	SISTEMA TECNICO	MTO O5
Cooperación Técnica Alemana	SUBSISTEMA OPERACIONES	
PROCEDIMIENTO	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAGUNAS DE ESTABILIZACION	HOJA 1

# TRATAMIENTO DE DESAGÜES POR LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

# MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

Teresa Lampoglia Ingeniera Sanitaria GTZ/PROAGUA

Chiclayo 2001

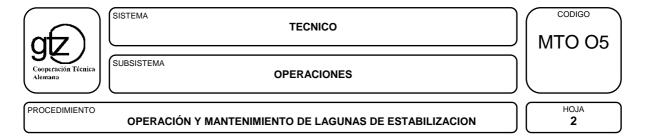




Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH

Cooperación Técnica República Federal de Alemania

۱ (		
Н	VERSION	
IJ	1	



#### 1 ANTECEDENTES

El proceso de tratamiento de desagües por lagunas de estabilización es un proceso natural, simples, y que no requiere actividades complejas de control por parte del operador. Sin embargo, si no se cumple con los requerimientos mínimos de mantenimiento del sistema, el resultado será la falla general de la operación, la completa pérdida de eficiencia y como consecuencia la contaminación ambiental y el mal uso de las inversiones realizadas.

Como el proceso es natural, depende fundamentalmente de las condiciones físicas y climatológicas locales; los análisis de control efectuados buscan monitorear el proceso y su eficiencia, orientando algunos procedimientos operativos tales como distribución de flujo, niveles, etc. El control de calidad también permite la evaluación de los parámetros de calidad requeridos para el reuso de los desagües.

Como el MANTENIMIENTO es fundamental para la operación eficiente de las lagunas, los montos requeridos para personal, mano de obra, herramientas, materiales, transporte, análisis y otros gastos regulares (baterías para linternas, material impreso, jabón, desinfectantes, medicamentos, etc.) deben ser incluidos anualmente en el presupuesto operativo. Así mismo, el resultado de la evaluación de la operación de los sistemas de tratamiento indicará los cambios a ejecutarse para obtención de mejores resultados operativos.

#### **2 USO DEL MANUAL**

Este manual es una herramienta de apoyo a la operación y mantenimiento de las lagunas de estabilización.

Se recomienda su utilización por el responsable de la operación de lagunas.

El manual contiene los procedimientos operativos básicos y debe ser complementado con los formatos para control operacional, a ser difundido a los operadores de los sistemas de tratamiento.

,			
	VERSION		
Н	1	П	
١ (		J١	



#### **3 BASE TECNICA**

## 3.1 CARACTERIZACION DE LOS DESAGÜES

El desagüe contiene gran cantidad de contaminantes, tales como materia orgánica, microorganismos, sólidos inorgánicos, nitrógeno, fósforo, metales pesados, cloruros, sulfatos, etc.

La composición del desagüe depende de su origen (desagüe doméstico, industrial, etc.).

## 3.1.1 Parámetros para la Caracterización de los Desagües

Los principales parámetros físicos, químicos y biológicos utilizados para caracterización y control de los desagües se presentan a continuación.

- temperatura: importante parámetro para control, toda vez que la actividad microbiológica depende de la temperatura; puede por lo tanto afectar no sólo los sistemas de tratamiento biológico, pero aun causar daños a la vida acuática. Los desagües industriales muchas veces presentan elevadas temperaturas.
- color: el color de los desagües depende del tipo de materia presente. Desagües domésticos frescos tienen color ceniza, mientras los desagües en estado anaeróbico son más oscuros. Otros colores indican la presencia de desagües industriales.
- olor : buen indicativo de la presencia de compuestos tóxicos en los desagües. La presencia de gas sulfídrico (olor característico de "huevo podrido") indica la ocurrencia de condiciones anaeróbicas; en este caso, puede estar presente aun el gas metano, extremadamente explosivo. El gas sulfídrico es venenoso aun a bajas concentraciones, además de corrosivo al concreto y potencialmente explosivo. La presencia de los dos indica atmósfera anaeróbica, sin oxígeno, requiriendo el establecimiento de procedimientos de seguridad.
- turbiedad : es un indicativo de la presencia de sólidos en suspensión en los desagües
- pH : es un parámetro de grande importancia; afecta los sistemas de conducción y los procesos de tratamiento. En sistemas de tratamiento biológico, el pH es fundamental, toda vez que la actividad biológica se produce satisfactoriamente en el intervalo de pH de 6,5 a 8. Los desagües domésticos presentan pH próximo a 7,0. Los desagües industriales presentan valores bastante variados de pH.
- sólidos: Los sólidos presentes en los desagües normalmente son clasificados en sólidos totales (sólidos en suspensión + sólidos disueltos), fijos o volátiles. Los sólidos volátiles representan la materia oxidable presente en los desagües. La remoción de sólidos en suspensión es uno de los parámetros para establecer la eficiencia de los sistemas de tratamiento.
- sedimentabilidad: normalmente medida en testes en "Conos Imhoff". Es un buen indicador de determinación de los sólidos en suspensión que se pueden remover por sedimentación primaria.

 . ,			
) (	VERSION	1	
Н	VERSION	П	
П	1	J I	

	SISTEMA TECNICO	MTO O5
Cooperación Técnica Alemana	SUBSISTEMA OPERACIONES	
PROCEDIMIENTO	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAGUNAS DE ESTABILIZACION	HOJA <b>4</b>

- conductividad: es un indicativo de la cantidad de sólidos disueltos en el desagüe.
   Algunos desagües industriales presentan alta conductividad, debido a la gran concentración de sólidos disueltos.
- Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días, a 20°C (DBO<sub>5</sub>): Indica la cantidad de oxígeno requerido para la estabilización biológica del desagüe. Como las reacciones biológicas varían con la temperatura y la estabilización total demora hasta 20 días, la prueba para determinación de DBO ha sido estandarizada en 20°C y 5 días (DBO<sub>5</sub>). La prueba es una indicación de la materia orgánica disponible en los desagües para reacciones biológicas en los sistemas de tratamiento de desagües y en los cuerpos receptores.
- Demanda Química de Oxígeno (DQO): Indica la cantidad de materia químicamente oxidable, en prueba estandarizada. La correlación entre DQO:DBO indica el grado de biodegradabilidad del desagüe. Para un determinado desagüe, esta relación se mantiene prácticamente constante, y puede ser utilizada para una evaluación rápida de la DBO<sub>5</sub>. Por ejemplo, para desagües domésticos crudos, esta relación está entre 1,8 2,2 ;para aguas residuales provenientes de industrias textiles, el rango es de 3-4; para efluentes de plantas de tratamiento a nivel secundario, la correlación se sitúa entre 3 y 8.
- Nitrógeno: Los desagües de origen doméstica crudos presentan nitrógeno en la forma orgánica y amoniacal, mientras que en los desagües tratados normalmente el nitrógeno se encuentra en la forma de nitritos o nitratos. Se constituye en uno de los nutrientes básicos para el desarrollo de los organismos responsables por la eutroficación de los cuerpos receptores. La concentración de nitrógeno total en desagües domésticos crudos es da orden de 20 a 80 mg/l. Un aumento de concentración de nitrógeno en los desagües puede indicar la presencia de contribución industrial.
- Fósforo: Juntamente con el nitrógeno es uno de los nutrientes esenciales al proceso biológico, y consecuentemente, uno de los elementos que contribuye a la eutroficación de los cuerpos de agua. La concentración de fósforo en desagües domésticos está al rededor de 20 mg/l.
- Aceites y Grasas: los desagües domésticos presentan cantidades de grasas de origen animal, pudiendo contener aún aceites de origen vegetal, animal (de pescado, etc.) y mineral (de petróleo), provenientes de grifos, industrias, etc. La presencia de grasas puede provocar el atoro de tuberías, provocar la formación de capas de grasa en las plantas de tratamiento, que pueden interferir con el buen funcionamiento de los sistemas. Algunos desagües industriales presentan alta concentración de aceites y grasas.
- Coliformes totales y fecales: los coliformes son organismos no patógenos, utilizados como indicadores. La concentración de coliformes totales en desagües domésticos está al rededor de 10<sup>9</sup> a 10<sup>10</sup> NMP/100 ml y 10<sup>8</sup> a 10<sup>9</sup> de coli fecales. Su determinación en laboratorio es más simple que de otros organismos patógenos, además, son más resistentes a tratamiento y desinfección y más numerosos. Con la determinación por tubos múltiples, el resultado se expresa en Número Más Probable por 100 ml (NMP/100 ml).

