

Material didáctico elaborado para el
Taller: Tratamiento de aguas residuales.

Tercer Congreso de Ciencias Naturales
Universidad Autónoma de Aguascalientes

M. I. David Gómez Salas

Septiembre de 2008



Material gratuito.
Sin fines de lucro
gsdavi@gmail.com

Estado de Aguascalientes

Temperaturas promedio

Media anual = 17.5 °C

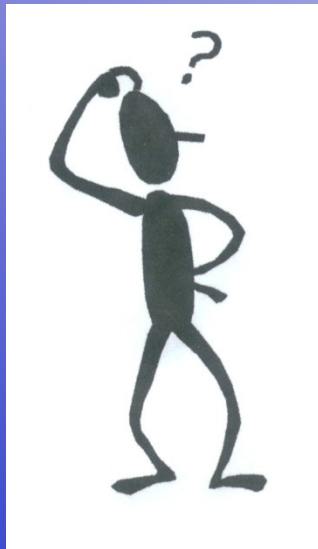
Máxima mensual = 24.5 °C

Mínima mensual = 13.5 °C

Precipitación media = 526 mm

P máxima = 110 - 120 mm

Frecuencia de heladas = 10 a 80 días/ año



Efecto sobre la velocidad de los procesos biológicos: Licor mezclado, biopelícula, humedales, secado de lodos

Ejemplo:

$$K_T = k \ominus T - 20$$

K.- Constante de la velocidad de reacción

Demografía

Año Población Tasa

1980	15,000	-
1990	18,000	0.0184
2000	22,000	0.0203
2005	24,000	0.0176
1980-2005		0.0190

$$P_n = P_o * (1+t)^n$$

$$P_n/P_o = (1+t)^n$$

$$(P_n/P_o)^{(1/n)} - 1 = t$$

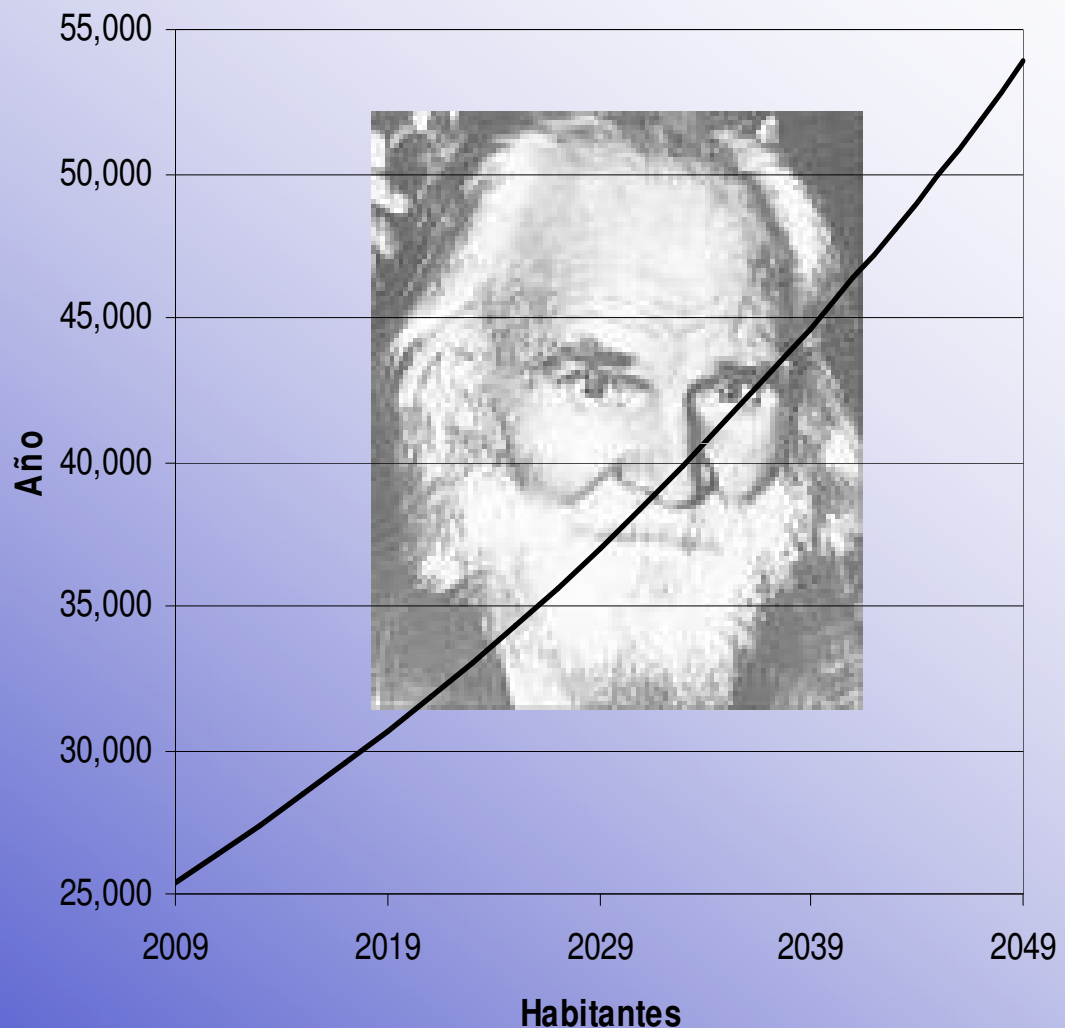
P_n .- Población año n

P_o .- Población inicial

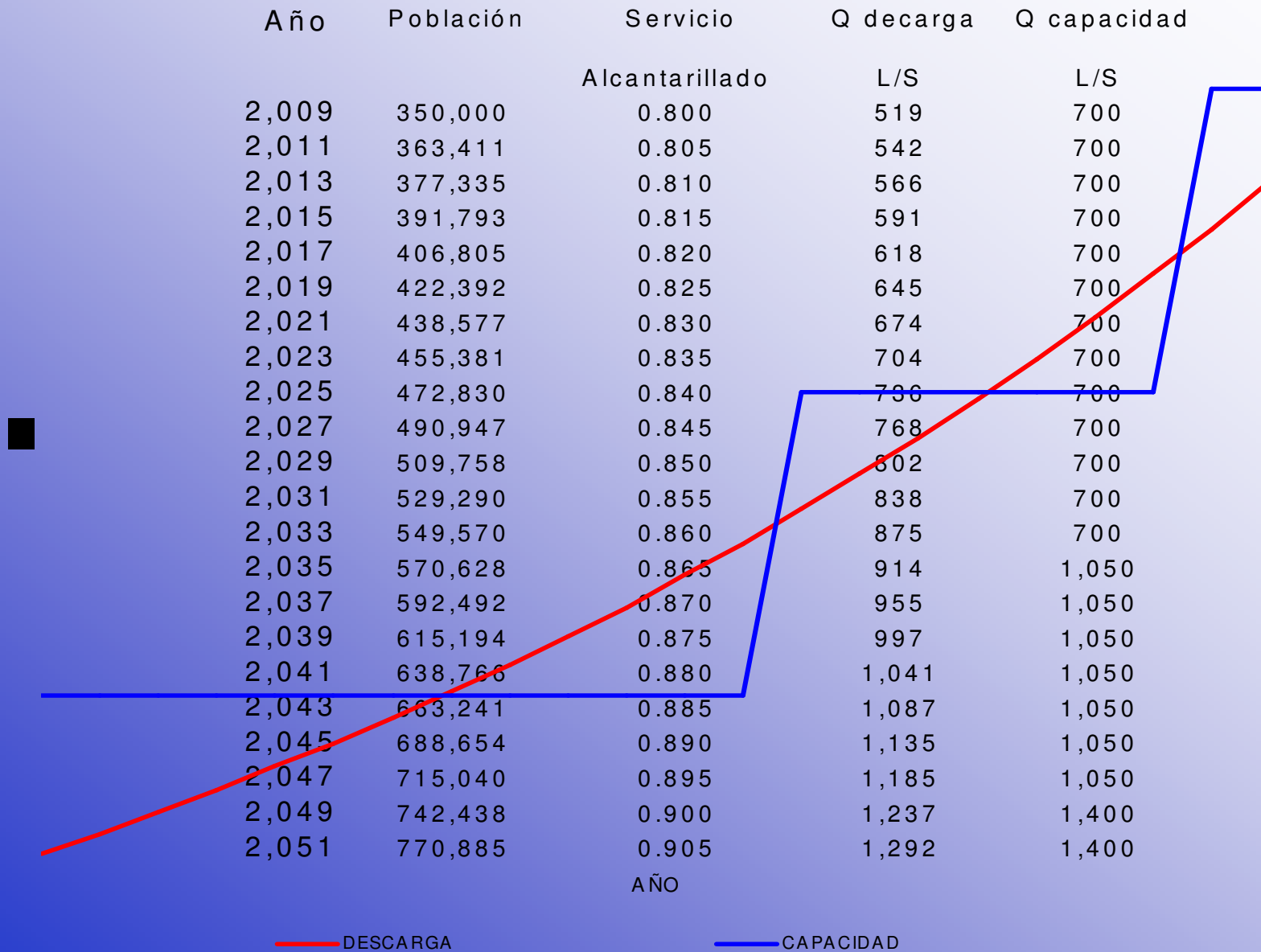
Tasa de crecimiento
promedio anual =
0.0190

