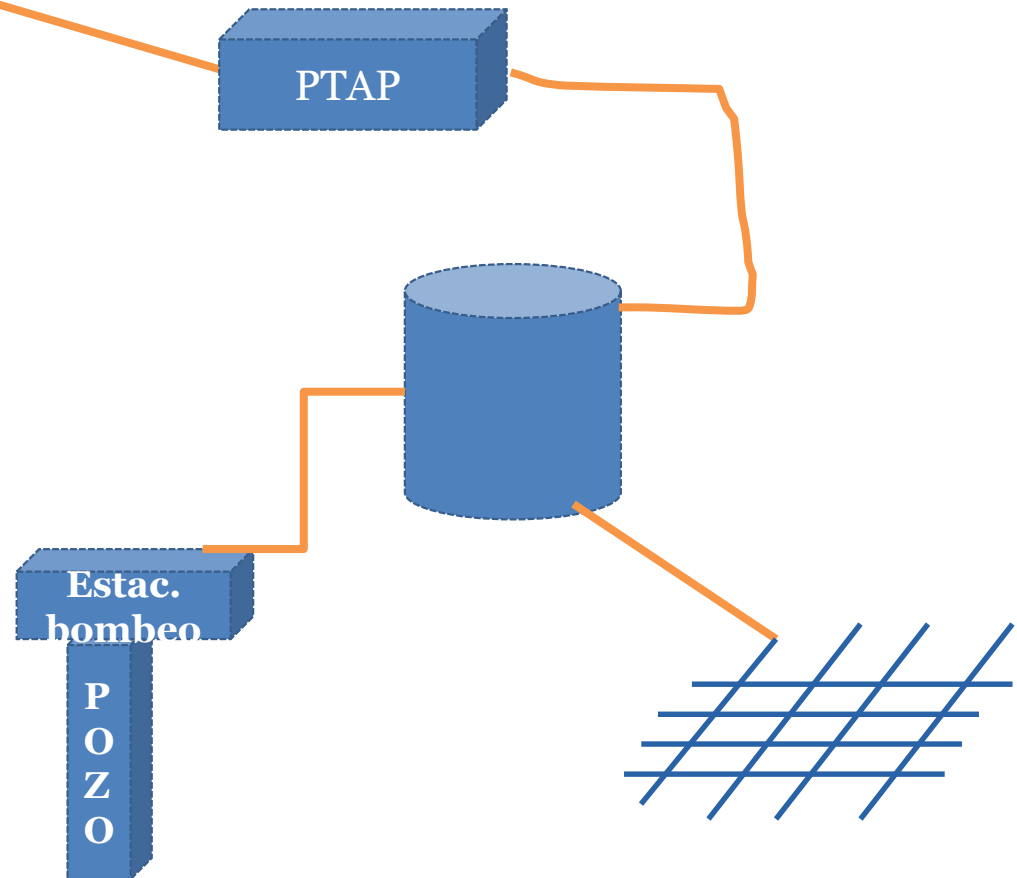


Rio o canal

# Sistema de Agua Potable

## Componentes

- Captación
- Línea de conducción
- Planta de Tratamiento
- Reservorio
- Línea de aducción
- Redes de distribución
- Conexiones domiciliarias
- Estaciones de bombeo
- Línea de impulsión



# Tipos de Fuentes de Agua Potable



## Fuente Superficial

- Ríos

- Lagos y Embalses

## Fuente Subterránea

- Manantiales

- Pozos

- Galerías filtrantes

# Tipos de sistema convencional de abastecimiento de agua



- **Gravedad sin tratamiento**  
(fuente subterránea: manantiales)
- **Gravedad con tratamiento**  
(fuente superficial: río, lago, cocha)
- **Bombeo sin tratamiento**  
(fuente subterránea: pozos o manantial en el que el perfil hidráulico señale la necesidad de elevación del agua)
- **Bombeo con tratamiento**  
(fuente superficial)