,			
	VERSION	1	
	1	l	
۱ (		)	



## 3.1.2 Características de los Desagües Domésticos

El desagüe predominantemente residencial típico está compuesto por cerca de 99.9 % de agua y 0.1 % de impurezas, tales como materia orgánica, sólidos inorgánicos, nitrógeno, fósforo, metales pesados, cloruros, sulfatos, microorganismos, etc.

Las contribuciones unitarias domésticas usuales son:

DBO<sub>5</sub> : 54 g/hab.dia Sólidos Suspendidos : 60 g/hab.dia Coliformes totales : 10 10 NMP/hab.d Fósforo : 1 a 6 g/hab.d Nitrógeno total : 7 a 18 g/hab.d

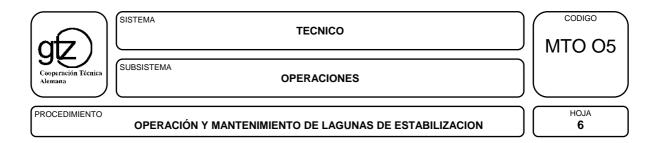
Una composición media de desagüe predominantemente residencial se presenta en el cuadro abajo (incluye desagüe residencial, pequeñas industrias comercio, etc.):

FRACCIÓN		SÓLIDOS(mg/l)		DBO <sub>5</sub> (mg/l)	DQO (mg/l)
	INORGÁNICOS	ORGÁNICOS	SUMA		
Sólidos Suspendidos Sedimentables	70	200	270	100	160
Sólidos suspendidos no sedimentables	30	70	100	50	80
Sólidos disueltos	350	280	630	150	300
TOTAL	450	550	1000	300	540

La concentración del desagüe depende:

- del consumo local de agua
- de la infiltración de aguas pluviales en la red de alcantarillado

) (	VERSION	) [	
IJ	1	Jι	



## 3.1.3 Aspectos de Salud

## 3.1.3.1 Organismos Patógenos y Riesgos a la Salud

Los principales agentes infecciosos que pueden estar presentes en el desagüe crudo se clasifican en tres grandes grupos: bacterias, parásitos (protozoarios y helmintos) y virus. El cuadro a continuación presenta los principales agentes infecciosos potencialmente presentes en el desagüe crudo.

### ORGANISMO PATOGENO

## **ENFERMEDAD**

1. PROTOZOARIOS

Entamoeba histiolytica Amebíases (disentería amebiana)

Giardia lambia Giardíases

Balantidium coli Balantisíases (disentería)
Cryptosporidium Cryptosporidiosis, diarrea, fiebre

2. HELMINTOS

Ascaris lumbricoides Ascariasis Ancylostoma duodenale Ancislostomiasis Necator americanus **Necatoriasis** Ancylostoma spp. Larva cutánea Strongloides stercoralis Strongiloidiases Trichuris trichiura Tricuriasis Taenisíases Taenia spp. Enterobius vermicularis Enterobiasis Echinococcus granulosus spp. Hidatidoses

3.BACTERIAS

Shiguella spp. (4) Shiguelosis (disentería)

Salmonela thyphi Fiebre tifoidea
Salmonella (1700 serótipos) Salmonelosis
Vibrio Cholerae Cólera

Escherichia coli Gastroenteritis
Yesinia enterocolítica Iersiniosis
Leptospira spp Leptospirosis

Legionella Enfermedad legionaria

Campylobacter jejune Gastroenteritis

4. VIRUS

Enterovirus (72 tipos) Gastroenteritis, anomalías de corazón, meningitis,

(polio,echo,coxsackie,novos enterovirus) otros

Virus Hepatite tipo A Hepatitis infecciosa

Adenovirus (47 tipos) Enfermedades respiratorias, infecciones de los

ojos

Rotavirus (4 tipos)

Parvovirus (3 tipos)

Agente Norwalk

Reovirus (3 tipos)

Gastroenteritis

Diarrea, vómito, fiebre

no claramente establecido

Astrovirus (5 tipos)
Calicivirus (2 tipos)
Coronavirus
Gastroenteritis
Gastroenteritis
Gastroenteritis

Fuente: Guidelines for Water Reuse - EPA / USAID



#### 3.1.3.2 Bacterias

#### Salmonela

El tipo patógeno más común presente en el desagüe es el género Salmonella.

Las tres formas distintas de salmonelosis en los seres humanos son: fiebre entérica, septicemias y gastroenteritis aguda.

La forma más severa es la fiebre tifoidea, causada por la Salmonella typhi. Así mismo, la gastroenteritis aguda es la forma más común como se encuentra la salmonela. Más de 1500 tipos diferentes fueran identificados.

## Shiguella

Es un género de bacteria menos común en el desagüe, y causa una enfermedad intestinal conocida como disentería bacilar o shiguelosis.

El tiempo de vida de la Shiguella en el desagüe es bajo, y la transmisión parece ocurrir más entre el contacto de personas. Sin embargo, Shigella es la principal causa de surtos en aguas de recreación en lagos y ríos.

#### Vibrio Cholerae

Importantes brotes de esta enfermedad ocurrieran recientemente. La forma más frecuente de transmisión es a través del agua.

#### Coliformes

Son organismos no patógenos, utilizados como indicadores. Su determinación en laboratorio es más simple que la de otros organismos patógenos, así mismo, son más resistentes a tratamiento y desinfección y más numerosos.

Las determinaciones de coliformes no son adecuadas para predecir la presencia o la concentración de virus patógenos, protozoarios o helmintos.

## 3.1.3.3 Protozoarios

## • Entamoeba histiolítica

Es el parásito más importante, responsable por la disentería amebiana o por la hepatitis amebiana. La ameba se encuentra en el desagüe en forma de quistes, que son expelidos por el organismo humano infectado. Los quistes, entrando en uno huésped susceptible, a través de la comida o agua contaminada, germinan en el estómago y puede iniciar una infección.

#### Otros protozoarios

		١	
	VERSION	l	
	1	J	



Algunas ocurrencias de enfermedades por transmisión hídrica fueron vinculadas a los protozoarios Giardia lambia o Criptosporidium.

La Giardia lambia es responsable por la giardíasis, que se caracteriza por perturbación gastrointestinal, diarrea y incomodidad general. La infección es causada por la ingestión del quiste.

El Cryptosporidium también causa diarrea y la infección también es causada por el quiste.

#### 3.1.3.4 Helmintos

Los helmintos más importantes que se encuentran en el desagüe son los vermes intestinales, como Ascaris lumbricoides, Taenia saginata, Taenia solium, y otros.

Algunos helmintos tienen un ciclo de vida complejo, incluyendo etapas en hospederos intermediarios.

La etapa infecciosa puede ser la larva o el organismo adulto para algunas especies, y los huevos, en otras.

Los huevos de helmintos y las larvas son bastante resistentes, soportando hasta la desinfección.

Los huevos son removidos eficientemente en los sistemas de tratamiento, en procesos como sedimentación, filtración y lagunas de estabilización.

## 3.1.3.5 Virus

Más de 100 virus entéricos diferentes capaces de producir infecciones o enfermedades pueden estar presentes en las heces humanas. Los virus entéricos son aquellos que se multiplican en el intestino y son liberados por las heces de las personas infectadas.

#### 3.2 TRATAMIENTO DE DESAGÜES

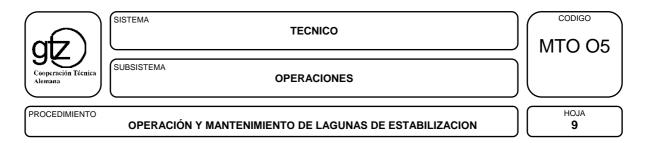
## 3.2.1 Objetivo

El objetivo del tratamiento de desagües es remover las impurezas presentes hasta un grado adecuado a su disposición final o reuso.

