

ANEXO X

**SISTEMA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES MEDIANTE
BIO-DIGESTOR
DGNTI-COPANIT-24-99**

¿ES UN BIODIGESTOR?

Un biodigestor es un tanque cerrado donde se producen reacciones anaeróbicas (sin presencia de aire) en el que se degrada la materia orgánica disuelta en un líquido (aguas residuales), para dar como resultado metano, dióxido de carbono, hidrógeno y ácido sulfhídrico. Obteniendo como resultado de la degradación de la materia orgánica, una buena remoción de la misma en las aguas residuales, dispuestas hacia el drenaje respectivo, zanja de oxidación, o campo de infiltración, con o sin pozo de absorción, reduciendo el impacto en el ambiente.

RECOMENDADO BIODIGESTOR DE POLIETILENO DURMAN

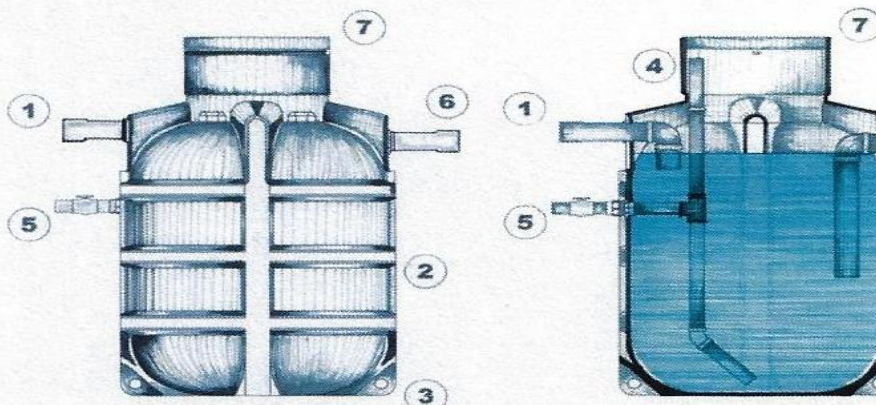
El biodigestor de polietileno Durman es un sistema de fácil y económica instalación que reduce el problema de cargas orgánicas en sitios donde no hay servicio municipal de drenajes o en donde el caudal a tratar es muy pequeño, funcionando con mayor eficiencia a las fosas sépticas y letrinas.



PARTES QUE COMPONEN EL BIODIGESTOR DE POLIETILENO DURMAN

1. Tubería de entrada de las aguas residuales.
2. Tanque de digestión anaeróbica.
3. Sedimentador.
4. Tubería de salida de biogás (respiradero).
5. Tubería de extracción de lodos.
6. Tubería de salida de las aguas al effluente o cuerpo receptor.
7. Acceso para registro y limpieza.

Características importantes del sistema	
Capacidad (lts)	1100
Altura máxima (m)	1.85
Diámetro (m)	1.14
Altura de cono (m)	0.31
Profundidad de entrada de aguas crudas (m)	0.53
Profundidad de salida de aguas tratadas (m)	0.59
Profundidad de salida de lodos (m)	0.90
Capacidad aguas negras domiciliarias (personas)	5






¿CÓMO PUEDO SABER SI EL SITIO ELEGIDO ES INDICADO PARA LA INSTALACIÓN DE BIODIGESTOR?