Gravedad con  
tratamiento

3

Manantial  
de ladera

Canal

Gravedad sin  
tratamiento

1

Planta de  
Tratamiento de  
Agua

Reser  
vorio

Rio

Bombeo con  
tratamiento

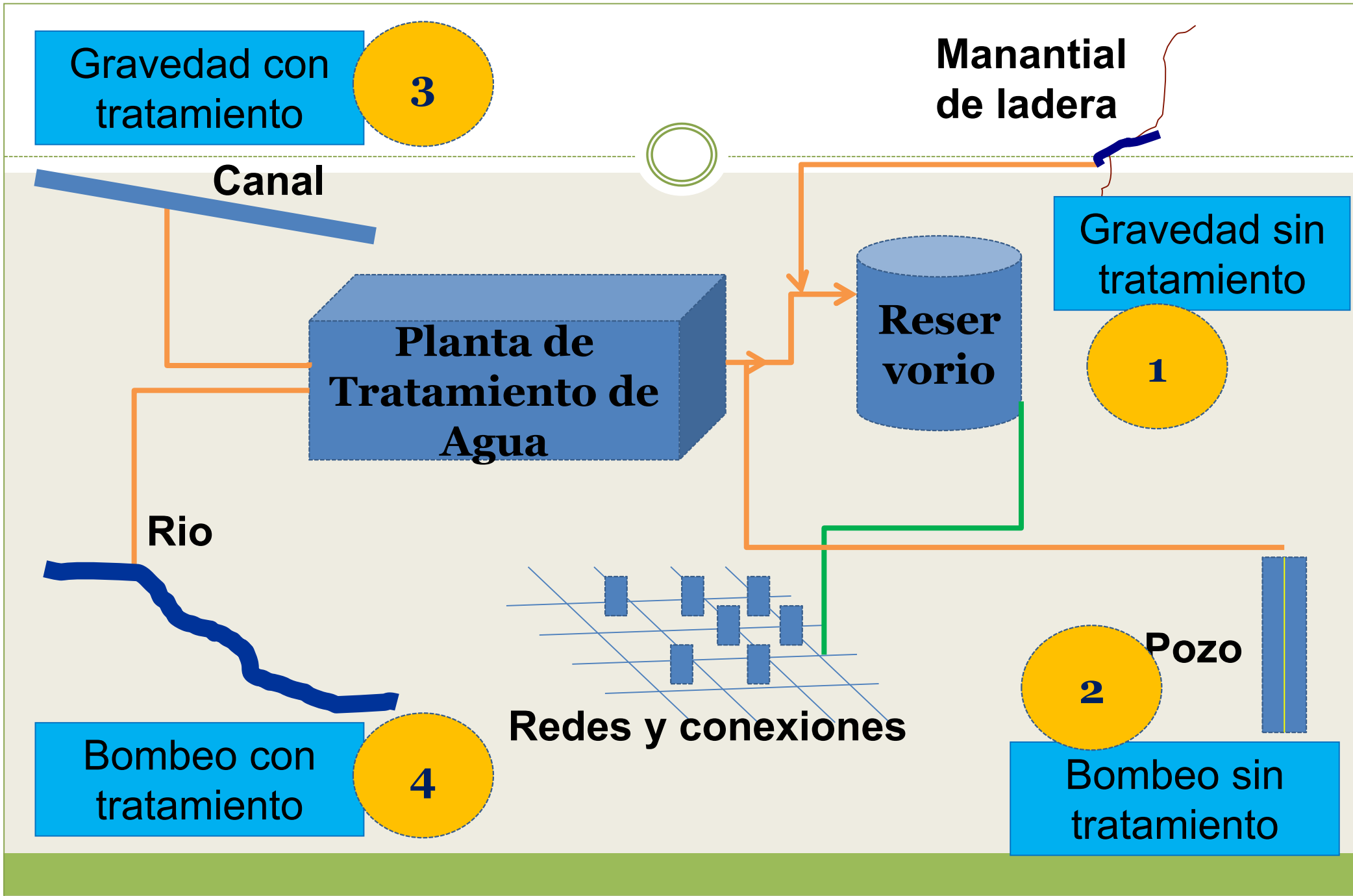
4

Redes y conexiones

Pozo

2

Bombeo sin  
tratamiento



# Razones por las cuales debemos tratar el agua



- **Eliminar los microorganismos y sustancias químicas dañinas, que causan serias enfermedades en los seres humanos.**
- **Evitar que tenga color, olor y sabor desagradables.**
- **Disminuir el efecto corrosivo que daña los utensilios de cocina, bloquea las tuberías y hace que las cañerías se dañen muy rápidamente.**

# Tecnologías de tratamiento de agua

**TIPO DE  
PLANTAS DE  
TRATAMIENTO  
DE AGUA SEGÚN  
LOS PROCESOS  
INVOLUCRADOS**

**FILTRACIÓN  
RÁPIDA**

**PROCESOS  
FÍSICOS Y  
QUÍMICOS**

**FILTRACIÓN  
LENTA**

**PROCESOS  
FÍSICOS Y  
BIOLÓGICOS**

# Tecnologías de tratamiento de agua



- Filtración lenta:
  - Dependiendo de la calidad del agua cruda pueden requerir: Presedimentador, sedimentador, prefiltro de grava y el filtro lento propiamente dicho.