La disposición final de los desagües puede ser hecha de varias maneras, tales como en el mar, en ríos, en lagunas, quebradas o en el suelo. Pueden además ser reusados, en irrigación, principalmente.

En el caso de disposición final de los desagües en cuerpos de agua (ríos, lagunas, mar, etc.), el grado de tratamiento es establecido de forma a evitar la degradación de la calidad del cuerpo receptor.

 . ,			
) (	VERSION	1	
Н	VERSION	П	
П	1	J I	



En caso de reuso en agricultura, el grado de tratamiento es definido de forma a obtener un efluente con estándares de calidad adecuado al uso final previsto. Algunos usos, como irrigación de culturas, requieren un grado de tratamiento más elevado que otros, tales como el uso para irrigación de pastizales. Además, un otro objetivo de la atención a los estándares de calidad es evitar posibles riesgos de contaminación de las personas arrolladas en la manipulación del efluente reusado.

#### 3.2.2 Tratamiento Preliminar

El objetivo del tratamiento preliminar es remover del desagüe a ser tratado, materias que puedan causar problemas a las unidades subsecuentes y sus equipos. Estos materiales removidos incluyen sólidos de gran tamaño (tablas, ramas, plásticos, latas, etc.), material flotante de grandes dimensiones, arena, etc. El tratamiento preliminar incluye unidades como rejillas y desarenadores.

## 3.2.2.1 Rejillas

La instalación de rejillas tiene como objetivo remover los sólidos gruesos que puedan damnificar las unidades siguientes, tales como válvulas, equipos mecánicos, etc.

Las rejas son normalmente de barras paralelas, verticales o inclinadas.

Las rejas de limpieza manual normalmente tiene un ángulo de asentamiento de 30° a 45° con la horizontal, para facilitar la limpieza. El material removido es generalmente colocado sobre placas perforadas, para remoción de humedad, antes de ser removido para disposición final (enterrados).

Las rejas deben ser dimensionadas para una velocidad entre barras variando de 0,4 hasta 1 m/s.

### Cantidad y Características del Material Removido

Para cada desagüe, la cantidad de material removido depende del espacio entre rejas.

Experiencia brasileña:

espacio 25 mm : 10 g/m³ desagüe

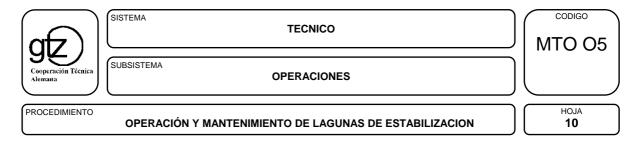
espacio 10 mm : 30 g/m³ desagüe

peso específico del material removido : ~ 1t/m<sup>3</sup>

## 3.2.2.2. Desarenadores

Los desarenadores son utilizados para remoción de arena. Se utiliza para remoción de partículas de diámetro >= 0,2 mm y peso específico 2,65 t/m³.

` '			
11	VERSION		
Ш	1	П	
ノし		) '	



Se debe prever por lo menos dos unidades instaladas (una reserva).

En los desarenadores tipo canal (gravedad) se debe prever un volumen para acumulación de arena en el fondo del canal (altura mínima de 0,2 m).

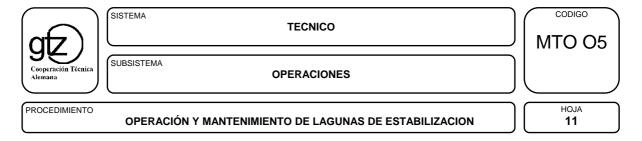
#### 3.2.3 Medición de Caudal

El conocimiento del caudal en las plantas de tratamiento es muy importante para la evaluación de las condiciones operacionales del sistema. Los datos de caudal, juntamente con los resultados de los análisis de laboratorio, sirven para elaborar un balance de masa, para la evaluación del funcionamiento del sistema de tratamiento.

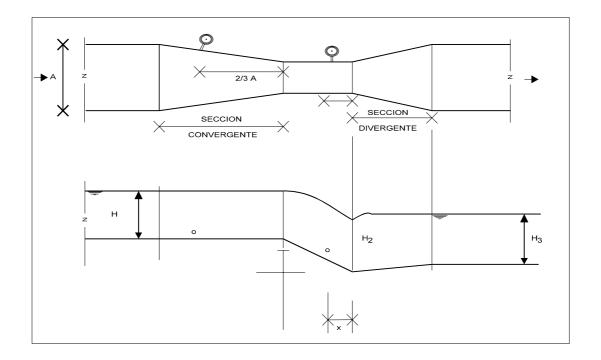
En lagunas de estabilización, la medición debe efectuarse en el ingreso y en la salida de las lagunas.

Existen varios métodos y dispositivos para la medición de caudal. En sistemas de tratamiento por lagunas de estabilización, los dispositivos más comunes utilizados son los canales Parshall y los vertederos.

۱ (		)	
Н	VERSION	l	
IJ	1		



### 3.2.3.1 Medidor Parshall



FORMULACION :  $Q = K.W.H^n$ 

Donde:

Q = caudal  $(m^3/s)$ 

W = anchura de la garganta (m)

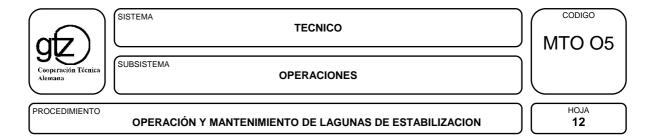
H = carga en la sección convergente (m)

TABLA DE VALORES DE LOS COEFICIENTES "K" y "n" :

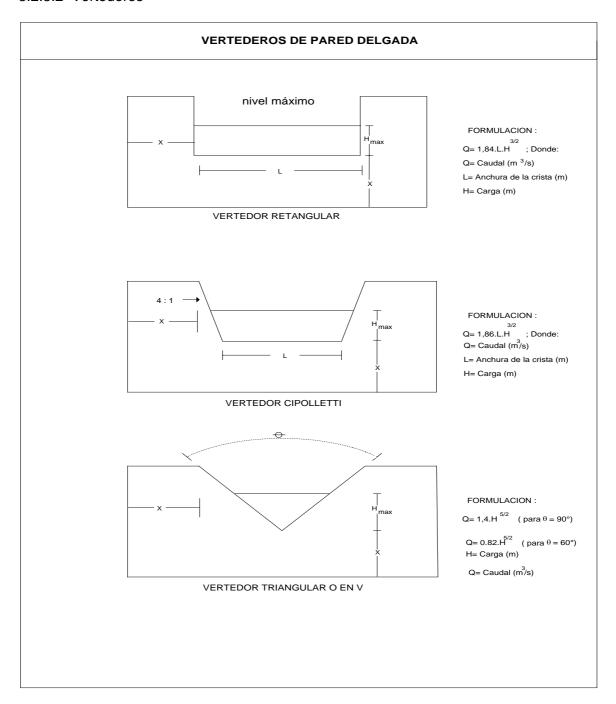
W(m)	n	k
0.15	1.580	0.381
0.23	1.530	0.535
0.30	1.522	0.690
0.46	1.538	1.054
0.61	1.550	1.426
0.92	1.566	2.182

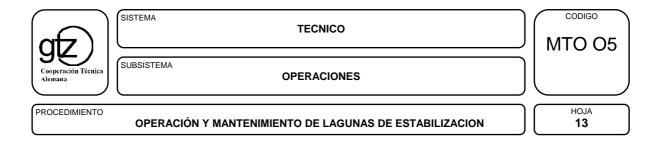
## Observación:

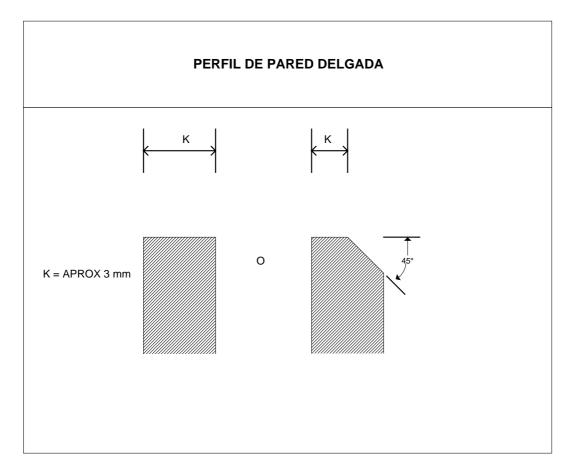
El ancho de la garganta es el tamaño nominal del Parshall y las demás dimensiones dependen de este valor. Se debe verificar si el medidor presenta flujo libre aguas abajo para poder aplicar la fórmula indicada.