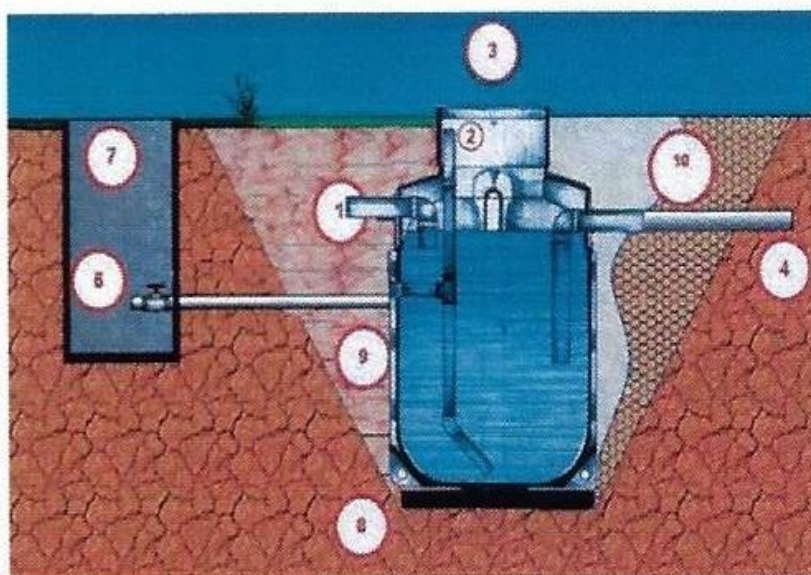
Recomendaciones para la excavación



Resultado de la prueba de expansión	Alto / Medio	Bajo	Muy bajo/Sin ex
Tipo de suelo	Suelo blando o rocoso inestable	Suelo estable, estratificado	Suelo duro o
Pasos a seguir			
Ángulo de excavación	Entre 45° y 60°	Entre 60° y 75°	90°
Nivel freático	Se debe evitar instalar el sistema en áreas con un nivel freático demasiado alto, por algún motivo debe instalarse en un área con dichas características se debe e agua por medio de equipo de bombeo hasta un nivel que permita la instalación del		
	En suelos rocosos, además debe tenerse sumo cuidado de observar que no exist o salientes filosas que puedan dañar el tanque.		
Pared de la excavación	Aplicar una capa de 3 centímetros de espesor de mezcla (mortero) de cemento y arena en relación 1:5 utilizando una malla de gallinero anclada al muro de la excavación con varilla No. 3 como refuerzo.	Aplicar una capa de 2 centímetros de espesor de mezcla (mortero) de cemento y arena en relación 1:5 utilizando una malla de gallinero anclada al muro de la excavación con varilla No. 3 como refuerzo.	
Concreto para la base	Usar una mezcla de cemento y arena en relación 1:5 de 10 centímetros de espesor pudiendo utilizarse varilla de refuerzo No.3 a cada 20 centímetros en ambas direcciones en forma de malla, o bien malla electro soldada.	Usar una mezcla de cemento y arena en relación 1:5 de 10 centímetros de espesor pudiendo utilizarse varilla de refuerzo No.3 a cada 20 centímetros en ambas direcciones en forma de malla, o bien malla electro soldada.	
Instalación del biodigestor	Debe descenderse el biodigestor y colocarlo cuidadosamente sobre la base preparada con anterioridad la cual no debe tener piedras o filos salientes.		
Relleno del cuerpo del biodigestor	<ul style="list-style-type: none"> • Aún cuando este tanque tiene un diseño estructural que le permite soportar las cargas del terreno, es recomendable al hora de hacer el relleno, llenar el tanque con agua con el fin de que aguante las sobrepresiones que se causan al compactar el relleno, además que se le da mayor estabilidad. • Utilizar el material extraído de la excavación mezclado con cemento en una relación 1: 10 como relleno y compactar en capas de 20 centímetros. • Verificar que el material utilizado para el relleno no contenga cascajo o piedras filosas que puedan dañar las paredes del tanque. 		

ASPECTOS A TOMAR EN CUENTA ANTES DE LA INSTALACIÓN DEL BIODIGESTOR

Además de los aspectos mencionados anteriormente, debe tomarse en cuenta que la utilización de biodigestores ofrece grandes ventajas para el tratamiento de los desechos orgánicos en las aguas residuales, ya que además de disminuir la carga contaminante de los mismos, controlando, de manera considerable, los malos olores por la colecta y conducción del biogás producido para ventearlo a un lugar conveniente o bien dejarlo tapado en el tanque y además se puede hacer reuso de los lodos como fertilizante en áreas verdes.



INSTALACIÓN DEL BIODIGESTOR

- | | |
|---|---|
| 1. Tubería de entrada. | 6. Tubería de extracción de lodos |
| 2. Tubería de salida de biogás (respiradero). | 7. Caja de registro de lodos |
| 3. Tubería para registro y limpieza. | 8. Base de concreto. |
| 4. Tubería de salida. | 9. Relleno (en capas de 0.20m). |
| 5. Biodigestor de polietileno. | 10. Capa de mortero reforzada con malla de gallinero. |

Debe evitarse el ingreso de aguas pluviales al biodigestor ya que esto inhibe el proceso de digestión anaeróbica, que es la clave del funcionamiento del sistema. Asimismo debe evitarse en lo posible el ingreso de papel higiénico, toallas sanitarias, condones y otros objetos que puedan obstruir la tubería de ingreso de las aguas al sistema o impedir el correcto funcionamiento del mismo.

De preferencia debe colocarse un cenicero y una trampa de grasas o interceptor de grasas antes del sistema. Para que el proceso de biodigestión anaeróbica pueda llevarse a cabo con mayor eficiencia.



RESOLUCION No.49
(De 2 de febrero de 2000)
El Ministro de comercio e Industrias
En Uso de sus Facultades Legales

CONSIDERANDO:

1. Que de acuerdo a lo establecido en el numeral 4 del Artículo 92, de la Ley 23 de 15 de julio de 1997, los comités Sectoriales de Normalización tienen por función la preparación de la Norma de un Sector, dentro de los lineamientos internacionales establecidos para esta actividad con la posibilidad de ser adoptadas y publicadas como Normas Técnicas Panameñas.
2. Que mediante Nota 4684-DMS-DGS-SDGSA-DA de 7 de octubre de 1998 la Dra. AIDA L. MORENO DE RIVERA, Ministra de Salud, solicitó la revisión del Reglamento Técnico. AGUA. CALIDAD DE AGUA. REUTILIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS.
3. Que de conformidad a lo anterior, se estableció el Comité AGUA, a fin de elaborar el Reglamento Técnico Agua. Calidad de _Agua. Reutilización de las Aguas Residuales Tratadas.
4. Que el Reglamento Técnico No.24-99 fue sometido a un periodo de encuesta pública por sesenta (60= días, a partir del día 14 de enero de 1999.
5. Que de acuerdo al artículo 95 Título II de la precitada Ley la Dirección General de Normas y Tecnología Industrial del Ministerio de Comercio e Industrias velará por que los Reglamentos Técnicos sean establecidos en base a objetivos legítimos, tales como la seguridad nacional, la prevención que puedan inducir a error, la protección de la salud o seguridad humana, de la vida o salud vegetal, o del medio ambiente.
6. Que la presente resolución se fundamenta en los siguientes argumentos:
 - Que es función del Estado velar por la Salud de la población y del ambiente;
 - Que conforme al Código Sanitario vigente, en su artículo 3, del Libro I en su título preliminar establece que las disposiciones de este Código se aplicarán de preferencia a toda otra disposición legal en materia de Salud Pública y obligan a las personas naturales y jurídicas y entidades u otras que en un futuro existían, transitoria o permanentemente, en el territorio de la República de Panamá.
 - Que de acuerdo al numeral 4 dl artículo 85, Capítulo II del Título IV, del citado Código establece como atribución de la Dirección General de Salud Pública, el reglamentar las instalaciones y el funcionamiento de farmacias, droguerías, laboratorios químico-farmacéuticos, terapéuticos, biológicos, drogas, cosméticos y otros similares, sean de elaboración privada u oficial.
 - Que de conformidad con el numeral 12 del artículo 85, anteriormente citado, se establece como atribución y deber dentro del ámbito nacional que corresponde a la Dirección General de Salud Pública, el resolver toda la situación no prevista en el Código, cuando tenga relación directa con la Salud Pública.