# Tecnologías de tratamiento de agua



## FILTRACIÓN LENTA

### VENTAJAS

**Simplicidad. No tiene controlador de velocidad y con controles de nivel mediante vertederos.**

**Sencillo y confiable de operar con recursos disponibles de la zona**

### DESVENTAJAS

**Adaptable para ciertos niveles de turbiedad del agua de la fuente.**

**La presencia de plaguicidas daña el proceso microbiológico.**

# Tecnologías de tratamiento de agua

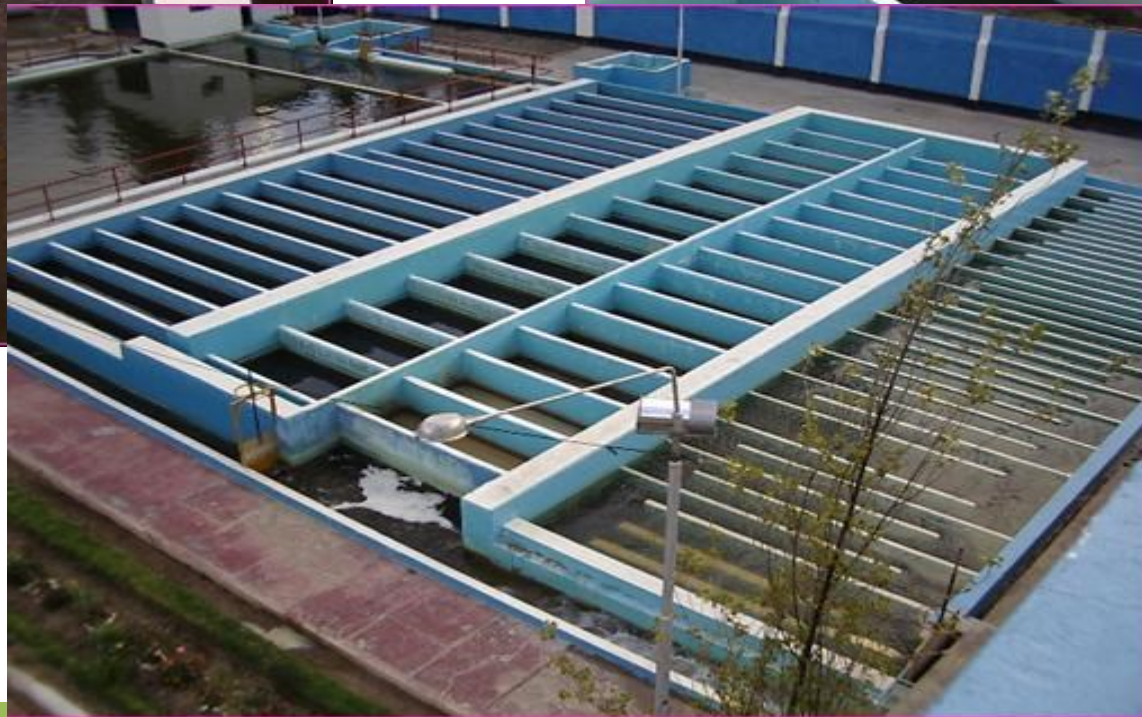


- Plantas de filtración rápida:
  - ✦ Dependiendo de la calidad de agua pueden ser convencionales (coagulación, floculación, sedimentación, filtración y cloración) o de filtración directa (coagulación, filtración y cloración).
  - ✦ Plantas patentadas de filtración rápida (requieren de energía).

# PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA FILTRACIÓN RÁPIDA



# PLANTA DE FILTRACIÓN RÁPIDA



# Selección de la Tecnología



- Calidad del agua de la fuente
- Cantidad de agua de la fuente
- Confiabilidad
- Flexibilidad: producción de agua de calidad óptima, de manera continua con mínima operación y fácil mantenimiento
- Grado de complejidad
- Simplicidad en su construcción operación y mantenimiento
- Disponibilidad de terreno
- Sostenibilidad de los sistemas

# Sistemas de Evacuación de Aguas Residuales ALCANTARILLADO



- Los lineamientos de política del Sub Sector Saneamiento no recomienda ejecutar sistemas de alcantarillado en localidades rurales.