## 3.2.3.2 Vertederos



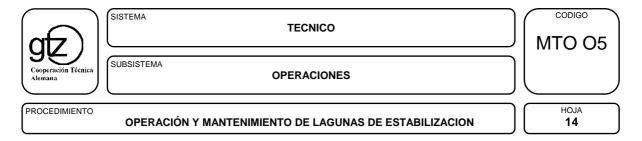




## Observaciones:

Los coeficientes de caudal (1,84; 1,86; 1,4) varían en función del vertedero; los valores de L y X son datos en función de H  $_{max}$ , que es la altura máxima de la lámina de agua en metros descontando el borde libre, esto es: L es por lo menos  $3H_{max}$ ; X es por lo menos  $2H_{max}$ .

Los vertederos de pared delgada se diferencian de los de pared gruesa por el espesor de la pared. Si esto fuera así, que el paralelismo de los filetes sea observado en la solera, el vertedero será llamado de pared gruesa.



## **4 LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN**

Las lagunas de estabilización son sistemas de tratamiento biológico donde la estabilización de la materia orgánica es realizada por bacterias.

Las mayores ventajas del sistema son su extremada simplicidad operacional, aliada al bajo costo de implantación, cuando comparado con otros procesos de tratamiento de desagües.

Las mayores desventajas son las elevadas extensiones de tierra necesarias para la implantación, la alta sensibilidad del sistema a las condiciones climáticas, y la imposibilidad de introducción de modificaciones en las condiciones operacionales corrientes.

Las lagunas de estabilización pueden ser anaeróbicas, facultativas, aeróbicas, aieradas o de maduración.

En las *lagunas anaeróbicas* predominan los procesos anaeróbicos, siendo el grado de tratamiento obtenido equivalente al tratamiento primario.

Las *lagunas facultativas* son lagunas de baja profundidad, anaeróbicas al fondo y aeróbicas en la parte superior. Las condiciones aeróbicas, se consiguen gracias al oxígeno generado por las algas presentes en la laguna.

En las *lagunas aireadas*, el oxígeno es introducido por medio de equipos mecánicos de aireación. Siempre siguen lagunas de sedimentación a las lagunas aireadas.

Las *lagunas de maduración* son utilizadas para reducción de organismos patógenos. El efecto bactericida en las lagunas facultativas es debido a:

- decaimiento natural
- radiación ultravioleta
- temperaturas elevadas
- baja disponibilidad de alimentos y nutrientes
- alto pH

Las lagunas de maduración son diseñadas para un período de retención entre 3 y 10 días por laguna. Su profundidad típica está entre 1,0 y 1,5 m.

Las lagunas de estabilización presentan las siguientes ventajas sobre otros procesos:

- mayor remoción de microorganismos
- no necesita de operadores calificados
- bajo costo de operación (energía, mantenimiento, productos químicos)
- costo de inversión bajo, cuando hay áreas disponibles a bajo costo

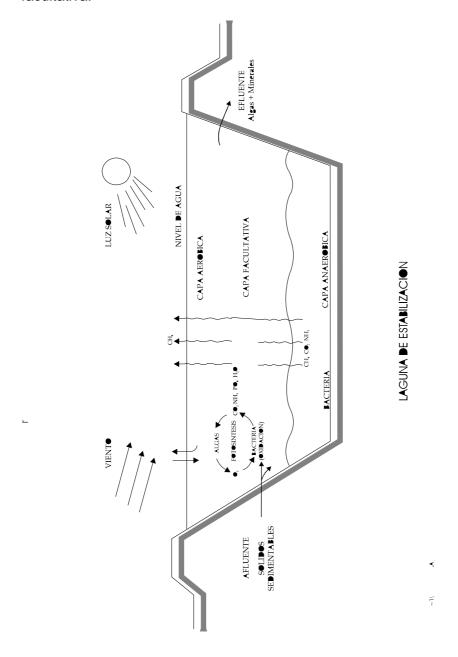
) (	VEDOLON	)	
Н	VERSION	П	
Н	1	П	
, (		, '	



## LAGUNAS FACULTATIVAS

# 1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

La figura a continuación muestra el principio básico de funcionamiento de una laguna facultativa.



VERSION 1



En el funcionamiento de una laguna facultativa, participan activamente las algas, microorganismos anaeróbicos (que no utilizan oxígeno), aeróbicos (que sólo pueden sobrevivir con la presencia de oxígeno) y facultativos (que pueden o no utilizar oxígeno).

La materia orgánica presente en el desagüe que ingresa a la laguna en la forma de sólidos sedimentables se deposita en el fondo, formando una capa que sufrirá degradación por microorganismos anaeróbicos, con producción de gas carbónico (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y agua.

Las algas, durante el día, consumen el gas carbónico producido por los microorganismos presentes en la laguna, conjuntamente con la energía de la luz solar y el agua, para producción de nuevas algas, liberando oxígeno (proceso de fotosíntesis). Durante la noche, cuando no hay producción de oxígeno, la concentración de oxígeno disuelto disminuye debido a su consumo en el proceso de respiración. Cuando este consumo es muy alto, la laguna puede tornarse anaeróbica.

Así mismo, los microorganismos facultativos que se desarrollan en el interior de la laguna degradarán principalmente materia coloidal y disuelta, utilizándose de parte del oxígeno producido por las algas. El oxígeno producido por las algas también es consumido por microcrustáceos, larvas, protozoarios, y otros microorganismos.

Debido a la presencia de algas, el efluente de las camadas superiores de una laguna facultativa normalmente presenta color verde intenso y alta concentración de oxígeno. También contiene gran cantidad de otros organismos, como microcrustáceos, bacterias y rotíferos. Prácticamente no existe sólidos en suspensión que sedimentarán.

Las lagunas que reciben desagües crudos son conocidas como "lagunas primarias"; las que reciben desagüe que pasó por tratamiento primario, o el efluente de las lagunas primarias, son conocidas como "lagunas secundarias". Las lagunas que reciben el efluente de tratamiento secundario (a través de lagunas o otros procesos) son generalmente llamadas "lagunas de maduración" y su finalidad específica es reducir la cantidad de microorganismos presentes en el efluente secundario.

Las lagunas facultativas normalmente tienen profundidad entre 1,2 e 1,5 m de agua. Se debe prever una altura adicional para el almacenamiento del lodo.

## 2 FACTORES QUE INFLUENCIAN EL TRATAMIENTO EN LAGUNAS FACULTATIVAS

Los factores que afectan la operación de las lagunas son:

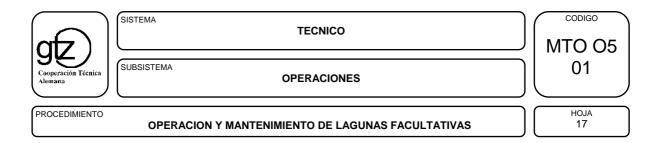
- N	latura	ales:
-----	--------	-------

acción del viento temperatura lluvia radiación solar evaporación (aumento de salinidad) infiltración

_	,		٠				
-	ı	c	ı	C	$\hat{}$	c	•

área de superficie profundidad

۱ (		۱ (	(
Н	VERSION	П	
Н	1	П	
' (		,	



#### Químicos:

pH :problemas con descargas industriales compuestos tóxicos (desagües industriales) Oxígeno

## Factores Naturales

#### Viento

El viento es un factor de gran importancia en el funcionamiento de la laguna, toda vez que auxilia la mezcla del contenido de la laguna (oxígeno, desagüe, microorganismos, etc.).

Se recomienda que las lagunas de estabilización sean construidas preferentemente con el sentido de los vientos a lo largo de su eje.

