



**CONTRATO N°.: CLC-GADMCQ-002-2021**



**FASE – 3  
DISEÑO DEFINITIVO**

**MEMORIA TECNICA PLANTAS DE TRATAMIENTO DE  
AGUAS RESIDUALES PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS**

**“ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DEL  
ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL DEL BARRIO  
TRANSERVÍS, CIUADELA DE LOS CHOFERES Y LA  
MARUJITA DE LA PARROQUIA ROSA ZÁRATE DEL  
CANTÓN QUINDÉ, PROVINCIA DE ESMERALDAS.”**

**OCTUBRE 2021**

0	03/10/2021	Para Emisión	Ing. María José Montesdeoca <b>Gerente General MONTESEOACORP. S.A.</b>	Ing. Rodolfo Marcillo <b>Coordinador</b>
Rev.	Fecha	Descripción	Revisó.	Elaboró.

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b> <b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”		<b>FASE - 3</b> Revisión - 0
	<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>		Pág. 2 de 48



## TABLA DE CONTENIDO

1	ANTECEDENTES.....	4
1.1	Proyecto .....	4
1.2	Resumen ejecutivo .....	4
1.3	Objeto.....	5
1.4	Objetivos .....	5
1.5	Alcance de la memoria .....	5
1.6	Ubicación del proyecto .....	5
2	MARCO LEGAL.....	7
2.1	Constitución De La República Del Ecuador .....	7
2.2	El Ministerio del Ambiente .....	9
2.3	Ley de Gestión Ambiental.....	10
2.4	Normas TULAS .....	10
2.5	Ley Orgánica de Salud .....	17
2.6	Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización....	18
3	PARÁMETROS DE DISEÑO .....	20
3.1	Estimación del caudal de diseño.....	20
3.2	Cargas contaminantes de diseño.....	21
4	MARCO TEÓRICO .....	21
4.1	Análisis de tecnologías .....	21
4.1.1	Sistema de Lodos Activados Convencional .....	21
4.1.2	Sistema Híbrido de Aireación combinado con Biocontactores Rotativos.....	22
4.1.3	Análisis de alternativas .....	24
4.1.4	Selección de tecnología de tratamiento .....	24
5	DISEÑO DEL SISTEMA HÍBRIDO DE REACTOR ANAERÓBICO DE FLUJO ASCENDENTE Y BIOCONTACTORES ROTATIVOS – PTAR-002 SECTOR SAN JOSÉ DE TRANSERVIS.....	26
5.1	Sistema híbrido de reactor anaeróbico de flujo ascendente y Biocontactores rotativos .....	26
5.2	Procesos y unidades a implementar en el sistema de tratamiento.....	26
5.3	Descripción del flujo.....	28
5.4	Descripción del proceso.....	29
5.4.1	Tratamiento preliminar y primario .....	30
5.4.2	Sistema de alimentación a la planta de tratamiento .....	30

5.4.3	Tratamiento secundario .....	31
5.4.4	Clarificación – decantador troncocónico .....	35
5.4.5	Tratamiento terciario.....	36
5.4.6	Tratamiento de lodos.....	37
5.4.7	Lecho de secado .....	37
5.4.8	Control de olores .....	38
5.5	Cálculos de diseño .....	38
5.5.1	Tratamiento biológico mediante reactor anaeróbico de flujo ascendente....	38
5.5.2	Tratamiento biológico mediante biocontactores .....	40
5.5.3	Decantación secundaria .....	45
5.6	Imágenes del proceso de construcción, instalación y montaje de los biocontactores rotativos .....	45
5.7	Detalle de obras civiles necesarias para el funcionamiento de la planta de tratamiento.....	47
5.8	Consumo energético.....	47
5.9	Costo operativo .....	48

DOCUMENTO OFICIAL



	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
		Revisión - 0	
<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>		Pág. 4 de 48	