RESUELVE:

PRIMERO: Aprobar el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 24- 99. AGUA. CALIDAD DE AGUA. Reutilización de las Aguas Residuales Tratadas, de acuerdo al tenor siguiente:

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS

COMISION PANAMEÑA DE NORMAS INDUSTRIALES Y TECNICAS
REGLAMENTO TÉCNICO DGNTI-COPANIT 24-99
AGUA, REUTILIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

Los objetivos del presente Reglamento Técnico están orientados a salvaguardar la salud de los habitantes, resguardar el medio ambiente, propender a un uso racional de los recursos y establecer regulaciones para los distintos usos que pueda darse a las aguas residuales tratadas en las

distintas plantas de tratamiento de aguas residuales de Panamá.

El campo de aplicación del presente Reglamento son todas las aguas residuales tratadas, provenientes de plantas de tratamiento pública, privadas o mixtas sin importar su origen y el tratamiento a que hallan sido sometidas.

Este Reglamento se debe aplicar a aguas residuales tratadas que vayan a utilizarse en:

- a) Agua para el consumo de animales
- b) Riego
- c) Recreación y estética
- d) Vida acuática y acuicultura
- e) Uso urbano
- f) Recarga de acuíferos
- h) Restauración de hábitat
- i) Uso industrial y minero

No se consideran usos en consumo humano directo y recreación con contacto directo por motivos psicológicos, que limitan esos tipos de usos para las aguas recicladas.

2. DEFINICIONES

La terminología que se incluye a continuación debe ser aplicada a las disposiciones contenidas en la presente Norma, sin perjuicio de otros usos que a ella pueda darse.

2.1 Autoridad competente: autoridad designada por los reglamentos, resoluciones o leyes vigentes en la República de Panamá.

2.2. Coliformes fecales: Comprende todos los bacilos Gram negativos, aeróbicos o anaerobios facultativos no esporulados que:

- a) En la técnica de filtración por membrana, produzcan colonias de color azul dentro de 24 ± 2 horas cuando se incuban en un medio de cultivo específico para coliformes fecales a $44,5 \pm 0,2$ °C; y/o
- b. En la técnica de tubos múltiples, fermenten la lactosa con formación de gas a $44,5 \pm 0,2$ °C dentro de 24 ± 2 horas.

2.3. Coliformes totales: Comprende todos los bacilos Gram negativos, aeróbicos o anaerobios facultativos no esporulados que:

- a) En la técnica de filtración por membrana, produzcan colonias de color verde dorado

metálico de 24 ± 2 horas cuando se incuban en un medio m-Endo (medio específico para coliformes fecales) a $35 \pm 0,5$ °C; y/o

b) En la técnica de tubos múltiples, fermenten la lactosa con formación de gas a $35 \pm 0,5$ °C dentro de 48 horas.

2.4. Contaminación hídrica: Es la acción y el efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos asignados al recurso. El concepto incluye alteraciones perjudiciales del entorno vinculado a dicho recurso.

5. **Conductividad eléctrica:** Valor recíproco de la resistencia al paso de la corriente eléctrica entre 2 placas de platino de un centímetro de área colocadas a un centímetro de distancia, colocadas en una solución acuosa a 25°C.

2.6. Demanda bioquímica de oxígeno DBO_5 : Cantidad de oxígeno requerida para la oxidación aeróbica biológica de los sólidos orgánicos del agua.

2.7. Demanda Química de oxígeno DQO: Cantidad de oxígeno requerida para oxidar a la materia orgánica sea o no biodegradable, con la excepción de compuestos aromáticos como piridina, benceno o tolueno.

2.8. Laboratorio de pruebas y ensayos acreditado: Laboratorio nacional, extranjero o internacional, que posee la competencia e idoneidad necesarias para llevar a cabo, en forma general, la determinación de las características, aptitud o funcionamiento de materiales o productos, y que ha sido acreditado o reconocido por el organismo de acreditación.

2.9. Número más probable (NMP): Valor que indica microorganismos coliformes en 100 ml de agua. Su determinación se basa en el cálculo de probabilidades, con tablas preparadas y presentadas por APHA en Standard Methods.

2.10 Razón de adsorción de sodio (RAS): Medida del efecto del sodio, dado por la relación entre las concentraciones de los iones sodio, calcio y magnesio, expresadas en miliequivalentes por litro, cuya fórmula de cálculo es la siguiente:

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

2.11 Sodio porcentual: Razón entre las concentraciones de sodio y la suma de las concentraciones de calcio, magnesio, potasio y sodio, todo expresado en miliequivalentes por litro, de acuerdo a la siguiente expresión:

2.12 Sólidos disueltos totales: Material remanente después de evaporar y secar a masa constante a 104 ± 1 °C, una muestra de agua previamente filtrada con un filtro de una porosidad no mayor de 5 micrones.

2.13 Tratamiento primario: Separación por medios físicos de los sólidos en suspensión no retenidos en el tratamiento previo, que puede incluir la separación de sólidos que decantan en menos de dos horas y un tratamiento de neutralización si el caso lo requiere.

2.14 Tratamiento secundario: Proceso que elimina de las aguas la materia orgánica biodegradable y que no ha sido retirada por el tratamiento primario. Consiste en provocar el desarrollo de microorganismos capaces de asimilar la materia orgánica.