Para evitar posibles reclamos de la población en cuanto a malos olores se debe evitar la construcción de lagunas donde la dirección de los vientos preferenciales coincida con el área urbana.

Cuando los vientos son muy fuertes, pueden generar olas y provocar la erosión de los taludes, si no están debidamente protegidos.

#### Temperatura

La temperatura afecta las reacciones físicas, químicas y biológicas que ocurren en una laguna de estabilización. El metabolismo de los microorganismos se acelera con el aumento de la temperatura, y se retarda con su disminución. Cuando la temperatura disminuye cerca de 10°C, la actividad microbiana decrece cerca de 57 %. Arriba de 35°C, la tasa de fotosíntesis disminuye rápidamente, y es casi despreciable a temperaturas superiores a los 45 °C.

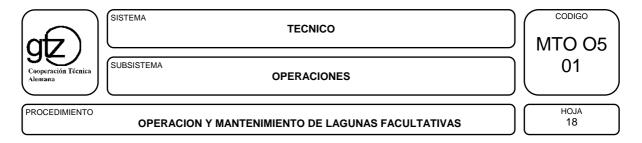
La temperatura afecta también la concentración de oxígeno disuelto en la laguna. A altas temperaturas, la solubilidad del oxígeno disminuye, y hay una tendencia de su liberación parcial para la atmósfera en situaciones de supersaturación del agua.

El crecimiento excesivo de las algas con las temperaturas muy elevadas provocará un la formación de una espesa camada verde en la superficie; esa camada impedirá el pase de la luz para las camadas inferiores, reduciendo todavía más la producción de oxígeno. En estos casos se recomienda remover parte de la materia flotante y restaurar la transparencia del agua y la fotosíntesis.

También la alta temperatura estimula el crecimiento de algas verde-azules (*Cyanoficeae*), sustituyendo parte de las algas verdes (*Chlorofieceae*), más eficientes, lo que puede resultar en el aparecimiento de condiciones anaeróbicas, en aumento de la turbiedad del efluente y generación de olores.

Las variaciones l	bruscas de la ter	nperatura tambi	ién son perjudi	iciales a su fur	ncionamiento:
un aumento súbi	ito de la tempera	atura puede pro	vocar una ace	eleración en el	metabolismo

	VERSION 1	
--	-----------	--



de las bacterias, que pasan a consumir más oxígeno, reflejando en una disminución de la eficiencia de la laguna.

Por otro lado, la disminución brusca de la temperatura provoca una reducción en la actividad de las algas; como consecuencia, parte de las algas se sedimentará en el fondo de la laguna y se notará una reducción en el color verde de la laguna y la reducción de su eficiencia.

#### Lluvia

La lluvia puede interferir en el funcionamiento de la laguna debido a que:

- se reduce el tiempo de retención en la laguna;
- en lagunas poco profundas, se diluye el contenido de la laguna, disminuyendo la disponibilidad de alimento para los microorganismos;
- en días muy calurosos, la lluvia provoca el enfriamiento de la superficie de la laguna, causando inversión de las camadas y la flotación del lodo del fondo, anaeróbico;
- la turbulencia provocada por la lluvia puede aumentar el oxígeno disuelto en la laguna.
- la lluvia arrastra gran cantidad de arena para las lagunas y diluye el desagüe afluente.

#### Irradiación solar

La intensidad de la radiación solar es indirectamente responsable por la generación de oxígeno a través del proceso de fotosíntesis de las algas.

En caso de baja irradiación solar, esta es el factor limitante en la producción de oxígeno; para alta irradiación solar, la temperatura es el factor limitante.

## • Evaporación e Infiltración

La alta evaporación puede causar un aumento en la concentración de sólidos en el interior de la laguna y una reducción en la altura de agua de la laguna, afectando su operación. El aumento de lo sólidos (salinidad) puede perjudicar los microorganismos presentes. La disminución de la altura de agua puede provocar la aparición de vegetación en el interior de la laguna, causando problemas operacionales.

La evaporación combinada con la infiltración determina la reducción del caudal y la presencia o no de efluente en las lagunas de estabilización. Lagunas construidas en solos permeables deben tener revestimiento impermeable del fondo para reducir la infiltración. Este procedimiento también es necesario para protección de la napa freática de la contaminación.

## Factores Físicos

## Area superficial

lί		)	`
Н	VERSION	П	
Н	1	П	
, (		,	



El área de la superficie de la laguna generalmente se determina basada en la carga orgánica aplicada. Generalmente, en climas calientes, las lagunas de estabilización son diseñadas para operar con tasas de aplicación superficial entre 150 kg. DBO<sub>5</sub>/ha.d (para temperatura promedio de 20°C) y 400 kg. DBO<sub>5</sub>/ha.d (para temperatura promedio de cerca de 30°C). Cargas orgánicas superiores a 200 o 250 kg. DBO<sub>5</sub>/ha.d pueden resultar en problemas de olor. Cargas orgánicas superiores a 400 kg. DBO<sub>5</sub>/ha.d posiblemente conducirán a anaerobiosis y a pérdida de eficiencia del sistema.

#### Profundidad

Las lagunas facultativas normalmente tienen profundidad entre 1,2 y 1,5 m de agua. Debe ser prevista una altura adicional para almacenamiento del lodo. La altura mínima de agua recomendada es de 1,0 m.

Profundidades muy bajas (menos que 0,6 m) pueden provocar la aparición de vegetación, perjudicando el funcionamiento de la laguna. La vegetación también puede provocar la aparición de mosquitos.

De igual manera, profundidades superiores a 2,0 m también perjudican la operación de las lagunas, toda vez que disminuye la penetración de luz en las lagunas, resultando en la formación de grandes camadas anaeróbicas, que pueden perturbar el proceso.

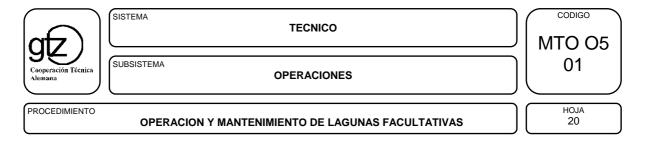
Cuando se inicia la operación de una laguna, se recomienda alcanzar el nivel de operación lo más pronto posible, para evitar los efectos indeseables asociados a la baja altura de agua. En algunos casos, se recomienda llenar la laguna con agua.

## • Cortos circuitos

Los cortos circuitos provocan la sobrecarga de algunas zonas de las lagunas, y la reducción de la eficiencia del sistema.

Los cortos circuitos pueden ser provocados por la posición del ingreso y de la salida de la laguna (flujo directamente del ingreso a la salida), y también por la acción del viento.

) (		۱ (	
	VERSION	П	
Ш	1	П	
) (		, '	



#### Factores Químicos

#### pH

El pH es un buen indicativo del funcionamiento de las lagunas. Las lagunas facultativas operan bien con pH ligeramente alcalino.

En las lagunas facultativas, el pH se presenta un poco más ácido por las mañanas, (en el período nocturno no hay consumo de  $CO_2$  y producción de  $O_2$ ); en las tardes, la tendencia del sistema es presentar un pH más alcalino, debido al consumo del  $CO_2$  por las algas, en la fotosíntesis.

La coloración verde oscuro indica un pH alcalino, en cuanto que una coloración verdeamarilla o lechosa indica un pH más ácido.

Los desagües industriales pueden presentar valores de pH que afectan el funcionamiento de las lagunas. En estos casos, deben sufrir tratamiento antes de la descarga al sistema público.

## • Compuestos tóxicos

Los compuestos tóxicos en el desagüe a tratar (metales pesados, pesticidas, sulfuros, etc.) pueden afectar el funcionamiento de las lagunas de estabilización, debiendo ser controlados antes de ingresar al sistema público.

Asimismo, las lagunas de estabilización son menos sensibles a la presencia de compuestos tóxicos que otros procesos biológicos de tratamiento. Los resultados de estudios realizados indicaran que concentraciones hasta 6 mg/l de metales pesados (níquel, cobre, cromo, zinc, cadmio) no afectan la eficiencia de un sistema de lagunas de estabilización.

# Oxígeno

El oxígeno disuelto es el mejor indicador del buen funcionamiento de las lagunas facultativas y de maduración.