Se proyecta.....40
años

Proyección de población



OTRO EJEMPLO

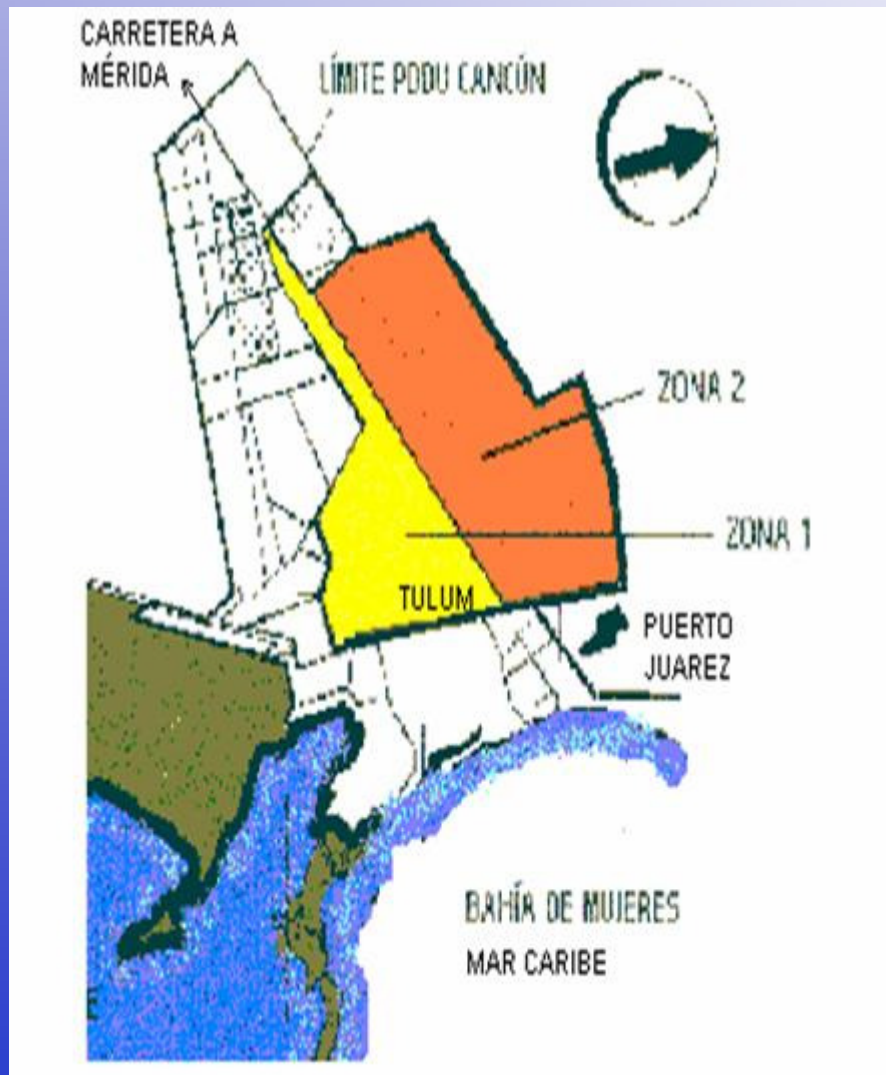




Concentraciones de contaminantes en las aguas residuales urbanas,

PARAMETRO	PROMEDIO MENSUAL
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	220 mg/l
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	300 mg/l
GRASAS Y ACEITES	67 mg/l
DETERGENTES (SAAM)	3.2 mg/l
NITRÓGENO TOTAL	38 mg/l
FÓSFORO TOTAL	18 mg/l
COLIFORMES FECALES	10,000 org/100ml

¿A QUIENES DARÁ SERVICIO? ---Por ejemplo: CANCÚN



Tratamiento de aguas residuales de la zona 1 (Comercial Residencial) y de la zona 2 (Habitacional), localizadas en el norte de la ciudad de Cancún, Quintana Roo.

Propósitos al tratar el agua residual

Producir agua tratada de alta calidad para:

- Cuidar y fortalecer la salud pública
- Proteger y restaurar los ecosistemas
- Contribuir al desarrollo social
- Mejorar la imagen urbana



Cuidado y fortalecimiento de la salud pública: Eliminación de microorganismos patógenos de agua y lodos

-Disposición de agua para riego de áreas verdes, campos deportivos y recreativos



Protección de ecosistemas, mediante la remoción de:

Materia orgánica (DBO), para garantizar condiciones aerobias

-Sólidos suspendidos volátiles, para obtener transparencia



-Nitrógeno y fósforo, para no propiciar el crecimiento de maleza acuática nociva



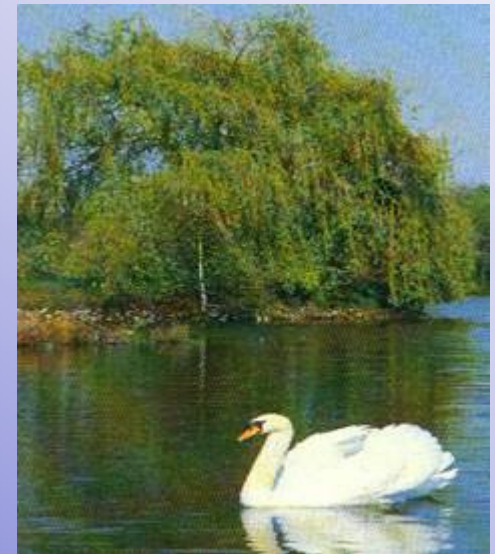
-Grasas y aceites, para permitir el paso de la luz solar

-SAAM, para no alterar la fisiología de fauna y flora



Desarrollo de ecosistemas

- Disponibilidad de agua de buena calidad para épocas de sequías
- Restablecimiento de zonas deterioradas y protección contra incendio



Contribución al desarrollo social

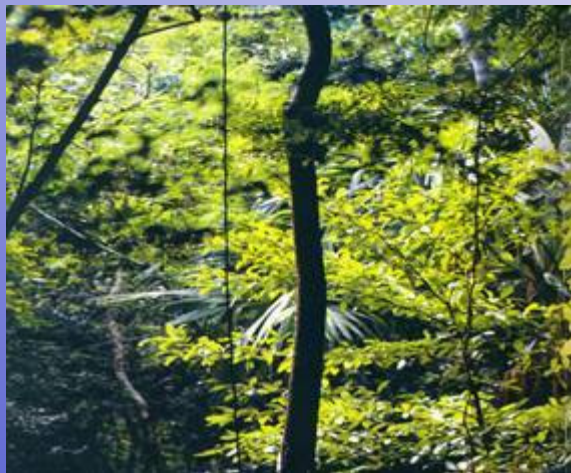
- Evita malos olores de agua residual cruda y biosólidos
- Evita zonas de proliferación de insectos y fauna nociva



- Potencial para mejorar la calidad de vida
- Brinda oportunidades de aprovechamiento de biosólidos

Contribución al desarrollo social

Disponibilidad potencial
para el uso del agua en
fines no domésticos



Silvicultura

Agricultura



Floricultura



Recreación



Mejoramiento de la imagen urbana

Proporciona recursos para el desarrollo y conservación del medio ambiente



Areas verdes para todos



CALIDAD DEL AGUA TRATADA



Se requiere superar la norma ecológica NOM-001-ECOL-1996.

Se producirá agua tratada con calidad alta calidad

CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL PARÁMETRO	PROMEDIO MENSUAL		UNIDAD
	SIN TRATAR	DESEADA	
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	220	22	mg/l
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	300	30	mg/l
GRASAS Y ACEITES	67	10	mg/l
DETERGENTES (SAAM)	3.2	1	mg/l
NITRÓGENO TOTAL	38	5	mg/l
FÓSFORO TOTAL	18	5	mg/l
COLIFORMES FECAL	10000	200	org/100ml

NORMA NOM-001-ECOL-1996. PARÁMETRO	MÁXIMO PERMISIBLE PROMEDIO MENSUAL	
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	75	mg/l
Recreación, humedales naturales		
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	75	mg/l
Recreación, humedales naturales		
GRASAS Y ACEITES	15	mg/l
Recreación, humedales naturales		
DETERGENTES (SAAM)	3	mg/l
NITRÓGENO TOTAL	15	mg/l
Vida acuática		
FÓSFORO TOTAL	5	mg/l
Vida acuática		
COLIFORMES FECAL	240	org/100ml
Reúso contacto directo		

OTRAS BONDADES DESEADAS

Sistema compacto de producción de agua tratada y biosólidos

Arreglo arquitectónico rodeados de áreas verdes y jardines acuáticos, que proporciona un bello paisaje y calidad ambiental

Zona de amortiguamiento (Áreas verdes y jardines acuáticos que asegura el bienestar de la zona aledaña).