- Se propone alternativamente la instalación de UBS sanitarias, en sus diferentes opciones técnicas, con o sin arrastre de agua.

# Sistema de Alcantarillado



- Componentes
  - Colectores secundarios
  - Colectores principales
  - Interceptores
  - Emisores)
  - Cámaras de inspección (buzones)
  - Estaciones de bombeo
  - Conexiones domiciliarias

# Sistema de Alcantarillado



- **Criterios de diseño**
  - **Contribución al Sistema de alcantarillado:**  
**80%**
  - **Cálculo hidráulico:** Se hace con el  $Q_{mh}$
  - **Diseño para la conducción del caudal máximo**  
**al 75 % del diámetro de la tubería.**
  - **Las tuberías no deben tener diámetros**  
**menores de 100 mm.**

# Sistema de Alcantarillado



- **Criterios de diseño**

- **Pendiente:**

Las pendientes mínimas de las tuberías deben cumplir la condición de autolimpieza.

La máxima pendiente será la que corresponde a una velocidad de 5 m/s.

- **Ubicación:**

En las calles o avenidas de 20 m de ancho o menos se proyectará una sola línea principal.

# Sistema de Alcantarillado



- **Criterios de diseño**

- **Cámaras de inspección:**  
La separación máxima entre cámaras se establece en función al diámetro de la tubería

Diámetro de la tubería (mm)	Distancia máxima (m)
100 - 150	60
200	80
250-300	100
Diámetros mayores	150

# Niveles de Tratamiento



- **Tratamiento preliminar**
- **Tratamiento primario**
- **Tratamiento secundario**
- **Tratamiento avanzado**