2.15 Tratamiento terciario: Proceso de tratamiento adicional necesario para la eliminación de los sólidos suspendidos y las sustancias disueltas que permanecen en el agua residual después del tratamiento secundario convencional. Estas pueden ser compuestos orgánicos y compuestos sintéticos muy complejos.

3. REQUISITOS:

Usos de las aguas residuales tratadas.

3.1 REQUISITOS DEL AGUA PARA CONSUMO DE ANIMALES.

En todos aquellos casos en que los animales estén en contacto con el ser humano o estén destinados al consumo humano se deben cumplir con los requisitos indicados en la Norma DGNTI-COPANIT 395.

3.2 REQUISITOS PARA EL AGUA DE RIEGO.

Para la utilización de las aguas servidas tratadas en riego se deben cumplir los requisitos que se indican a continuación.

3.3 REQUISITOS QUÍMICOS.

Las aguas de riego, independientemente de su origen, deben cumplir al menos con los siguientes requisitos de tipo químico, los que siempre deben ser revisados:

TABLA 3-1: Concentraciones máximas de elementos químicos en agua para riego

Elemento	Expresión	Unidad	Limite máximo
Aluminio	Al	mg/L	5.000
Arsénico	As	mg/L	0.100
Bario	Ba	mg/L	4.000
Berilio	Be	mg/L	0.100
Boro	B	mg/L	0.750
Cadmio	Cd	mg/L	0.010
Cianuro	CN	mg/L	0.200
Cloruro	Cl	mg/L	200.00
Cobalto	Co	mg/L	0.050
Cobre	Cu	mg/L	0.020
Conductividad. Eléctrica	CE	ds/m	3.000

Cromo	Cr	mg/L	0.100
Fluoruro	F	mg/L	1.000
Hierro	Fe	mg/L	5.000
Litio	Li	mg/L	2.500
Litio (cítricos)	Li	mg/L	0.075
Manganeso	Mn	mg/L	0.200
Mercurio	Hg	mg/L	0.001
Molibdeno	Mo	mg/L	0.010
Níquel	Ni	mg/L	0.200
Plata	Ag	mg/L	0.200
Plomo	Pb	mg/L	5.000
Selenio	Se	mg/L	0.020
Sodio porcentual	% Na	%	35.000
Sulfato	SO ₄ ²⁻	mg/L	350.000
Vanadio	V	mg/L	0.100
Zinc	Zn	mg/L	2.000

Relación de Adsorción de sodio

Los valores recomendados varían según la concentración de sales expresada en términos de conductividad eléctrica; se recomienda que no se sobrepase el límite de bajo o sin riesgo de sodificación, el que depende del contenido de sales del agua. Al final del texto, se incluye el diagrama de Clasificación de Aguas del United States Department of Agriculture, publicado en el texto Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos.

3.4 REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS

Los requisitos microbiológicos y los procesos de tratamiento recomendados para las aguas recicladas son los siguientes:

Tabla 3-2: Procesos recomendados para tratamiento de aguas Recicladas y parámetros para calidad de aguas recuperadas usadas para Riego (a).

Tipo de riego	Proceso de Tratamiento	Parámetros Recomendados para la Calidad de Agua
Riego superficial (b) o de	Tratamiento secundario (d)	pH = 6.0 - 9.0

aspersión para cultivos de comestibles (c), no procesados comercialmente, cuando los productos no tienen contacto directo con las aguas recuperadas.	Filtración (e)	DBO = 20 mg/L (g)
	Desinfección	Turbiedad = 3.0 NTU (h)
		Coliformes Fecales = <200/100 mL (i)
		Cloro residual = >1 mg/L (j)
Riego superficial (b) de cultivos de comestibles, no procesado, cuando la parte comestible crece sin contacto con la tierra o con las aguas recuperadas.	Tratamiento secundario	pH = 6.0 - 9.0
	Desinfección es recomendada pero no requerida, como el caso de viñas, huertos, cultivos de semillas (no consumidos por seres humanos), árboles sin partes comestibles, forraje y cultivos de fibra (f).	DBO = 40 mg/L(max) (g)
		SST = 40 mg/L (max)
		Coliformes fecales = <500/100 mL(i)
Riego superficial (b) o aspersión en cultivos de comestibles, procesados comercialmente (k), riego de huertos, irrigación superficial o de aspersión en cultivos no comestibles.	Tratamiento secundario (d).	Cloro residual: entre 1 y 2 mg/L (j)
	Desinfección (f)	Turbiedad = <3.0 NTU (h)
		pH = 6.0 - 9.0
		DBO = 40 mg/L (max) (g)
Riego superficial de forrajeras, y cultivos no comestibles (l).	Tratamiento primario y avanzado con la adición de químicas.	SST = 40 mg/L (max)
	Desinfección.	Coliformes fecales = <500/100 mL (i)
		Cloro residual: entre 1 y 2 mg/L (j)
		pH = 6.0 - 9.0
		DBO = 60 mg/L (g)
		SST = 50 mg/L
		Coliformes fecales = <1000/100 mL (i)
		Cloro residual: entre 1 y 2 mg/L (j)

Notas:

a) Los límites de calidad que son recomendados se aplican a aguas recuperadas en el lugar de descarga de la instalación de tratamiento.

b) Incluye riego por surcos, goteo e inundación.