Evitar que la planta deje de funcionar completamente.

Pueda operar con algunos procesos fuera de servicio sin afectar significativamente la eficiencia

Sistema perimetral contra incendio

27 6:06

27 6:06

Crecimiento gradual de la capacidad de tratamiento, con mayor equipamiento y poca obra civil

Baja producción de lodos orgánicos

Sistemas de aereación y equipos que no provocan problemas por ruido

Regulación másica que simplifique la operación

Recirculación de lodos del sedimentador secundario al tanque de aereación constante. Operación simple.



Bajo consumo de energía eléctrica que los procesos de lodos activados y aereación extendida.

Sistemas de medición automático de caudal y calidad de agua, que permita conocer con rapidez el funcionamiento de la planta y poder corregir oportunamente desviaciones

Demostrar algunas formas de aprovechamiento del agua tratada y biosólidos producidos

Vialidades que permiten el acceso y control en las zonas de trabajo

Alumbrado eléctrico diseñado para iluminar accesos y zonas de trabajo, evitando situaciones que propicien sombras indeseables o deslumbramientos



DIAGRAMA DE BLOQUES: SUBSISTEMAS

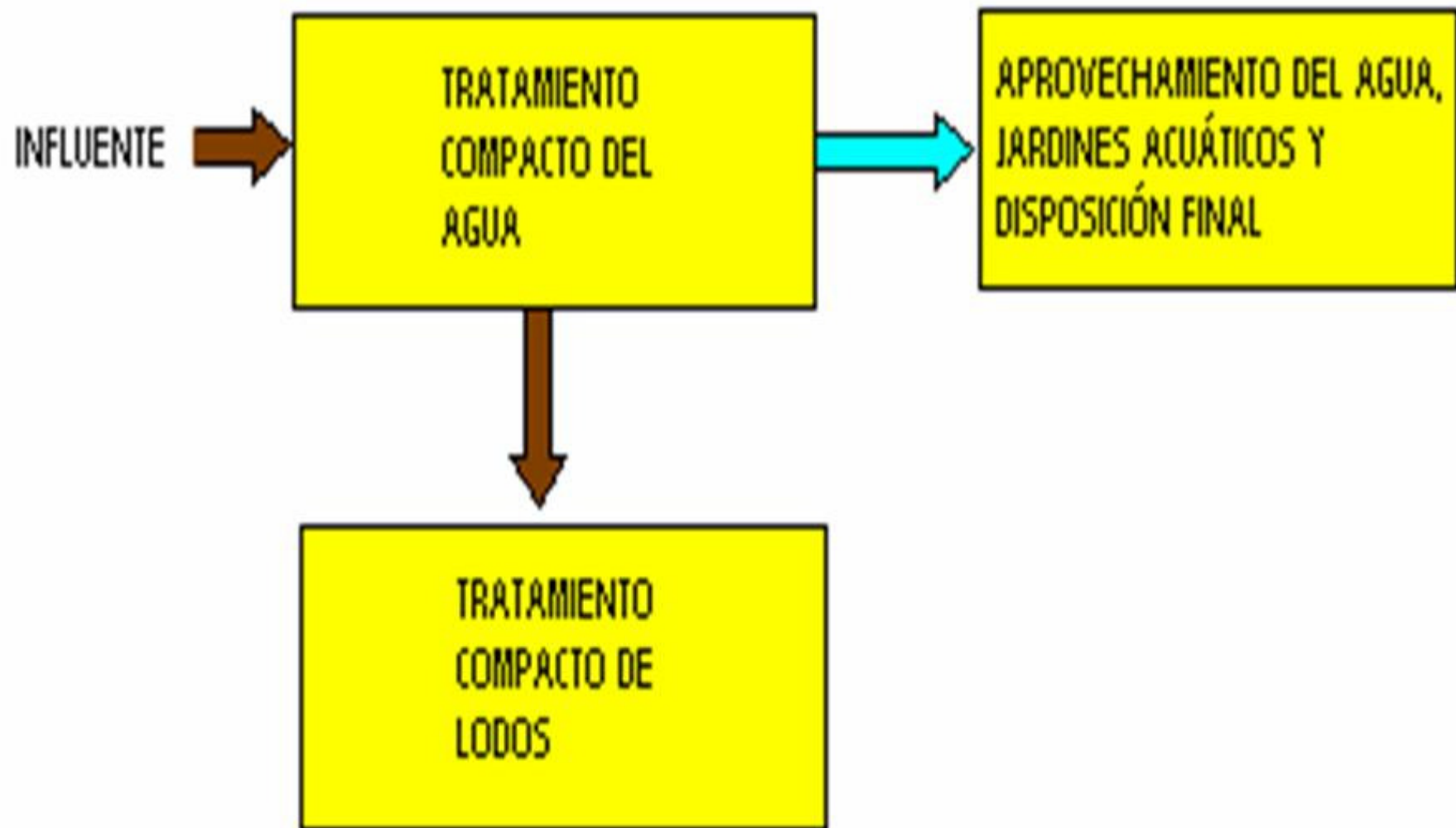


DIAGRAMA DE FLUJO DEL TRATAMIENTO DE AGUA

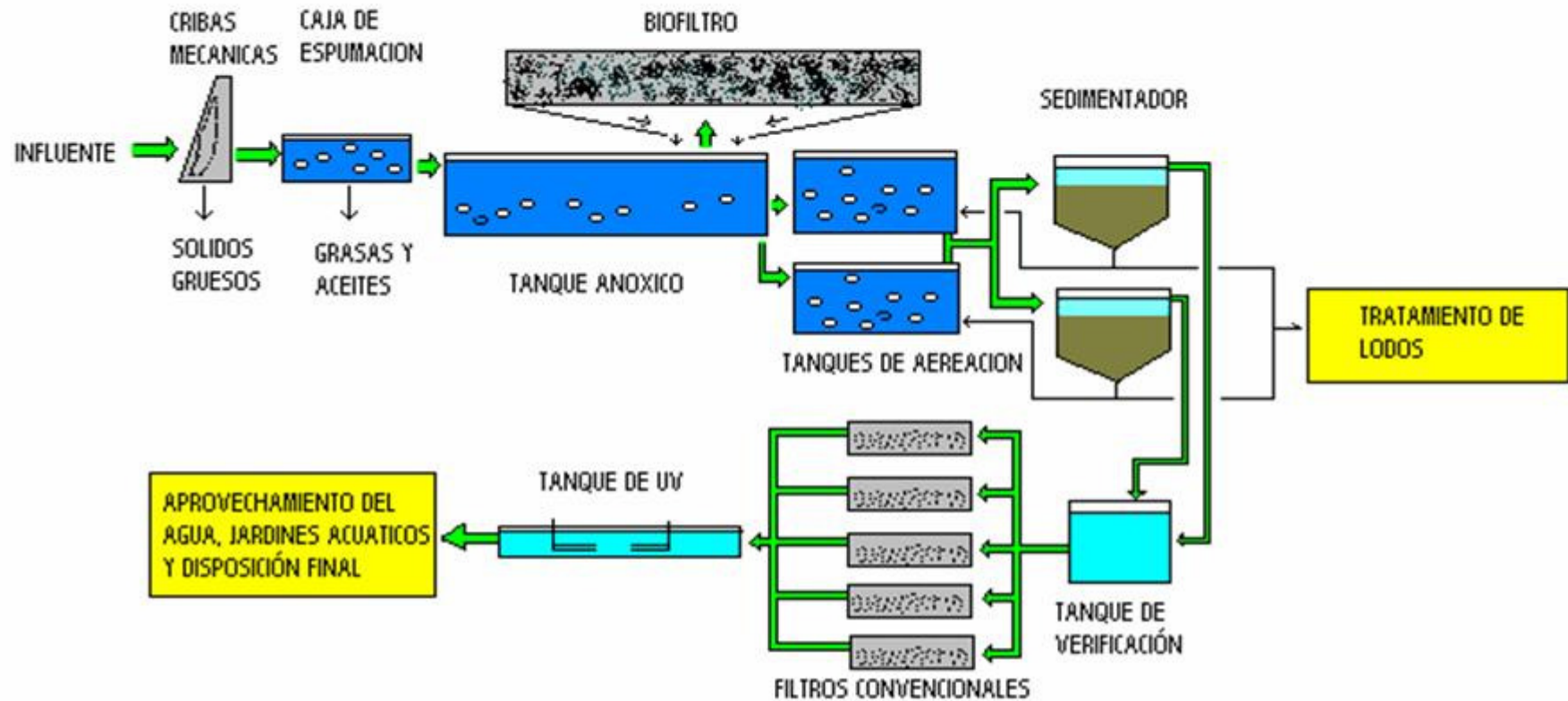


DIAGRAMA DE FLUJO DEL TRATAMIENTO DE LODOS

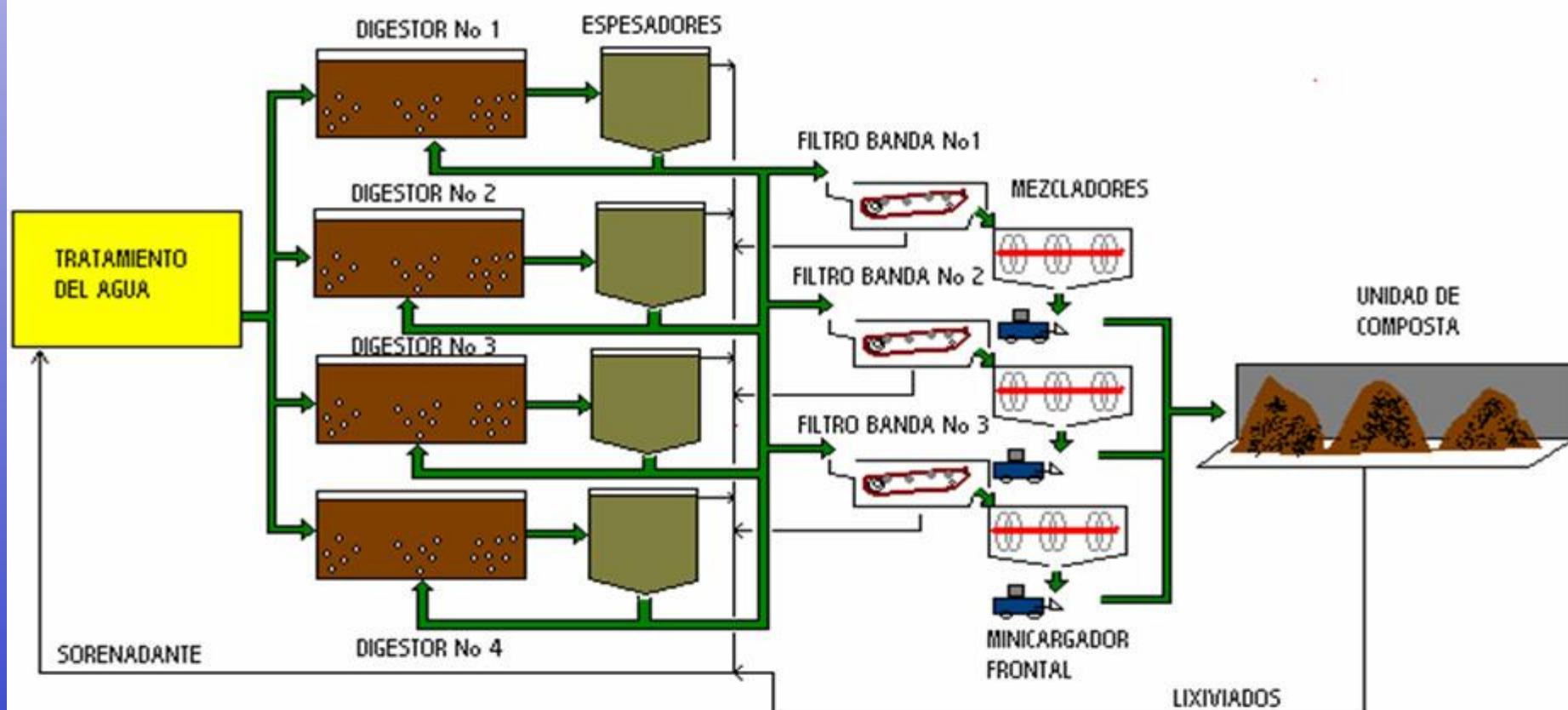
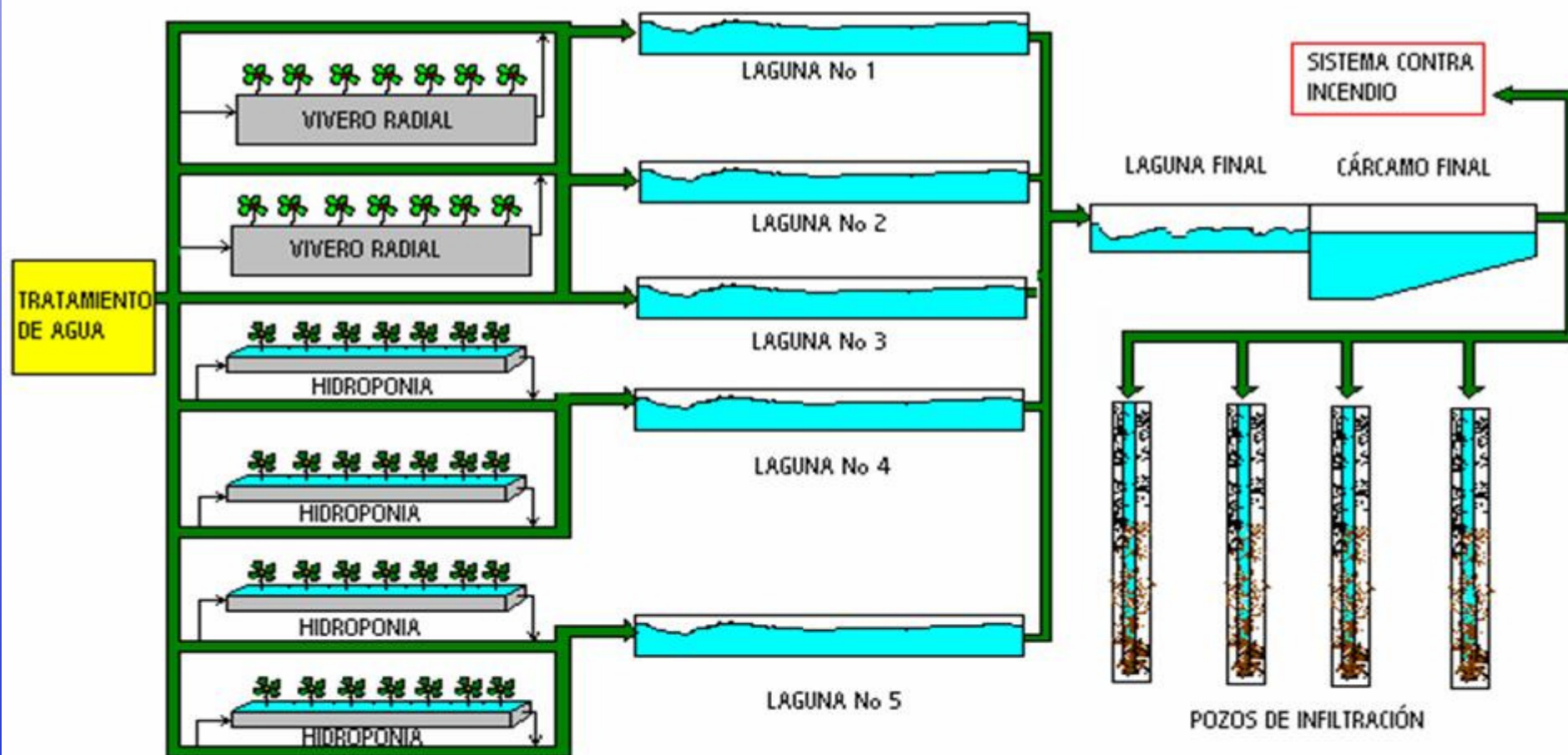
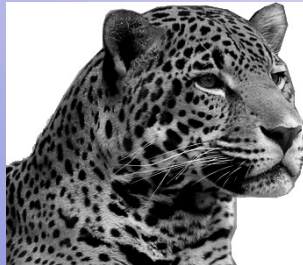


DIAGRAMA DE FLUJO DE APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y SU DISPOSICIÓN FINAL



BELLEZA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y CALIDAD DE SU AMBIENTE



PROCESOS DE TRATAMIENTO	2 Ha (25%)
ZONA DE AMORTIGUAMIENTO	6 Ha (75%)
TOTAL DE TERRENO	8 Ha



Selva perennifolia
Vegetación

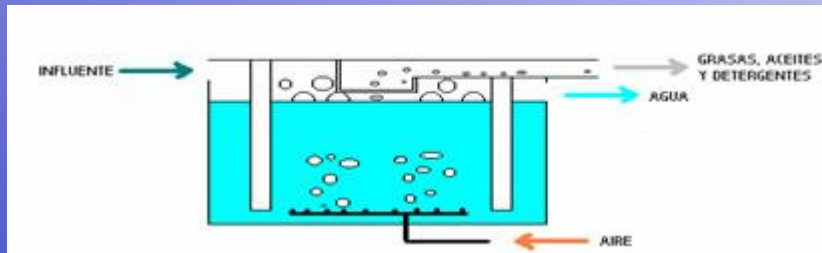
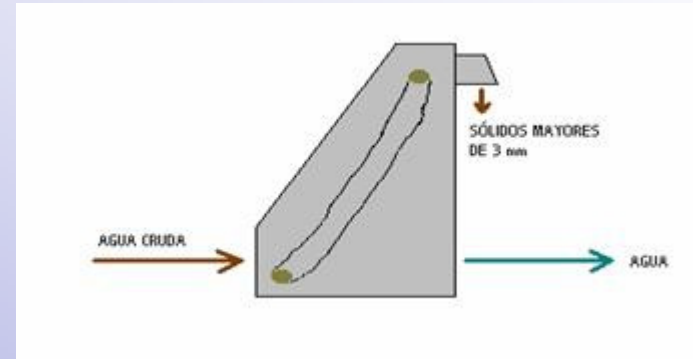
- Palmar
- Platanal
- Jardines radiales