Las lagunas facultativas con funcionamiento normal presentan supersaturación de oxígeno en la superficie y en las camadas subsuperficiales en las tardes. Excepcionalmente, en días muy claros, podrá haber una disminución en la concentración de oxígeno, hasta su completa desaparición durante la noche debido a una explosión en el crecimiento de algas.

La camada superior aeróbica sirve para remover los gases con malos olores provenientes de la camada anaeróbica.

) (	,	۱ (	
П	VERSION	П	
П	1	П	
) (		, '	



## 3 ASPECTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

#### 3.1 RUTINA DIARIA

Diariamente el operador debe hacer un recorrido por las lagunas. Eso permite detectar cualquier anormalidad rápidamente.

Los sistemas deben contar con formatos apropiados donde el operador apuntará los datos meteorológicos, detalles físicos de la laguna y cualquier irregularidad, que permitirá su evaluación y la ejecución de los mejoramientos necesarios.

Los datos meteorológicos que deben ser a ser registrados son: temperatura, radiación solar, lluvia, viento y evaporación.

## Medición de Temperatura

El operador debe registrar la temperatura del aire y del agua en la laguna, diariamente, una o más veces al día. El registro debe realizarse en el mismo punto y a las mismas horas, para permitir el cálculo de la temperatura promedio mensual y de su variación. También es importante el registro de las temperaturas mínimas del aire y del agua.

#### Radiación Solar

La información de la radiación solar será evaluada conjuntamente con los demás datos operacionales para verificar su interrelación con el funcionamiento de la laguna. Este parámetro puede ser registrado como:

luz solar brillante (cielo azul, despejado, sol intenso); solana (algunas nubes ocasionales); nublado (sin sol).

#### • Lluvia

La ocurrencia de lluvias puede ser registrada como:

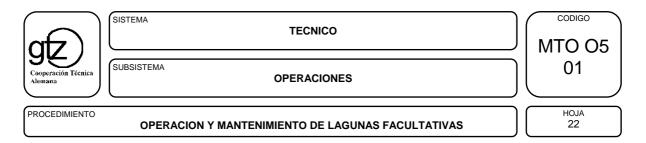
Iluvia fina (Ilovizna); Iluvia fuerte.

#### Viento

El viento puede ser registrado como sigue:

calmado (ningún movimiento detectable de aire); brisa (viento leve); viento moderado; viento fuerte

		VERSION 1	
,	' '		



Este parámetro debe ser registrado una o más veces por día, indicándose la hora y la dirección del viento preferencial.

# Evaporación

Realizar lecturas en una vasija simple de evaporación

## Aspectos Físicos

Se deben registrar los siguientes datos:

- · caudal afluente;
- · caudal efluente;
- nivel de agua (normal, bajo);
- acumulación visible de lodo, pedazos flotantes de lodo;
- color (gris, verde, trozos descoloridos, rosa, lechoso, marrón, etc.)

## Otros Aspectos

- Producción de olor;
- Actividad de roedores;
- Infestación de insectos.



# 3.2 PROBLEMAS OPERACIONALES CON LAS LAGUNAS FACULTATIVAS Y DE MADURACIÓN

Los problemas más molestos en las lagunas facultativas son:

- formación de capa de natas;
- generación de malos olores;
- corto circuitos;
- crecimiento de mala hierba, y que sirvan como lugar de crecimiento de mosquitos y otros insectos.

Los tres últimos problemas mencionados también se aplican a las lagunas de maduración.

## Capa de nata

La superficie de una laguna facultativa debe estar libre de material flotante, tal como nata, papel, plásticos, aceites, grasas y otros materiales que puedan obstruir el paso de la luz solar. Algunas veces, conjuntos de algas se acumulan en la superficie como consecuencia de un crecimiento rápido y repentino, produciendo una capa de nata de color verde oscuro. Si este material no es removido, puede producir problemas de mal olor al podrirse, además de restringir el acceso de la luz.

Las posibles soluciones para la acumulación de capa de nata, incluyen:

- las algas pueden ser eliminadas con un rastrillo de mango largo, luego de que han sido impulsadas a través de la superficie de la laguna, por la acción del viento, hacia una esquina;
- utilizar una espumadera para remover el material flotante. Este material deberá ser enterrado.
- En las lagunas facultativas poco profundas, durante los días muy cálidos, algunas partes de la capa anaeróbica del fondo puede flotar a la superficie debido a un aumento en la producción de gas; estas partes forman una costra. Se debe hacer que se hunda aplicando chorros de agua.

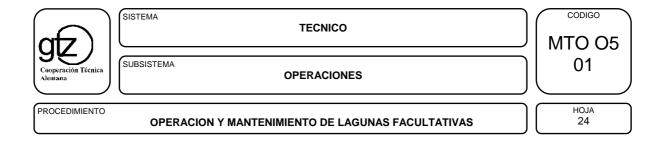
## Olores desagradables

#### **CAUSAS**

Los olores desagradables pueden tener las siguientes causas:

- sobrecarga orgánica
- largos períodos sin sol, con nubes y temperaturas bajas;
- presencia de compuestos tóxicos en el afluente a la laguna;
- cortocircuitos:
- reducción de la mezcla por inducción del viento, resultante de la presencia de cercas vivas compactas o cercas sólidas (que nunca se deberán usar).

	VERSION	
	1	
<i>)</i> (		)



- Sobrecarga orgánica: los indicadores de sobrecarga son :
  - Caída del valor pH y la reducción en la concentración de oxígeno disuelto
  - Cambio del color del efluente de verde a verde amarillento
  - Aparecimiento de manchas grises en la superficie verde, en los alrededores de la entrada.
  - Bajo estas condiciones surgirán los problemas de mal olor.
- Largos períodos con bajas temperaturas y cielo nublado:
  - reducen la producción fotosintética de oxígeno, y algunas veces habrá ausencia de oxígeno disuelto incluso durante el día.

## Compuestos tóxicos:

- indicador: pérdida de eficiencia sin razón visible de una laguna que funciona apropiadamente.
- acción: el operador debe notificar inmediatamente el ingeniero responsable, de modo que se programe un muestreo extraordinario para detectar la posible presencia de metales pesados u otros inhibidores de acción biológica. Esto puede provenir de descargas de desagües industriales dentro del sistema de recolección. En estos casos, la única solución posible contra los inhibidores locales es identificar la fuente de polución y prevenir futuras descargas al desagüe.

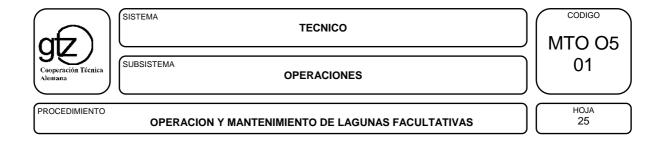
## SOLUCIONES

Cortocircuitos

Las posibles soluciones contra el mal olor, incluyen:

- Si existen dos o más lagunas facultativas operadas en paralelo y sólo una de ellas es afectada por el problema, la laguna afectada deberá ser puesta fuera de operación hasta que recupere su funcionamiento normal. En el intervalo, el afluente deberá ser desviado a la siguiente unidad o unidades;
- Si las lagunas afectadas son operadas en serie con lagunas secundarias, se puede desviar parte de los desagües para las lagunas secundarias.
- Como último recurso o si sólo hay una laguna facultativa, parte del efluente debe ser reciclado a la entrada mediante una bomba portátil y una manguera larga;
- Si el problema parte de una falta de mezcla inducida por el viento, causada por árboles o gran vegetación, el obstáculo debe ser removido.

CAUSAS		
	VERSION 1	



Los cortocircuitos en una laguna facultativa pueden ser causados por:

- posicionamiento relativo inadecuado entre la entrada y la salida, o entrada(s) mal ubicada(s), con respecto a la forma de la laguna, reforzado por la acción del viento;
- presencia de hierbas acuáticas dentro de la laguna;
- sedimentación.

#### **EVALUACION**

Se debe medir el oxígeno disuelto en numerosas muestras tomadas en diferentes puntos de la laguna. Si se presentan diferencias substanciales en los valores, es posible que haya un corto circuito y se puede esperar una mezcla pobre.