**Disposición Final**

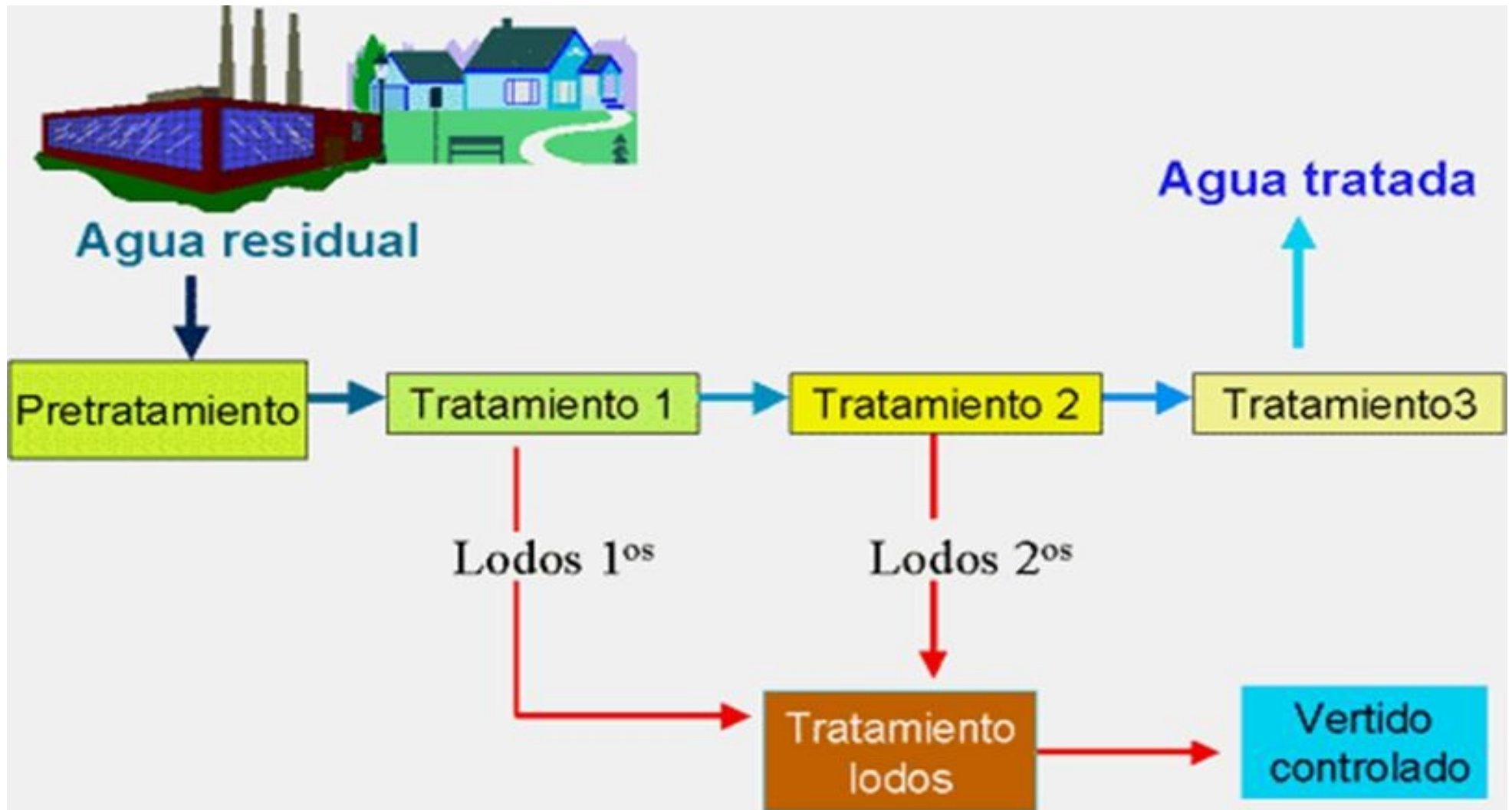
RÍO

LAGO

MAR

REUSO

## TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES



# Tecnologías de tratamiento de aguas residuales



- Tanques Imhoff (Tratamiento primario)
- Lagunas de estabilización (Tratamiento secundario o biológico)
- Lodos activados (Tratamiento secundario, requieren de energía)
- Filtros biológicos (Tratamiento secundario)
- Reactores anaerobios de flujo ascendente (RAFA – Tratamiento primario avanzado)
- Humedales (Tratamiento secundario)
- Combinaciones de sistemas