- Viveros acuáticas
- Hidroponia
- Flora ribereña

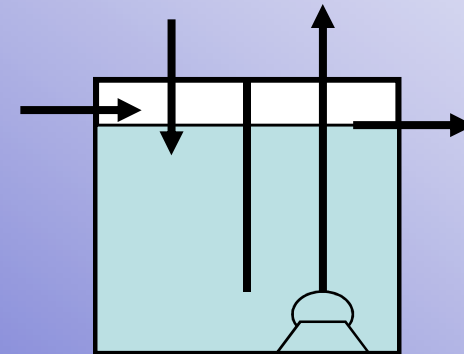
- : Ornato,
- setos y
- barreras

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS PROCESOS UNITARIOS

CRIBADO MECÁNICO: Elimina sólidos de tamaño mayor de 3 mm, mejorando las condiciones de operación en etapas subsecuentes



CAJA DE ESPUMACIÓN: Separa grasas, aceites y detergente evitando formación de espuma y nata en procesos posteriores

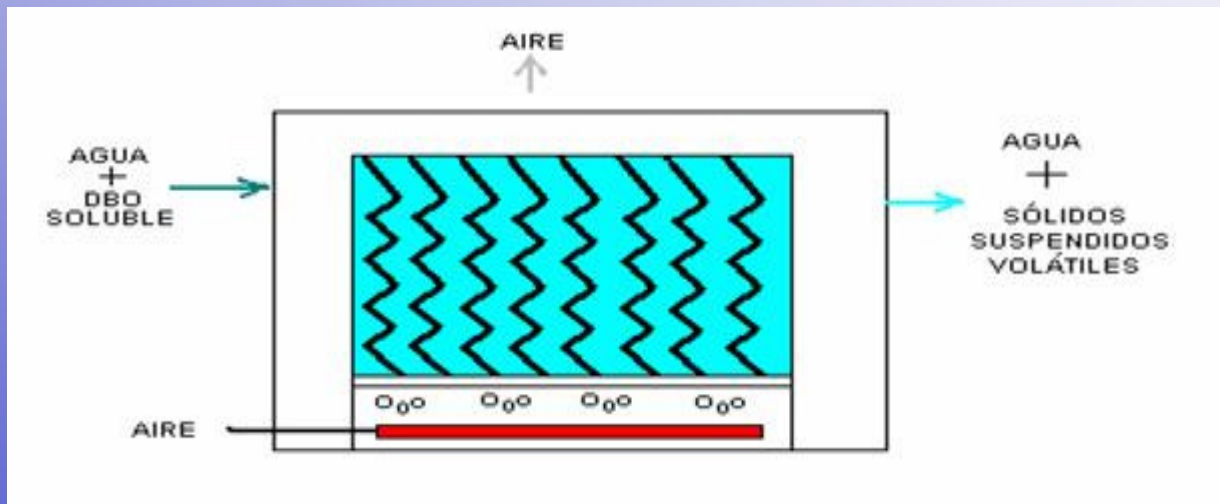


TANQUE DE REGULACIÓN MÁSCA

Actúa como regulador del gasto masa de DBO

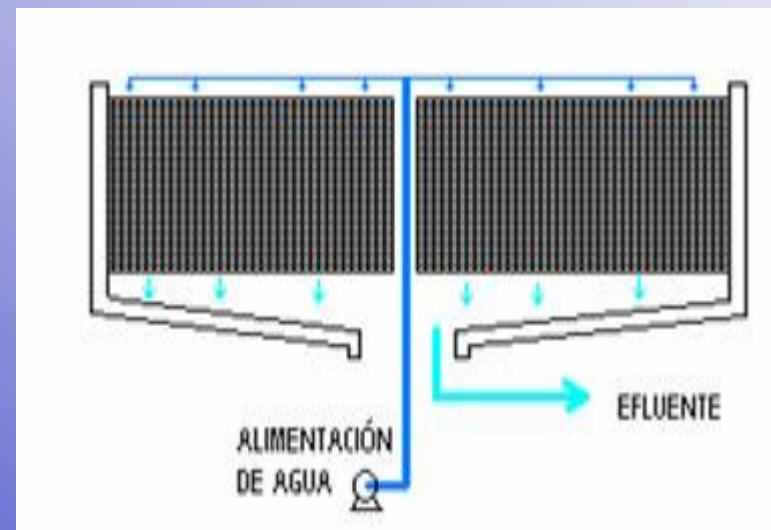
BIOPELÍCULA:

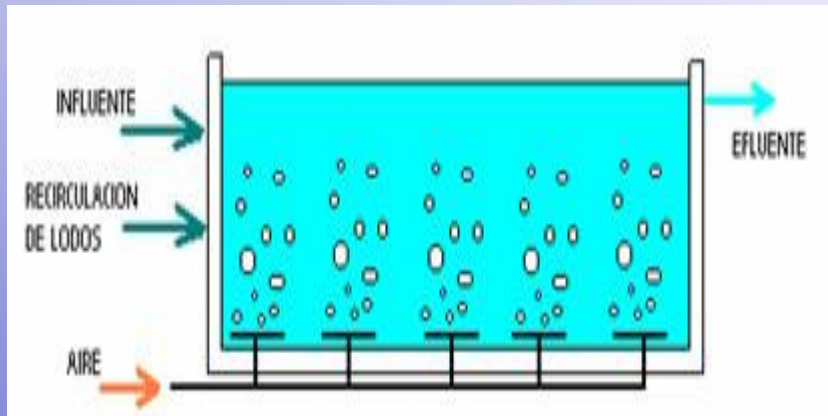
Elimina DBO disuelta. Desabaste y regulación másica



BIOFILTRO:

Elimina DBO disuelta.
Eficiencia < 75%

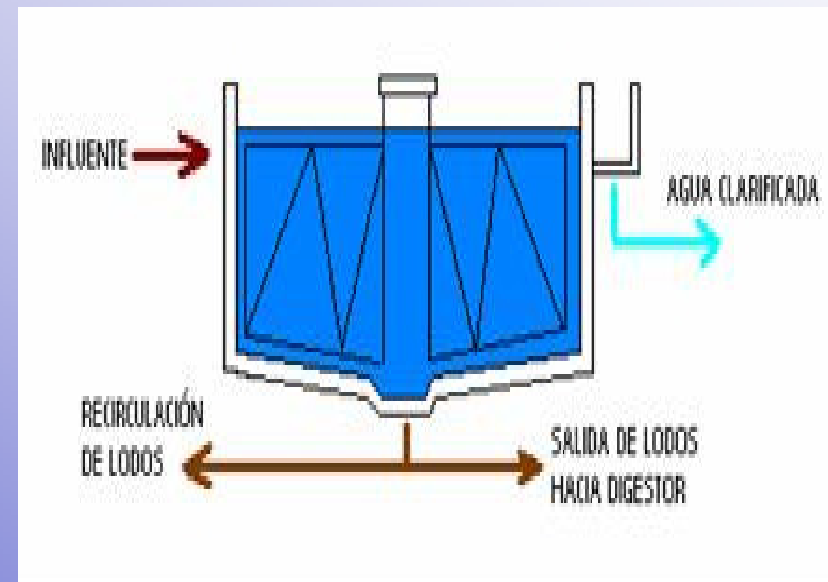




TANQUES DE AEREACIÓN:
 Elimina DBO disuelta para satisfacer una DBO en el efluente

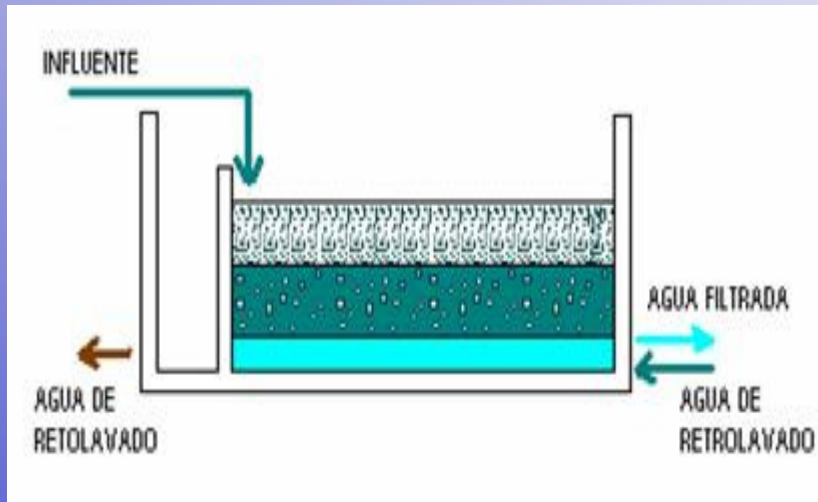
SEDIMENTADOR SECUNDARIO:

Separa los sólidos sedimentables, el agua clarificada se envía a desinfección. Una parte de los lodos se recircula a los tanques de aereación; otra parte lodos se envía a digestión y eliminación



TANQUE DE VERIFICACIÓN:

Revisa la calidad del agua clarificada, aprueba o reprocesa el agua tratada

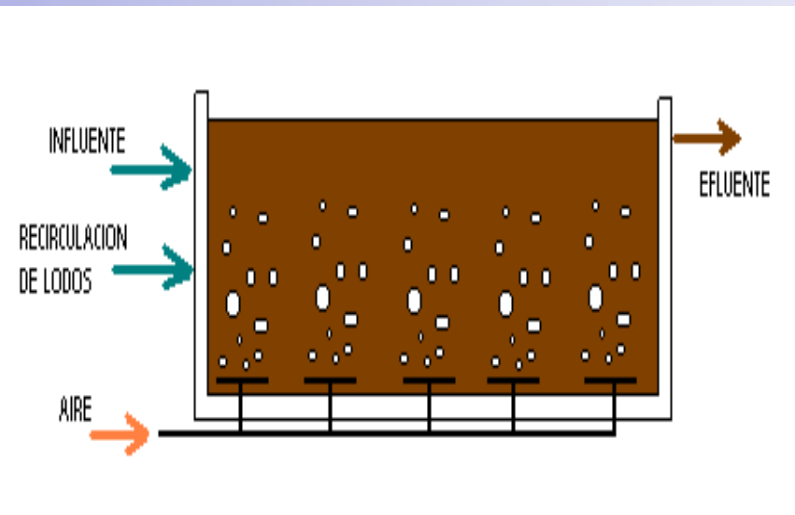


DIGESTORES:

Reducción de sólidos suspendidos volátiles y estabilización de lodos (menos microorganismos patógenos)

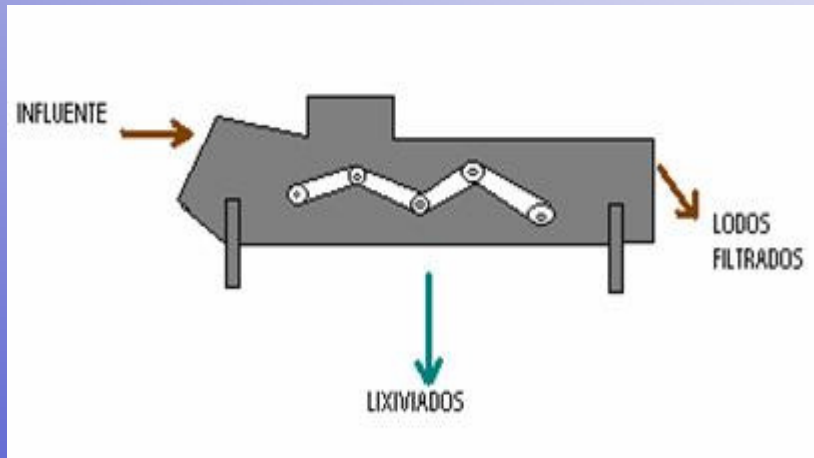
FILTROS CONVENCIONALES:

Para apoyar la retención de sólidos suspendidos.



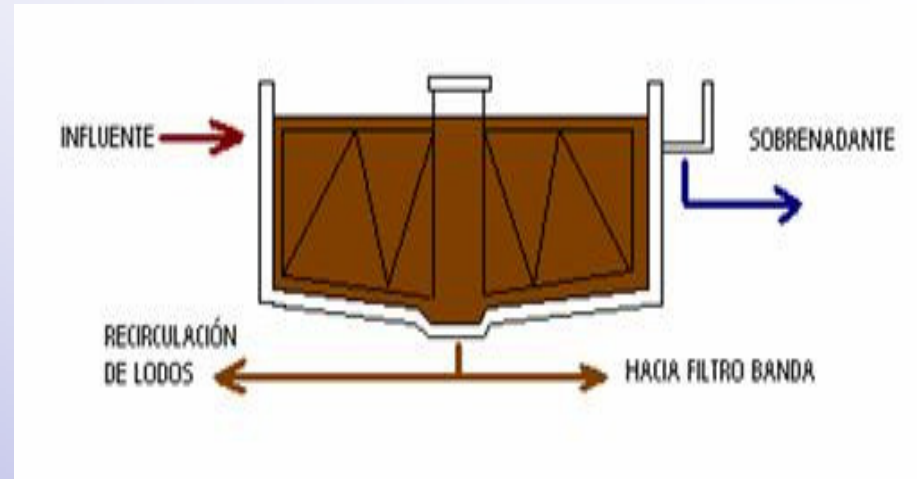
ESPEADORES:

Aumento de la concentración de lodos y la edad de lodos en digestores



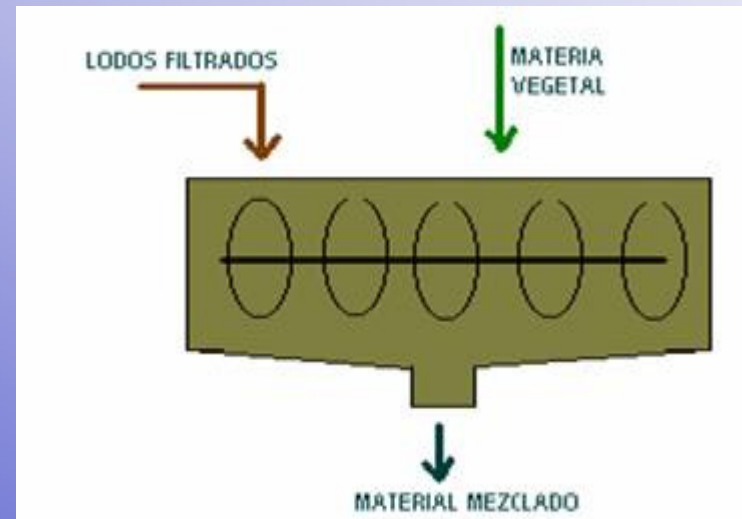
MEZCLADORES:

Mezcla apropiada de lodos y vegetal.
Mayor contacto de lodos con materia vegetal.
Obtención de material con mayor porosidad.



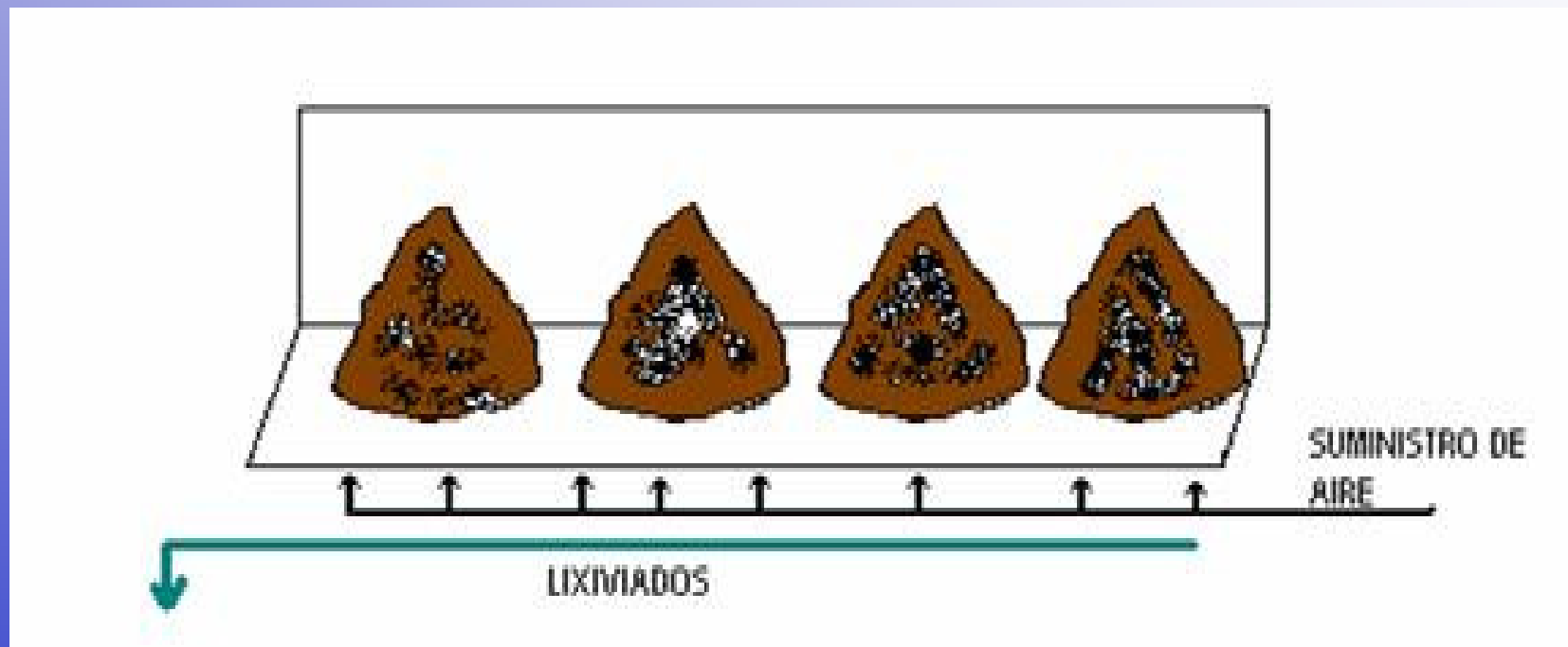
FILTROS BANDA:

Reduce el volumen de lodos por eliminación de agua

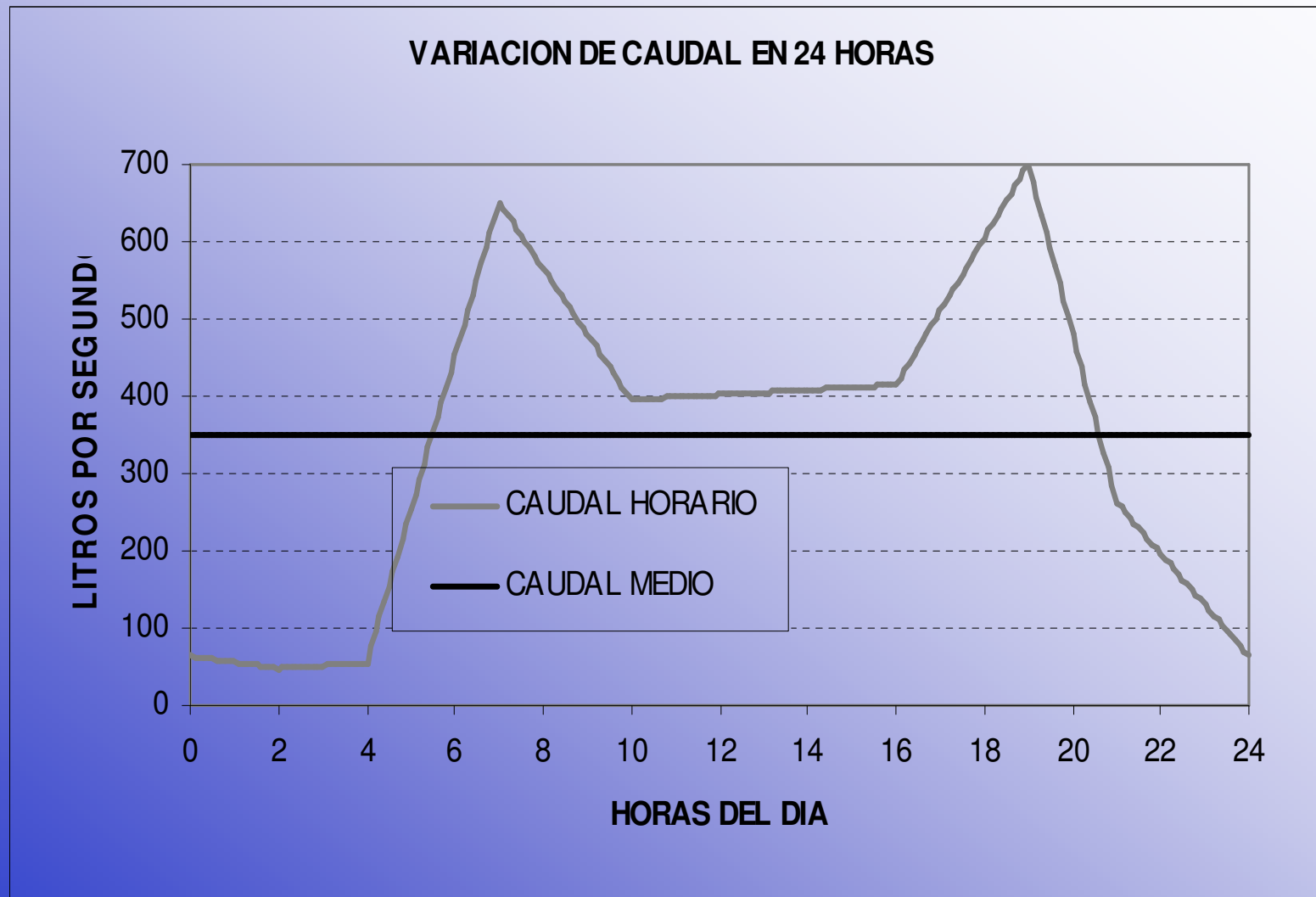


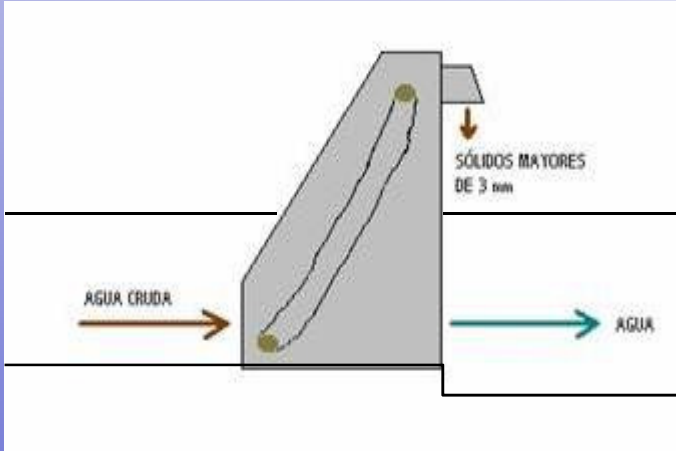
UNIDAD DE COMPOSTEO:

Se estabiliza biológicamente la materia orgánica en condiciones aerobias forzadas.
Formación de productos útiles como material vegetal para uso de suelo



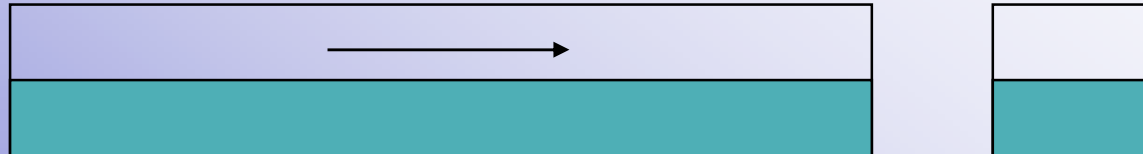
CRIBADO, BOMBEO Y REGULACIÓN



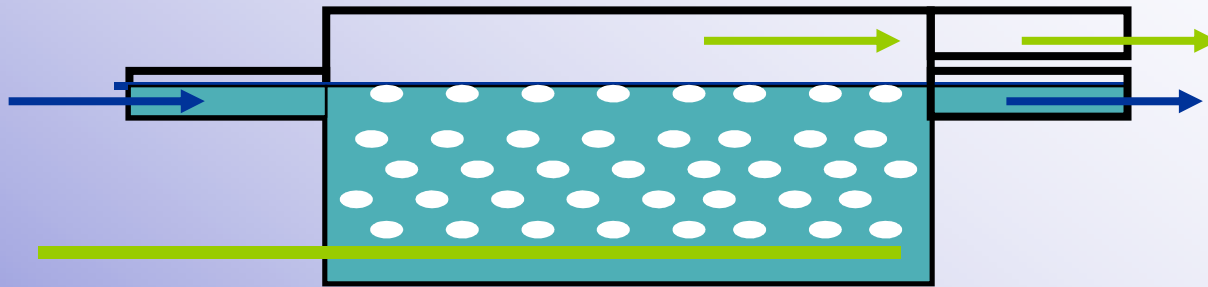


CRIBAS	Dato
CAUDAL MEDIO EN M3/S	0.70
CAUDAL MINIMO EN M3/S	0.35
POBLACION EQUIVALENTE	350,000.00
NUMERO DE HARMON	1.62
CAUDAL MAXIMO EN M3/S	1.13
CAUDAL MAX. EXTRA. EN M3/S	1.70
VEL. DE APROX. PARA Q MIN EN M/S	0.30
SECCION REQUERIDA EN M2	1.17
TIRANTE MINIMO RECOMENDADO EN M	0.29
LARGO DE SECCION REQUERIDO EN M	4.00
ANCHO DE CANAL / EQUIPO EN M	1.00
MARCA	ST.CRENN
MODELO	4C
NUMERO DE UNIDADES CALCULADO	4.00
UNIDADES SELEC. OPERANDO	4.00
TOTAL UNIDADES (1 MANTENIMIENTO)	5.00

$$V = (R^{2/3} S^{0.5}) / n \quad \text{Manning.}$$



CALCULO POR CANAL	MINIMO	MEDIO	MAX	MAX EXT
CAUDAL POR CANAL EN M3/S	0.0875	0.1750	0.2829	0.4243
ANCHO EN M	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
TIRANTE PRIMERA APROX. EN M	0.2500	0.4100	0.6860	0.2920
SECCION HIDRAULICA	0.2500	0.4100	0.6060	0.6590
PERIMETRO MOJADO	1.5000	1.8200	2.3720	1.5840
RADIO HIDRAULICO	0.1667	0.2253	0.2555	0.4160
PENDIENTE PROPUESTA	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
NUMERO DE MANNING	0.0150	0.0150	0.0150	0.0150
VELOCIDAD CALC.EN M/S	0.3497	0.4276	0.4650	0.6435
CAUDAL CALCULADO EN M3/S	0.0874	0.1753	0.2818	0.4241