- c) Incluye cultivos de plantas tales como papas, zanahorias, rábanos, ajo, cebolla y remolacha.
- d) Los procesos de tratamiento secundarios, incluyen lodos activados, reactores consecutivos, filtros de flujo lento, unidades rotatorias de contacto biológico y varios sistemas de estabilización en lagunas.
- e) Filtración, definido como el proceso de procesar aguas por suelos naturales o filtros naturales como arena y antracita.
- f) Desinfección, definido como la destrucción, desactivación, remoción de organismos patógenos mediante procesos químicos, biológicos o físicos. La desinfección puede ser realizada con cloro, ozono, radiación UV, procesos con membranas u otros procesos conocidos.
- g) Determinado por una prueba de DBO durante 5 días.
- h) Deben cumplir con el límite de turbiedad antes de la desinfección. La turbiedad no debe exceder 5 NTU (Unidades Nefelométricas de Turbiedad) en cualquier momento.
- i) El valor medio determinado de los resultados bacteriológicos de los últimos 7 días para los que se han realizado análisis.
- j) Cloro residual después de un período mínimo de 30 minutos de contacto del cloro con las aguas tratadas. Se considera un límite máximo de 2 mg/l, para evitar la formación de compuestos órgano clorados, tales como los trihalometanos.
- k) Cultivos de comestibles, procesados comercialmente, son aquellos que antes de ser comercializados han recibido un tratamiento químico o físico suficiente para matar organismos patógenos.
- l. Cultivos no comestibles, que incluyen praderas para animales que dan leche, forraje y cultivos de s
- m. Sólidos Suspendidos Totales

3.5 REQUISITOS PARA EL AGUA DESTINADA A RECREACIÓN Y ESTÉTICA.

Estética.

Las aguas servidas tratadas destinadas a estética u ornamentación deben estar exentas de las siguientes sustancias.

- Materias que sedimenten formando depósitos indeseables.
- Desechos flotantes, aceites, espumas y sólidos de cualquier tipo.
- Sustancias que produzcan olor, color, sabor o turbiedad
 - Materia en concentraciones o combinaciones que sean tóxicas o que produzcan reacciones fisiológicas indeseables en seres humanos, peces animales o plantas.
 - Sustancias y condiciones o combinación de estas, en concentraciones que

produzcan vida acuática indeseable y eutroficación.

Recreación sin contacto directo.

El agua destinada a la recreación sin contacto directo debe ser sometida al menos a un tratamiento secundario, con filtración y desinfección. Debe cumplir con los siguientes requisitos.

TABLA 3-3: Requisitos para agua destinada a recreación sin contacto directo

Característica	Requisitos
pH	6,0 - 9,0
Temperatura	$\pm 3^{\circ}\text{C}$ de la temperatura normal
Sólidos flotantes visibles y espumas no naturales	Ausentes
Claridad	Visualización de disco Secchi a 1,5 m.
Aceites flotantes y grasas	Máximo 5 mg/l
Aceites y grasas emulsionadas	Máximo 10 mg/l
Color, escala platino cobalto	Máximo 50 unidades.
Turbiedad	30 unidades máximo
Coliformes fecales	Ausentes
DBO	< 5,0 mg/l
Cloro residual	< 5,0 mg/l
Substancias que produzcan olores desagradables	Ausentes

3.6 REQUISITOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA VIDA ACUÁTICA Y ACUICULTURA.

Las aguas recicladas, destinadas a ser usadas para vida acuática deben cumplir con los requisitos de tratamientos y calidad que se indican en la Tabla 3-4:

TABLA 3-4: REUTILIZACIÓN PARA ACUICULTURA

Procesos de tratamiento y parámetros de calidad, recomendados para aguas recuperadas y reutilizadas en la industria de Acuicultura.

Tipo de Reutilización	Proceso Recomendado para Tratamiento	Parámetros Recomendados para calidad de aguas
Para la cultivo de comida y peces ornamentales, camarones y mariscos	· Tratamiento secundario (a)	· pH = 6.0-9.0
	· Filtración (b)	· DBO = 20 mg/L (d)
	· Desinfección (c)	· Turbiedad = 3.0 NTU (e)
		· Coliformes fecales =< 200/100 mL (f)
		· Cloro residual = 0.5 –1.0 mg/L (max) (g)
Para el cultivo de plantas acuáticas, como lechuga marina, jacinto, etc.	· Tratamiento secundario (a)	· DO = > 5 mg/L
	· Desinfección (c)	· pH = 6.0 - 9.0
		· DBO = 30 mg/L (d)
		· SST = 30 mg/L
		· Coliformes fecales < 500/100 MI (e)
		· Cloro residual = 0.5–1.0 mg/L (max) (g)

Notas:

a) Los procesos de tratamiento secundarios, incluyen lodos activados, reactores consecutivos, filtros de flujo lento, unidades rotatorias de contacto biológico y varios sistemas de estabilización en lagunas.

b) Filtración, definido como el proceso de procesar aguas por suelos naturales o filtros naturales como arena y antracita.

c) Desinfección, definido como la destrucción, desactivación, remoción de organismos patógenos mediante procesos químicos, biológicos o físicos. La desinfección puede ser realizada con cloro, ozono, radiación UV, procesos con membranas u otros procesos conocidos.

d) Determinado por una prueba de DBO durante 5 días.

e) Deben cumplir con el límite de turbiedad antes de la desinfección. La turbiedad no debe exceder 5 NTU en ningún momento.

f) El valor medio determinado de los resultados bacteriológicos de los últimos 7 días para los que se han realizado análisis.

g) Cloro residual después de un período mínimo de 30 minutos de contacto del cloro con las aguas tratadas.

Si se presentaran sustancias biotóxicas estas deben ser determinadas por el bioensayo correspondiente. El valor obtenido se expresa en LTm96, debiendo utilizarse los factores de seguridad que se indican a continuación

TABLA 3-5: Factores de seguridad para diferentes tóxicos

Tóxico	Factor de seguridad
Pesticidas	1/100 de la LTm96
Metales pesados	1/100 de la LTm96
Cianuros	1/10 de la LTm96
Tóxico no acumulativo	1/10 de la LTm96
Tóxico acumulativo y persistente	1/100 de la LTm96
Detergentes	1/10 de la LTm96

Para organismos filtradores debe cumplirse con la parte bacteriológica que establecen las disposiciones sobre alimentos en lo que se refiere a la crianza y recolección de estos.