## 1 ANTECEDENTES

### 1.1 Proyecto

<b>ENTIDAD CONTRATANTE</b>	GAD MUNICIPAL QUININDÉ
<b>CONTRATISTA</b>	MONTESDEOCACORP S.A.
<b>SISTEMA DE TRATAMIENTO ALTERNATIVA 1</b>	Tratamiento Híbrido de Aguas Residuales Municipales por Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente y Biocontactores Rotativos
<b>SISTEMA DE TRATAMIENTO ALTERNATIVA 2</b>	Sistema de lodos activados
<b>CAPACIDAD PTAR-001</b>	1309 m <sup>3</sup> /día (15155 L/s)
<b>AFLUENTE</b>	Aguas Residuales Domésticas
<b>UBICACION</b>	Quinindé, Parroquia Rosa Zárate, Sector San José de Transervis

### 1.2 Resumen ejecutivo

En la presente memoria se muestran las especificaciones técnicas de un Sistema Híbrido de Tratamiento, para aguas residuales urbanas generadas en Quinindé, en el sector llamado “San José de Transervis”

La zona donde se desarrolla el proyecto aún no cuenta con servicio público completo de alcantarillado, por lo que se debe implementar una planta para depurar las aguas residuales generadas de los flujos domésticos en el sector.



La solución planteada y diseñada consta de un sistema de tratamiento híbrido Anaerobio - Aerobio, la cual cuenta con etapas o tratamientos en los cuales las cargas contaminantes típicas de este tipo de vertidos (aguas residuales de naturaleza urbana), se van degradando o eliminando, hasta obtener un agua clarificada (efluente de la depuradora).

El sistema consta de una serie de etapas o tratamientos en los cuales las cargas contaminantes típicas de este tipo de vertidos (aguas residuales de naturaleza comercial), se van degradando o eliminando, hasta obtener un agua clarificada (efluente de la depuradora).

Los procesos anaerobios tienen bajos requerimientos energéticos y generan biogás. En el tratamiento de las aguas residuales se producen pocos lodos de purga y se estabiliza la materia orgánica manteniendo los nutrientes fertilizantes.

El tratamiento anaerobio de efluentes líquidos es una tecnología que se ha aplicado para descontaminar aguas residuales de una amplia variedad. La digestión anaerobia reduce el volumen de lodos y facilita el desaguado

El tratamiento consiste en depuración por oxidación para conseguir rendimientos de

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
	<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>	Revisión - 0	
		Pág. 5 de 48	

eliminación de materia orgánica cercanos al 90% y calidad de agua apta para cumplimiento de parámetros según la Tabla 9 del TULSMA Vigente - descarga a un cuerpo de agua dulce.

La planta depuradora (PTAR) estará ejecutada en obra civil (hormigón), contará con los tratamientos de depuración, equipos electromecánicos, accesos de registro para entrada y mantenimiento a las diferentes cámaras o procesos de depuración, necesarios para garantizar el tratamiento de las aguas residuales generadas y la obtención de los rendimientos necesarios en el proceso.

### 1.3 Objeto

La presente Memoria Técnica y de Cálculo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales, tiene como finalidad solicitar la viabilidad del sistema de tratamiento que va a estar ubicado en el Sector Transervis en Quinindé.

### 1.4 Objetivos

- Definir la tecnología más eficiente para el tratamiento de aguas residuales municipales cumpliendo con la normativa ambiental vigente.
- Respetar las normas legales vigentes
- Establecer una solución que ocupe el menor espacio posible y que requiera mínima obra civil.
- Proponer un modelo de gestión para que el proyecto sea sostenible: Menor costo por m<sup>3</sup> en energía e insumos químicos.
- Mejorar el control y la vigilancia de la salud
- Promover buenas prácticas ambientales en la comunidad
- Ahorro en costos de limpieza de pozo sépticos

### 1.5 Alcance de la memoria

El alcance de este documento, es el de diseñar a nivel definitivo los componentes e infraestructuras necesarias para el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas y disposición final del efluente.