# Problemas ocasionados por la falta de tratamiento

**Contaminación de las aguas de los cuerpos receptores y reuso de aguas residuales en riego**



# Problemas ocasionados por la falta de tratamiento

Reuso de aguas  
residuales en riego



# Criterios de selección de las tecnologías de tratamiento

- Calidad del efluente en función del cuerpo receptor (río, lago o mar – cumplir la Ley de Aguas)
- Requerimientos de calidad del efluente
- Requerimientos de equipo y energía
- Tratamiento y disposición de lodos
- Grado de dificultad de la operación y mantenimiento

# Criterios de selección de las tecnologías de tratamiento

- Vulnerabilidad
- Requerimiento de personal de O & M
- Requerimientos de terreno
- Costo: Inversión inicial + O & M
- Impacto ambiental
- Viabilidad financiera
- Sostenibilidad

# VERTIMIENTO DE AGUA RESIDUAL

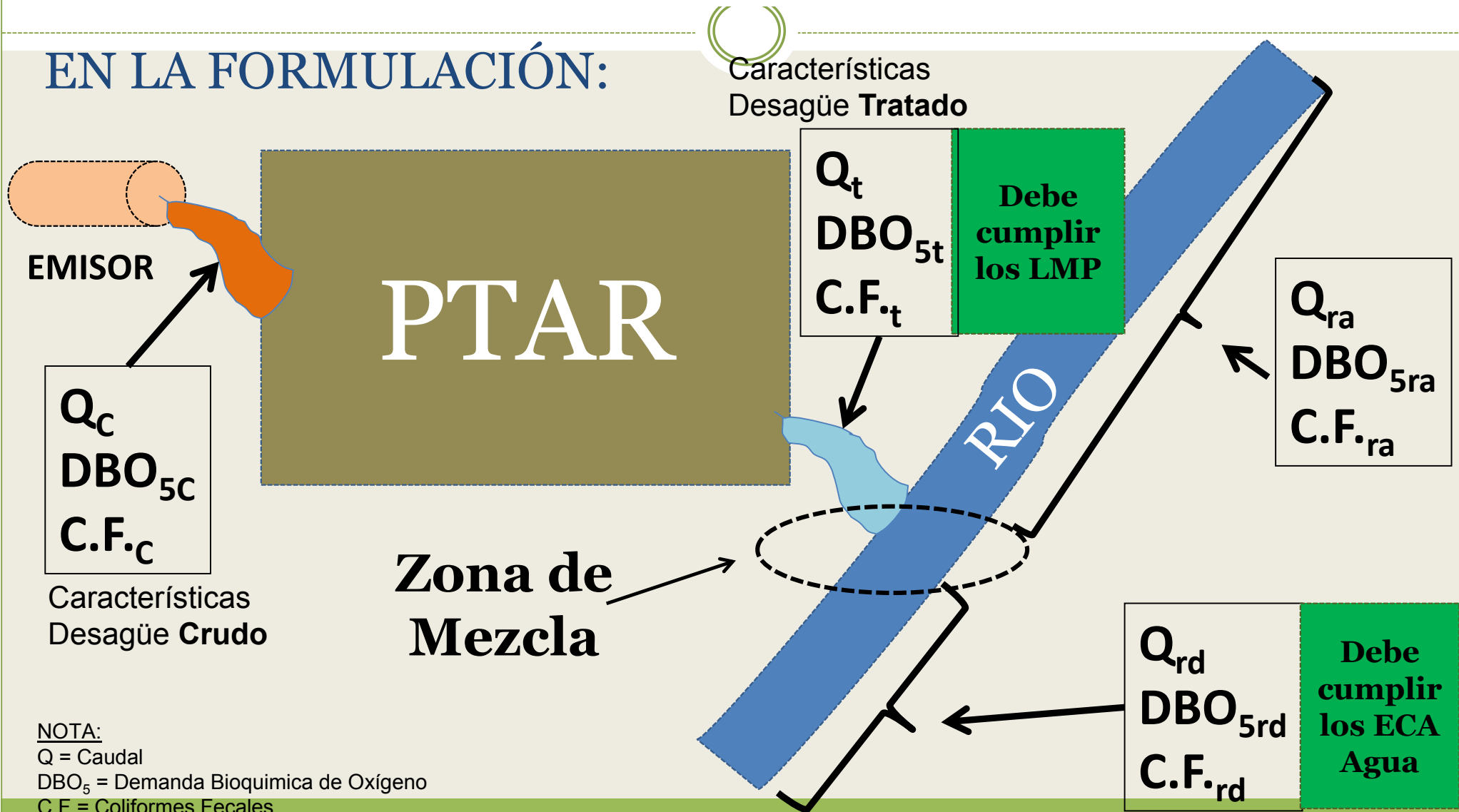


- La Autoridad Nacional autoriza el vertimiento del agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marina, previa opinión técnica favorable de las Autoridades Ambiental y de Salud sobre el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) y Límites Máximos Permisibles (LMP). Queda prohibido el vertimiento directo o indirecto de agua residual sin dicha autorización.

(Ley de Recursos Hídricos - Art.79)

# Pautas sobre el componente PTAR

## EN LA FORMULACIÓN:



# **Reglamento Nacional de Construcciones – Norma OS.090 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales**



- Art. 4.3.11 En ningún caso se permitirá la descarga de aguas residuales sin tratamiento a un cuerpo receptor, aun cuando los estudios indiquen que no es necesario el tratamiento. El tratamiento mínimo que deberán recibir las aguas residuales antes de su descarga, debe ser el tratamiento primario.