Este tipo de uso del agua reciclada deberá respetar los límites máximos para la presencia de metales pesados, con el propósito de preservar la fauna íctica y la vida acuática, acuerdo a lo indicado en la Tabla 3-6:

Tabla 3.6. Límites máximos para metales pesados en aguas destinadas a acuicultura y vida acuática

Parámetro	Expresión	Unidad	Límite máximo
Aluminio	Al	mg/L	0,100
Arsénico	As	mg/L	0,050
Cadmio	Cd	mg/L	0,800
Cromo	Cr	mg/L	0,020
Cobre	Cu	mg/L	0,002
Cianuro	CN	mg/L	0,005
Hierro	Fe	mg/L	0,300
Plomo	Pb	mg/L	0,002
Mercurio	Hg	mg/L	0,001
Níquel	Ni	mg/L	0,065
Nitrógeno amoniacal	NH ₄	mg/L	1,370

Nitrito	NO ₂	mg/L	0,060
Selenio	Se	mg/L	0,001
Plata	Ag	mg/L	0,001
Zinc	Zn	mg/L	0,030

3.7 REQUISITOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA USO URBANO

Las aguas recicladas, destinadas al uso urbano deben cumplir con los requisitos de tratamientos y calidad que se indican en la Tabla 3-7:

TABLA 3-7: REUTILIZACION URBANA

Procesos recomendados para el tratamiento de aguas recuperadas y parámetros para la calidad de aguas recuperadas y reutilizadas para usos urbanos.

Tipo de Reutilización	Proceso de Tratamiento	Parámetros para la Calidad de Aguas
Incluyen riego de cementerios, áreas verdes en caminos públicos, viveros, fabricación de concreto, limpieza de vías públicas y banquetas y áreas de trabajo al aire libre, tales como lavado de autos y otros.	Tratamiento secundario	pH = 6.0 – 9.0
	Desinfección	DBO = <40 mg/L
		SST = <40 mg/L
		Coliformes fecales < 200/100 m/L
		Cloro residual < 2 mg/L

Notas:

- Los procesos de tratamiento secundarios, incluyen lodos activados, reactores consecutivos, filtros de flujo lento, unidades rotatorias de contacto biológico y varios sistemas de estabilización en lagunas.

- Cloro residual después de un período mínimo de 30 minutos de contacto del cloro con las aguas tratadas.

- Desinfección, definido como la destrucción, desactivación, remoción de organismos patógenos mediante procesos químicos, biológicos o físicos. La desinfección puede ser realizada con cloro, ozono, radiación UV, procesos con membranas o otros procesos conocidos.

3.8 REQUISITOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA SER USADAS EN RECUPERACION DE HABITAT

Las aguas recicladas, destinadas a ser usadas en recuperación de hábitat deben cumplir con los

requisitos de tratamientos y calidad que se establecen para riego o para acuicultura en la presente Norma. La autoridad competente deberá decidir cual requisitos deben cumplirse, en función de las características de la vida silvestre del hábitat que se desee recuperar.

3.9 REQUISITOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA SER USADAS EN RECARGA DE ACUIFEROS

Las aguas recicladas, destinadas a ser usadas en recarga de acuíferos deben cumplir con los requisitos de tratamientos y calidad que se establecen en la Tabla 3-8:

TABLA 3-8: RECARGA DE ACUIFEROS SUBTERRANEOS

Procesos de tratamiento y parámetros para la calidad de aguas recuperadas y usadas para recargar acuíferos.

Tipo de Reutilización	Proceso de Tratamiento	Parámetros para la Calidad de aguas
Inyección directa que recarga agua subterránea que es usada o podrá ser usada para uso doméstico (agua potable).	· . Tratamiento secundario	· . pH = 6.0-9.0
	· . Coagulación/floculación	· . DBO = < 5 mg/l
	· . Filtración	· . Turbiedad = < 2 NTU
	· . Extracción de compuestos orgánicos	· . Coliformes fecales =< 2.2/100 ml
	· . Desinfección	· . Cloro residual = < 1 mg/l
Recarga mediante aplicación a la superficie de la tierra (sistema de percolación o infiltración en forma natural)	· . Tratamiento secundario	· . pH = 6.0 - 9.0
	· . Desinfección	· . DBO < 30 mg/L
		· . SST <30 mg/L
		· . Coliformes fecales =<500/100 mL
		· . Cloro residual = < 1 mg/L

Además de lo anterior deben cumplirse los límites máximos para metales pesados, recomendados en esta Norma para aguas de riego.

3.10 REQUISITOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA USO INDUSTRIAL Y COMERCIAL

En el caso de reuso industrial y comercial de las aguas recicladas, se pueden dar una gran variedad de requerimientos, que van desde usos mineros hasta usos industriales tales como refrigeración, los que tienen particulares estándares de calidad físico – química para las aguas. Por

lo anterior sólo se ha normado la calidad bacteriológica, de acuerdo a lo indicado en la Tabla 3-9 adjunta:

TABLA 3-9: REUTILIZACIÓN EN USOS INDUSTRIALES Y COMERCIALES

Procesos de tratamiento y parámetros para la calidad de aguas recuperadas y reutilizadas para usos industriales y comerciales en la República de Panamá.