- Selección del sistema tratamiento adecuada para el proyecto
- Dimensionamiento de la PTAR

### 1.6 Ubicación del proyecto

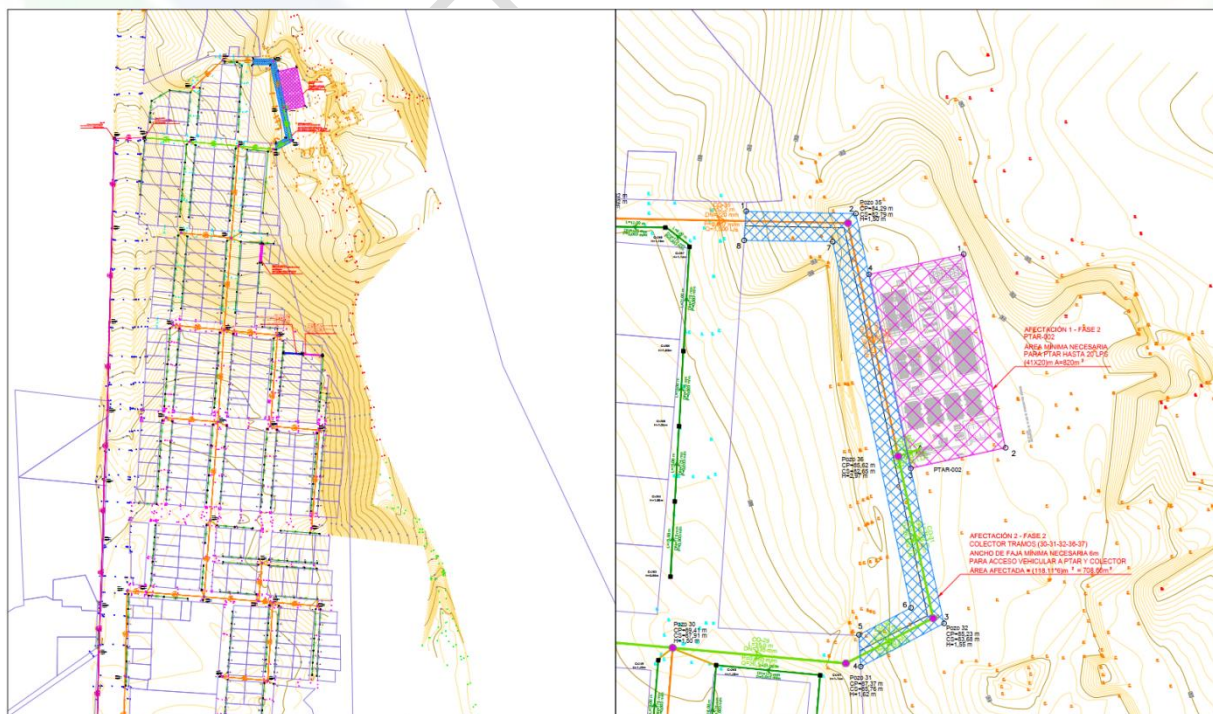
Para acceder a la Parroquia Rosa Zárate y en forma especial los sectores Transervis, Ciudadela De Los Choferes, Portal de Quinindé y La Marujita, existen varias posibilidades, pero principalmente se accede por la vía E20, EL CORREDOR VIAL ESTATAL La independencia – LA Unión – Quinindé, a la altura del Km 105 de la vía Quinindé – La Unión se localiza el sector Marujita a 12 km de la cabecera urbana de Quinindé, este sector se encuentra a filo de carretero dividido a la mitad; mientras que los

sectores Choferes y Transervis se localizan en el km 95.5 de la vía Quindé – La Unión, Choferes en el margen derecho y Transervis en el izquierdo de la carretera principal, ambas están a 2.50km de la urbe.