### **SOLUCIONES**

Las posibles soluciones contra los cortocircuitos, incluyen:

- Ajustar las múltiples entradas, si existen, para obtener una mejor distribución del flujo;
- Cambiar la estructura de la entrada, si hay sólo una, de modo que se convierta en una entrada múltiple, para mejorar el patrón de flujo;
- Remover las hierbas acuáticas o el sedimento, si son éstos los causantes.

## Mosquitos y otros insectos

#### **CAUSAS**

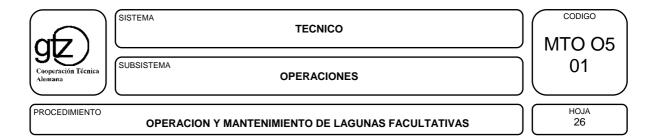
El crecimiento de insectos en las lagunas facultativas está principalmente asociado con plantas acuáticas que emergen de la superficie del agua.

## **SOLUCIONES**

Las posibles soluciones para la presencia de mosquitos son:

- Reducir la profundidad del agua a un nivel que exponga a la luz del sol aquellas partes de las plantas a las que las larvas se pegan, motivando que se sequen y mueran;
- Variar el nivel de la superficie de agua (muy efectivo contra el desarrollo de larvas);
- Destruir las hierbas acuáticas;

) (	VERSION	)	
П	1	П	
) (	'	) '	



- Dependiendo de la disponibilidad del oxígeno disuelto, los peces que se alimentan de larvas pueden crecer en lagunas facultativas o de maduración. Tipos adecuados de peces son Gambusia, Lebistes, Tilapia y la carpa China.
- Si una infestación considerable de moscas ocurre, rociar pesticidas a la pendiente más interna de los diques. Esto es un proceso efectivo como medio de control de insectos, pero no se recomienda su aplicación general. Se debe tener mucho cuidado para evitar que los pesticidas ingresen a la masa líquida.

## Crecimiento de hierba mala

#### CAUSAS:

 Profundidad de agua muy reducida (al rededor de 60 cm.): la vegetación puede cubrir literalmente la superficie total de la laguna. Si la profundidad normal de operación de una laguna excede los 90 cm, el crecimiento de hierba mala estará limitado a una estrecha faja al borde del agua.

### **SOLUCIONES:**

- Remover con frecuencia la mala hierba de los bordes superficiales de la laguna. No se debe permitir que la hierba removida caiga dentro del agua;
- Remover las plantas acuáticas; pueden surgir del agua en puntos distantes del borde de la laguna; esto lo deberá hacer el operador, trabajando desde un bote o una balsa. Reducir el volumen de agua unos 30 a 50 cm permitirá que las plantas se corten en un punto convenientemente bajo;
- Proteger las pendientes más internas del dique, o partes de ellas, con un material adecuado, tal como un revestimiento o trozos de concreto; esto no permitirá que se desarrollen plantas acuáticas en el agua superficial. El alineamiento también es útil para minimizar la erosión del dique.

\			
11	VERSION	1	
11	VERSION	ı	
11	1	ı	
ノ		)	



#### 3.3 LIMPIEZA

Es necesario remover el lodo acumulado en el fondo de las lagunas a cada cierto período.

Normalmente las lagunas son diseñadas con un volumen extra para acumular el lodo generado durante un período razonable de tiempo (5 - 10 años). cuando se llena ese volumen, el lodo acumulado deberá ser removido, usando técnicas de remoción para lodo seco o húmedo. En algunos casos, durante el período de remoción, la secuencia operacional de las lagunas es modificada temporalmente usando una derivación, o se utiliza una laguna de reserva.

## Remoción de Lodo Húmedo

La remoción de lodo húmedo puede ser llevada a cabo sin vaciar la unidad. Se puede montar una bomba para lodo en una balsa para este propósito. También hay dragas similares a los equipos utilizados normalmente para excavar puertos, canales y fondos de ríos.

Una alternativa es vaciar la laguna hasta el tope de la capa de lodo y sacarlo con una máquina excavadora o clam-shell.

Este tipo de remoción produce un lodo líquido que requiere una disposición final adecuada, tal como la aplicación en tierra o en lagunas de lodo.

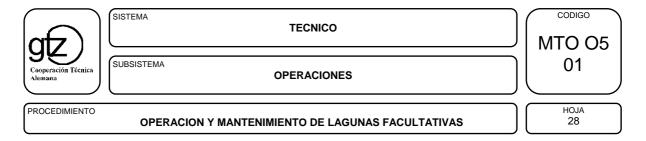
Este proceso debe ser seleccionado para las instalaciones pequeñas, o donde el espacio o restricciones de costo hacen impracticable el uso de una laguna temporal.

### Remoción de Lodo Seco

Al utilizar esta técnica, la capa de líquido en la superficie del lodo es removida, permitiendo que el lodo se seque por evaporación natural. El proceso de secado tarda meses, e incluso uno o dos años en ser completado. Por lo tanto, debe haber una laguna provisional disponible.

Si se adopta esta técnica, la acumulación del lodo se debe limitar a una altura máxima de aproximadamente un metro, de otro modo, tomará mucho tiempo en secar. La capa seca ocupará solamente alrededor de un décimo del volumen del lodo húmedo original. Se almacena fácilmente y puede ser usado en agricultura.

 . ,			
) (	VERSION	1	
Н	VERSION	П	
П	1	J I	(



#### 3.4 MANTENIMIENTO

<u>Diques y Areas Con Pasto</u>: Se debe inspeccionar los diques de tierra para detectar la existencia de signos de erosión, grietas, vegetación y hoyos cavados por animales. Si ocurren esos problemas, las medidas correctivas recomendadas son:

- Las grietas deberán ser rellenadas con arcilla, alisada y compactada;
- Las plantas acuáticas deberán ser removidas;
- El pasto deberá ser segado como se requiere, utilizando la técnica local normal; el pasto debe separarse de la superficie del agua por unos 30 cm;
- Los canales y zanjas para el drenaje del agua de lluvia, deberán estar libres de arena y obstrucciones, y deberán ser inspeccionados después de cada lluvia fuerte;

## **Accesorios**

- Las entradas y salidas de las lagunas deben mantenerse limpias y libres de obstrucciones;
- Las barreras de los canales deben ser cepilladas y limpiadas periódicamente para liberarlas de algas, costras, trapos, plásticos, hojas, etc.;
- Las ranuras para la operación de *stop-logs* (compuertas de madera) deben ser limpiadas periódicamente para facilitar el ajuste de la profundidad del agua, como se requiere;
- Si existe una compuerta operada por medio de una llave de compuerta u otra maquinaria, el mecanismo deberá ser lubricado regularmente con una grasa adecuada, para prevenir que se oxide o se trabe.

## Disposición de los Desechos Sólidos

- Los desperdicios y la arena removidos por rejas y desarenadores (si están incluidas), deberán ser enterrados rápidamente, para prevenir problemas de moscas y mal olor;
- Las plantas, musgo y lodo flotante, deberán ser removidos o hundidos lo más pronto posible, después de formadas. Cuando son removidos, deben ser enterrados inmediatamente;
- Las rocas, cascajo, pedazos de madera y otros despojos que puedan haber caído dentro de las cámaras de descarga, deberán ser extraídos.
- El lodo removido puede ser utilizado como abono en áreas cercanas o conducido a un relleno sanitario o a lagunas de lodo.

		. ,	
	VERSION	Ш	
Ш	1	П	
) (		, ,	

at	SISTEMA TECNICO	MTO O5
Cooperación Técnica Alemana	SUBSISTEMA OPERACIONES	01
PROCEDIMIENTO	OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LAGUNAS FACULTATIVAS	HOJA 29

## 4. SEGURIDAD

## Acceso de Personas Ajenas

El acceso de personas ajenas a la operación y mantenimiento de las lagunas debe ser restringido.

Se debe colocar avisos en puntos convenientes del lugar, indicando que la instalación es un sistema de tratamiento de desagüe, prohibiendo el paso.

## Seguridad del Operador

El operador debe ser capacitado en los aspectos de seguridad industrial relacionados con la lagunas y en los de riesgos de contaminación y enfermedades asociados con el manejo de desagües.