# Características de los Procesos de Tratamiento de Aguas Residuales más Comunes

Tipo de Planta	Nivel de Tratamiento	Objetivo de los Procesos de Tratam.	Procesos previos requeridos	Costos		Dificultad en Operac. y mant.
				Construcc	Op.y Mant	
Tanque Imhoff	Primario	Remoción SS y DBO. Digestión de lodos	Rejillas y desarenador	Bajos	Bajos	Mínimo
Sedimentador Primario	Primario	Remoción de SS	Rejillas y desarenador	Bajos	Medios	Medio
Lagunas de estabilización	Secundario	Remoción de DBO y Patógenos	Ninguno	Bajos	Bajos	Mínimo
Zanjas de Oxidación	Secundario	Remoción de DBO	Rejillas, Desarenador y Sedimentador	Medios	Medios	Medio
Lagunas Aereadas	Secundario	Remoción de DBO	Rejillas, Desarenador y Sedimentador Primario	Medios	Medios	Medio
Filtros Percoladores	Secundario	Remoción de DBO	Rejillas, Desarenador y Sedimentador Primario	Altos	Altos	Alto
Lodos Activados	Secundario	Remoción de DBO	Rejillas, Desarenador y Sedimentador Primario	Altos	Altos	Alto

## ELIMINACIÓN ESPERADA DE MICROORGANISMOS

	<b>REDUCCIÓN DE ORDENES DE MAGNITUD O REDUCCIÓN DE UNIDADES LOGARÍTMICAS</b>			
<b>PROCESO DE TRATAMIENTO</b>	<b>BACTERIAS</b>	<b>HELMINTOS</b>	<b>VIRUS</b>	<b>QUISTES</b>
Sedimentación primaria Simple	0-1	0-2	0-1	0-1
Con coagulación previa	1-2	1-3	0-1	0-1
Lodos activados	0-2	0-2	0-1	0-1
Biofiltros	0-2	0-2	0-1	0-1
Zanja de oxidación	1-2	0-2	1-2	0-1
Desinfección	2-6	0-1	0-4	0-3
Laguna aireada	1-2	1-3	1-2	0-1
Lagunas de estabilización	1-6	1-3	1-4	1-4

**Fuente: Feachem et al (1983)**

# PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES “AYACUCHO”



**Muchas Gracias!!**