Tipo de Reutilización	Proceso de Tratamiento	Parámetros para la calidad de agua
Procesos industriales, refrigeración, calderas, etc.	·) Tratamiento secundario (a)	·) pH = 6.0 - 9.0
	·) Filtración (b)	·) DBO = 20 mg/L max (d)
	·) Desinfección (c)	·) Turbiedad = < 3.0 NTU (e)
		·) Coliformes fecales =< 200/100 mL (f)
Usos comerciales, control de incendios, compactación de suelos, concretos, procesos mineros, etc.	·) Tratamiento secundario (a)	·) Cloro residual =< 1.0 mg/L (g)
	·) Desinfección (c)	·) pH = 6.0 - 9.0
		·) DBO = 40 mg/L max (d)
		·) SST = < 40 mg/L max
		·) Coliformes fecales =< 500/100 ml (f)
		Cloro Residual = < 1 mg/L (g)
		·) Turbiedad <15 NTU (e)

Notas:

a) Los procesos de tratamiento secundarios incluyen, lodos activados, reactores consecutivos (sequencing batch reactors), filtros de flujo lento, unidades rotatorias de contacto biológico y varios sistemas de estabilización en lagunas.

b) Filtración, definido como el proceso de procesar aguas por suelos naturales o filtros de arena o antracita.

c) Desinfección, definido como la destrucción, desactivación, remoción de organismos patógenos por maneras químicas, biológicas o físicas. La desinfección puede ser realizada mediante cloración, ozonación, desinfectantes químicos, radiación UV, procesos con membranas o otros procesos conocidos.

d) Determinado por una prueba de DBO de 5 días.

e) Deben cumplir con el límite de turbiedad antes de la desinfección. La turbiedad debe ser basada en un periodo de 24 horas. La turbiedad no debe de exceder 5 NTU en ningún momento.

f) El valor medio determinado de los resultados bacteriológicos de los últimos 7 días para los que se han realizado análisis

g) Cloro residual total medido después de un periodo mínimo de 30 minutos de contacto.

4. TOMA DE MUESTRAS

Generalidades.

Las plantas de tratamiento deberán llevar su propio control de los parámetros señalados en la presente norma, de acuerdo con el tipo de uso que se quiera dar a las aguas tratadas, sin perjuicio de los controles que realice la autoridad competente.

La toma de muestras debe ser efectuada por personal idóneo de un laboratorio acreditado. Debe ser realizada en cada uno de los puntos de evacuación o descarga de las plantas de tratamiento de aguas residuales, siendo responsabilidad de los operadores de la planta.

Los controles de la autoridad competente serán efectuados sin previo aviso, efectuando los muestreos y determinando las características de los efluentes de la planta de tratamiento.

Obtención de la Muestra.

Muestra puntual.

Cada muestra puntual deberá estar constituida por la mezcla homogénea de dos submuestras de igual volumen, extraídas de la superficie y del interior de fluido, debiéndose observar las condiciones de colecta, tipo de envase, preservación y tiempo máximo entre la toma de muestra de acuerdo a lo señalado en la Tabla 4-1 y realizando el análisis correspondiente al método oficial.

Muestra compuesta.

La muestra compuesta esta constituida por una mezcla homogénea de 3 muestras puntuales obtenidas cada 3 horas. Además se deben cumplir las condiciones de extracción de muestras que se señalan en la presente norma.

Las muestras serán puntuales para los parámetros: Color, Temperatura, pH, Sólidos sedimentables, Sulfuros, Cianuros, y Nitrógeno en sus diferentes formas. Las determinaciones de los Sólidos sedimentables, la Temperatura y Oxígeno disuelto deberán ser realizadas en terreno. El pH deberá determinarse en un tiempo inferior a dos horas después de haberse extraído la muestra.

Las muestras serán compuestas para los parámetros: Sólidos suspendidos, DBO, Arsénico, Cadmio, Cobre, Cromo, Mercurio, Níquel, Plomo, Sulfato, Fósforo y Zinc.

Lugar de muestreo

El lugar de muestreo será una cámara o dispositivo especialmente habilitado para tal efecto, en donde concurren previamente mezclados, todos los líquidos provenientes del proceso de tratamiento de las aguas.

La cámara o dispositivo de control deberá ser habilitado por la planta de tratamiento de tal forma que permita realizar sin dificultades el aforo o medición de los caudales descargados con un

sistema universalmente aceptado para estos efectos.

La autoridad competente se reserva la facultad de tomar muestras de control en lugares diferentes si así lo estima conveniente.

4.1 CONDICIONES PARA LA EXTRACCIÓN DE LAS MUESTRAS.

Las muestras deben cumplir las condiciones que se señalan en la Tabla siguiente, en cuanto a tipo de envase, lugar de análisis, envase, preservación, y tiempo.

TABLA 4-1. Lugar de análisis, tipo de envase, preservación y tiempo límite para realizar el análisis en muestras de aguas recicladas

Parámetro	Lugar de análisis	Envase	Preservación	Tiempo
PH	Terreno	P o V	----	---
Temperatura	Terreno	P o V	----	---
Sólidos suspendidos	Laboratorio	P o V	----	24 horas
Sólidos sedimentables	Pref. Terreno	P o V	----	24 horas
DBO ₅	Laboratorio	P o V	Llenar envase, enfriar 2-5 °C. Oscuridad.	24 horas
Arsénico	Laboratorio	P o V	Acidificar a pH < 2 con HCl	1 mes
Cadmio	Laboratorio	P o VB	Acidificar a pH < 2 con HCl	1 mes
Cianuro	Laboratorio	P o V	Agregar NaOH a pH >12. Enfriar a 2-5 °C. Oscuridad	24 horas
Cobre	Laboratorio	P o VB	Acidificar pH <2 con HNO ₃	1 mes
Cromo total	Laboratorio	P o VB	Acidificar pH <2 con HNO ₃	1 mes
Cromo hexavalente	Laboratorio	P o VB	Enfriar a 2-5 °C	24 horas
Fósforo	Laboratorio	V o VB	Acidificar pH <2 con HSO ₄	1 mes
Mercurio	Laboratorio	VB	Acidificar pH <2 con HSO ₄ para mercurio enfriar a 2-5 °C	1 mes
Níquel	Laboratorio	P o VB	Acidificar pH <2 con HNO ₃	1 mes
Nitrógeno amoniacal	Laboratorio	P o V	Acidificar pH <2 con HSO ₄ enfriar a 2-5 °C Oscuridad	24 horas
Plomo	Laboratorio	P o V.B.	Acidificar pH <2 con HNO ₃	1 mes
Sulfatos	Laboratorio	P o V	Enfriar a 2-5 °C	1 semana
Zinc	Laboratorio	P o VB	Acidificar pH <2 con HNO ₃	1 mes
DQO	Laboratorio	V	Acidificar pH <2 con HSO ₄	1 mes