Las principales medidas de precaución a ser tomadas por el operador se describen a continuación:

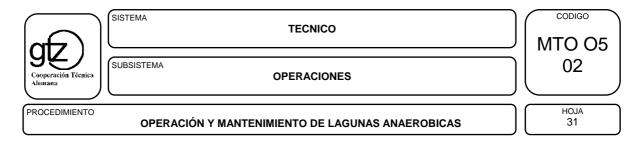
- Lavar las manos, antes de ingerir cualquier comida o bebida, o incluso, de encender un cigarrillo;
- Las prendas de trabajo, casco, guantes, botas y abrigo impermeable, deberán permanecer en el lugar de trabajo cuando el operador se retire;
- Las herramientas (palas, azadas, rastrillos, espumaderas, etc.) deberán lavarse con agua limpia antes de ser guardadas;
- Los cortes, rasguños y raspaduras se deberán limpiar y desinfectar inmediatamente;
- Cuando trabaje cerca de interruptores eléctricos, deberá asegurarse de que sus manos, prendas de vestir y botas estén secas. Si debe llevar a cabo labores de mantenimiento de equipos eléctricos, además de asegurarse de estar seco, deberá utilizar guantes y herramientas especiales;
- Si alguien cae dentro del agua, puede ocurrir un accidente fatal. El depósito de lodo en el fondo de la laguna, a menudo es pegajoso y puede entorpecer los intentos de la víctima por salvar su vida. Además, los riesgos de infección debida a los microorganismos mencionados anteriormente, son serios;
- En el lugar de la laguna, deberá haber un bote, una soga y una boya salvavidas disponibles para propósitos de rescate;
- El operador deberá estar vacunado contra las enfermedades posibles de ocurrir en la región (tétanos, fiebre tifoidea, la fiebre amarilla). Se deberá efectuar un examen médico regular;
- El operador deberá prestar estricta atención a la higiene personal. Mantener sus uñas limpias y cortas, porque las uñas sucias son medios de transmisión de enfermedades;

) (		) (	(
П	VERSION	П	
П	1	П	
ノヽ		,	



• El operador estar debidamente capacitado en el uso del botiquín de primeros auxilios, que debe estar localizado en local visible y de fácil acceso.

VERS	ION <b>1</b>	



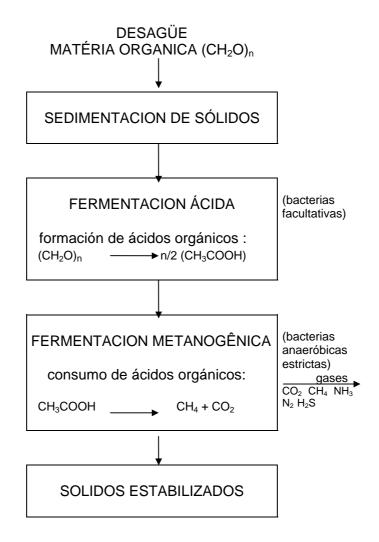
#### LAGUNAS ANAEROBICAS

#### 1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

En las lagunas anaeróbicas la actividad microbiana se desarrolla sin la presencia de oxígeno disuelto. Por lo tanto, estas lagunas pueden aceptar alta carga orgánica y no necesitan de la actividad fotosintética de las algas. La presencia de la luz también no es importante y normalmente las lagunas anaeróbicas son construidas con profundidad de 3 a 4 m.

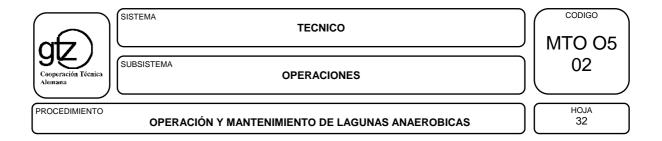
El efluente de una laguna anaeróbica normalmente no es apto a la disposición final (equivale a un proceso de tratamiento primario), siendo generalmente conducido a una laguna facultativa para tratamiento complementario.

La figura a continuación ejemplifica el proceso que ocurre en el interior de una laguna anaeróbica :



## 2. OPERACION

	. ,			
	$  \  $	VERSION	l	
	$  \  $	1	l	
(	) (		)	



Los indicadores del funcionamiento adecuado de la laguna anaeróbica son:

- No debe haber plantas o hierba mala en la parte interna (húmeda) de los bordes; el césped y la hierba mala deben ser cortados periódicamente para controlar la aparición de insectos;
- la superficie está parcial o completamente cubierta por una capa que contiene aceites, grasas y diversas materias flotantes: esta capa flotante ayuda a mantener las condiciones anaeróbicas en la laguna, aparta el contenido de la laguna del oxígeno atmosférico, protege al desagüe contra la pérdida de calor e impide la liberación de olores desagradables.

El operador deberá revisar la laguna todos los días para verificar si:

- no existen fugas a través de los diques;
- no hay obstrucción de la tubería de entrada, especialmente si está sumergida;
- no hay hierbas flotantes siendo transportadas a las lagunas facultativas;
- hay una distribución uniforme del flujo, donde existen dos o más entradas.

Si existe interés por conocer el grosor de la capa de lodo en una laguna anaeróbica, periódicamente se deberán efectuar determinaciones en diferentes puntos a través del fondo de la laguna. Diversos instrumentos sencillos permiten que esta medida sea fácilmente llevada a cabo.

## 2. PROBLEMAS OPERACIONALES

Los problemas operacionales que pueden ocurrir en lagunas anaeróbicas son:

- malos olores;
- presencia de mosquitos;
- crecimiento de hierba mala.

(dz)	SISTEMA TECNICO	CODIGO MTO O5
Cooperación Técnica Alemana	SUBSISTEMA OPERACIONES	02
PROCEDIMIENTO	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAGUNAS ANAEROBICAS	HOJA 33

PROBLEMA	CAUSAS PROBABLES	SOLUCIONES
Olores desagradables	consiguiente reducción en el tiempo de retención;	Dejar de remover las plantas de la superficie para permitir la formación de una cubierta flotante natural;  Reducir el flujo del afluente, dejando una parte sin tratamiento hasta que una nueva unidad se construya;
	<ul><li>caída abrupta de la temperatura;</li><li>valor bajo del pH del afluente.</li></ul>	Aumentar el control sobre descargas industriales, si eso fuera la causa.
Mosquitos y otros insectos	<ul> <li>las cámaras de rejas no han sido enterrados;</li> <li>Crecimiento de hierba mala en el borde interno de la laguna, de modo que toca o penetra en la masa líquida;</li> <li>No hay capa de nata flotante (se debe dejar en el lugar para controlar olores).</li> </ul>	Cualquier desperdicio y/o cascajo debe ser enterrado inmediatamente y cubierto con tierra o con una capa de cal;  El pasto, hierbas y plantas acuáticas deben ser removidos rápidamente, tan pronto como aparezcan, y luego de su remoción, no se les debe dejar caer dentro de la laguna;  Se debe rociar pesticida en la capa de nata, sin embargo, es necesario tener mucho cuidado, para evitar que los pesticidas ingresen en la masa líquida;  La capa de nata debe ser mezclada con un rastrillo de mango largo
		para lograr que la larva se hunda (también se pueden utilizar una pequeña bomba portátil, si no hubiera suministro de agua por tubería).

VISTOS

VERSION

1

FECHA

13/04/2004 03:54



#### PROBLEMA: CRECIMIENTO DE HIERBA MALA

Dos tipos de hierba mala se deben considerar en las instalaciones de lagunas: acuática y terrestre. Las hierbas terrestres se pueden encontrar en cualquier parte del área seca del lugar.

• **Hierbas acuáticas** : tienen las raíces y el tallo parcial o completamente inmersos en el agua y normalmente aparecen sólo en el lado húmedo del borde interno.

Las hierbas acuáticas pueden atrair insectos y larva; esto atrae sapos, que a su vez atraen roedores.

Las plantas acuáticas deben ser removidas periódicamente, para prevenir que mueran en la laguna. Deben ser convenientemente arrancadas de raíz con un azadón, y luego colocadas fuera de la laguna.