CAJA DE ESPUMACIÓN

LARGO EN M	12.00
ANCHO EN M	1.50
NÚMERO DE CANALES	2
TIRANTE ÚTIL EN M	2.00
VOLUMEN ÚTIL EN M3	72.00
TIEMPO RETENCIÓN Q MIN, MINUTOS	3.43
TIEMPO RETENCIÓN Q MED, MINUTOS	1.71
TIEMPO RETENCIÓN Q MAX, MINUTOS	1.06
TIEMPO RETE. Q MAX EXT, MINUTOS	0.71

$$Tr = \frac{1}{kSo(PD/So-1)} \ln \frac{1-XaSo/PD}{1-Xa}$$

Gómez S. David

Tr Tiempo de retención en días.

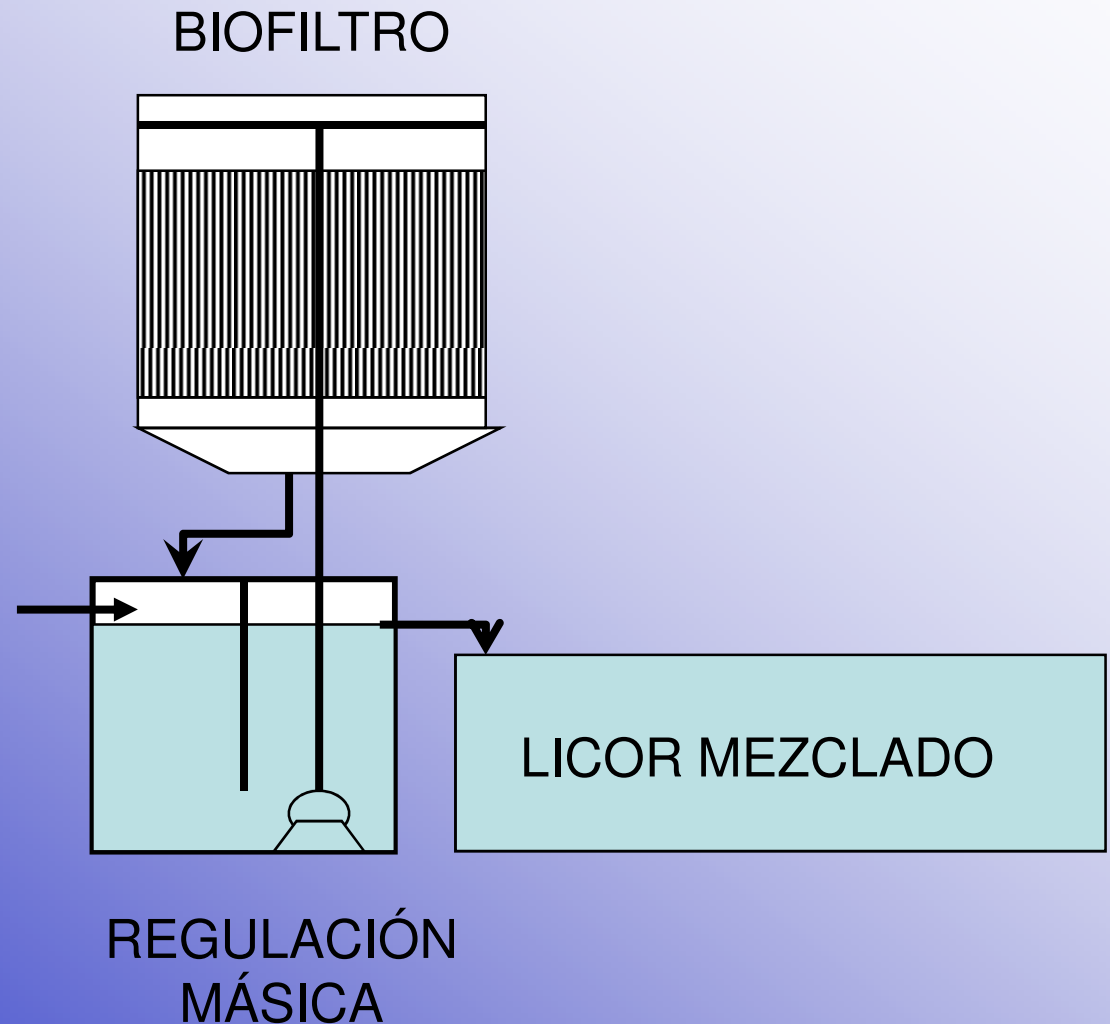
D Densidad del medio (m²/m³)

K Constante cinética. k = 0.016 d⁻¹.(mg/L)⁻¹ a 20° C

P Constante de proporcionalidad P = 2.3 mg / cm².

So Concentración inicial DBO

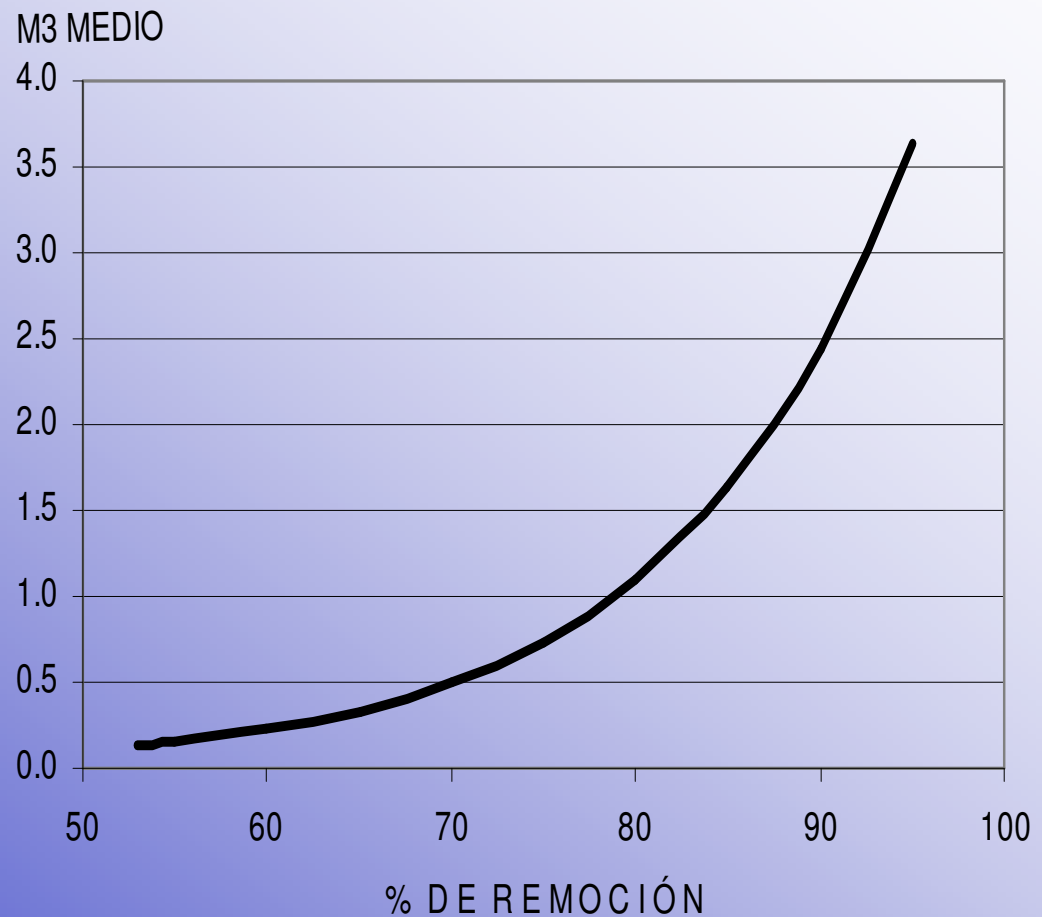
Xa Fracción de DBO convertida



CAPACIDAD DE AMORTIGUAMIENTO

POR KG DE DBO AL DIA

EFICIENCIA DE REMOCIÓN	M3 EMPAQUE POR KG/DIA
95	3.63
90	2.44
85	1.63
80	1.10
75	0.74
70	0.49
65	0.33
60	0.22
55	0.15
53	0.13



EJEMPLO LODOS ACTIVADOS

EFICIENCIA VS TIEMPO RETENCIÓN