P : Envase plástico V : Envase vidrio VB : Envase vidrio borosilicato

Volúmenes de Muestra.

En el Tabla Nº 4-2 se indican los volúmenes mínimos de muestra a utilizar de acuerdo a los parámetros a determinar

TABLA 4-2. Volúmenes de muestra según parámetro a analizar

Volumen mínimo de muestra	Parámetros
2 litros: Muestra natural	Sólidos sedimentables, DBO ₅ , sólidos suspendidos, sulfatos poder espumógeno y cromo hexavalente.
1 litro: Muestra con ácido nítrico pH 2	Cadmio, cobre, cromo total, níquel plomo y zinc
1 litro: Muestra, ácido clorhídrico pH 2	Aceites, grasas e hidrocarburos
1 litro: Muestra ácido sulfúrico pH 2	Arsénico, fósforo, nitrógeno amoniacal y DQO
300 ml: Muestra con ácido nítrico pH 2	Mercurio
1 litro: Muestra con hidróxido de sodio pH 12	Cianuro
500 ml: Muestra hidróxido de sodio pH 9 y acetato de zinc	Sulfuro

4.2 FRECUENCIA DE LOS MUESTREOS PARA CADA TIPO DE PARAMETRO SE INDICA A CONTINUACION

La frecuencia mínima de muestreos para cada tipo de parámetro que se debe controlar en las plantas de tratamiento de aguas servidas se indica en la tabla 4-3:

TABLA 4-3. Frecuencia mínima de control de muestreo para los distintos parámetros

Parámetro	Frecuencia
Reacción (pH)	Diario
Cloro residual	Diario
Coliformes fecales	Semanal
Conductividad eléctrica	Diario
Sólidos sedimentables	Semanal

Sólidos suspendidos totales	Semanal
Demanda bioquímica de oxígeno	Semanal
Nitrógeno y Fósforo	Mensual
Metales pesados	2 veces al año

5. ENSAYOS

Métodos de análisis oficiales

Serán oficiales los métodos de análisis establecidos en la última edición del "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", publicada por la A.P.H.A., A.W.W.A., y W.P.C.F.. En casos excepcionales debido a condiciones especiales la autoridad competente podrá aceptar modificaciones a los métodos oficiales.

El método de análisis utilizado para cada parámetro, deberá ser el que corresponda para las características específicas de la muestra, debiéndose observar en cada caso, las interferencias y límites de detección de dicho método.

6. APENDICE

- CANADIAN COUNCIL OF RESOURCE AND ENVIRONMENT RESOURCES. Canadian Water Quality Guidelines. 1997.
- COMISION NACIONAL DE RIEGO, CHILE. Estudio Integral de Riego, Proyecto de Aprovechamiento de Aguas Servidas Planta de Tratamiento Santiago Sur. Abril 1998.
- CROOK, JAMES, "Agricultural Irrigation Using Reclaimed Water from Santiago Sur Plant". Chile. Informe Técnico. Estudio Integral de Riego, Proyecto de Aprovechamiento de Aguas Servidas Planta de Tratamiento Santiago Sur. CNR, 1998.
- CROOK, JAMES, "Estrategia para el Reuso de Agua de Santiago-Chile". Documento presentado en la Conferencia Anual de Reuso de Agua, San Diego, California-USA, Febrero de 1996.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, Manual, Guidelines for Water Reuse, 1992.
- ESTUDIO FAO, RIEGO Y DRENAJE, No. 29, rev 1. La Calidad del Agua en la Agricultura. Roma 1987. 172 p.
- MARA, D. And S. CAIRNCROSS, "Guidelines for the Safe Use of Wastewater and Excreta in Agriculture", World Health Organization Publication Center, Albany, New York, 1989.
- NATIONAL FOOD PROCESSORS ASSOCIATION (NFPA), "Statement of the NFPA on the Use of Municipal Sewage in the Production of Foods for Human Consumption", Dublin, California, 1993.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, Use of Reclaimed Water and Sludge Food Crop Production, 1996.

- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Serie de Informes Técnicos 778. Directrices Sanitarias sobre el Uso de Aguas Residuales en Agricultura y Acuicultura. 1989. 90 pag.
- ROWE, DONALD AND ISAM MOHAMMED ABDEL-MAGID, Handbook of Wastewater Reclamation and Reuse, 1995.
- SIERRA ANTÍÑOLO, JOSE; PEÑALVER CAMARA, LUIS. La reutilización de las Aguas residuales. Acondicionamiento y Uso. MOPU, CEDEX España. 1989 216p.
- USEPA, Guidelines for Water Reuse. EPA/625/R-92/004, U.S. Environmental Protection Agency, US Agency for International Development, Washington D.C., 1992.
- WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF), "Water Reuse: Manual of Practice No. 3", WPCF, Alexandria, Virginia, 1989.
- WEF, AWWA, APHA, "Standard Methods for Examination of Water and Wastewater", 19 Edition, 1995.