**Figura 1.** Ubicación del sector (San José de Transervis)

**Fuente.** MONTESDEOCACORP S.A. 2021.



**Figura 2.** Locación de la proyección de la PTAR-002 (San José de Transervis)

**Fuente.** MONTESDEOCACORP S.A. 2021.

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>			
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>			
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”			<b>FASE - 3</b>
	<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>			Revisión - 0
			Pág. 7 de 48	

**Cuadro 1.** Coordenadas poligonales de la proyección de la PTAR-001 (La Marujita)

**Fuente.** MONTESDEOCACORP S.A. 2021

CUADRO DE COORDENADAS - PTAR 002 - TRANSERVIS						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				Y	X
				1	33,836.236	671,905.476
1	2	S 12°07'40.291" E	41.000	2	33,796.151	671,914.089
2	3	S 77°52'28.408" W	20.000	3	33,791.950	671,894.536
3	4	N 12°07'40.290" W	41.000	4	33,832.035	671,885.922
4	1	N 77°52'28.408" E	20.000	1	33,836.236	671,905.476
<b>SUPERFICIE = 820.000 m<sup>2</sup></b>						

## 2 MARCO LEGAL

Actualmente existe un conjunto de leyes y ordenanzas municipales que tienen vigencia dentro de los límites de la obra a realizarse, las mismas que regulan la disposición de las aguas servidas dependiendo del tipo de utilización final que se le desee dar.

Así mismo cuando las aguas residuales han de ser dispuestas para riego, a un cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado público, deben cumplir con ciertos parámetros establecidos, algunos de estos se muestran en las siguientes tablas.

La constitución de la República del Ecuador indica en el Artículo 15 que “el Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto (...)”

En el Marco Legal se ha considerado la vigencia de la Norma Tulas, así como las ordenanzas municipales y Leyes ambientales vigentes.

### 2.1 Constitución De La República Del Ecuador

#### Título II. Derechos - Capítulo primero: Principios de aplicación de los derechos



Art. 10.- Las personas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos son titulares y gozarán de los derechos garantizados en la Constitución y en los instrumentos internacionales. La naturaleza será sujeto de aquellos derechos que le reconozca la Constitución.

#### Capítulo segundo - Derechos del buen vivir. Sección primera: Agua y alimentación

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

#### Capítulo segundo - Derechos del buen vivir. Sección segunda: Ambiente sano

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
	<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>	Revisión - 0 Pág. 8 de 48	

ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

**Capítulo segundo - Derechos del buen vivir. Sección segunda: Ambiente sano**

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria

**Capítulo segundo - Derechos del buen vivir. Sección sexta: Hábitat y vivienda**

Art. 30.- Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica.

**Capítulo segundo - Derechos del buen vivir. Sección séptima: Salud**

Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir

**Capítulo segundo - Derechos del buen vivir. Sección novena: Personas usuarias y consumidoras**

Art. 52.- Las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características.

**Capítulo sexto: Derechos de libertad**

Art. 66.- Se reconoce y garantizará a las personas:

El derecho a una vida digna, que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social y otros servicios sociales necesarios.

El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

**Capítulo noveno: Responsabilidades**



Art. 83.- Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la ley:

Acatar y cumplir la Constitución, la ley y las decisiones legítimas de autoridad competente

Defender la integridad territorial del Ecuador y sus recursos naturales.

Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los



	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
	<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>	Revisión - 0	
		Pág. 9 de 48	

recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

Promover el bien común y anteponer el interés general al interés particular, conforme al buen vivir.

#### **Capítulo cuarto: Régimen de competencias**

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

1. Planificar el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural.
2. Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón.
3. Planificar, construir y mantener la vialidad urbana.
4. Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.
5. Crear, modificar o suprimir mediante ordenanzas, tasas contribuciones especiales de mejoras.
6. Delimitar, regular, autorizar y controlar el uso de las playas de mar, riberas y lechos de ríos, lagos y lagunas, sin perjuicio de las limitaciones que establezca la ley.
7. Preservar y garantizar el acceso efectivo de las personas al uso de las playas de mar, riberas de ríos, lagos y lagunas.

#### **Título VII: Régimen del Buen Vivir**

##### **Capítulo segundo - Biodiversidad y recursos naturales. Sección primera: Naturaleza y ambiente**



Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente. Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.

#### **2.2 El Ministerio del Ambiente**

El Ministerio del Ambiente tiene entre sus funciones:

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>		Revisión - 0	
		Pág. 10 de 48	

- Verificar y coordinar con las instituciones y los organismos encargados de los sistemas de control, el cumplimiento de las normas y leyes de protección ambiental para los recursos agua, aire, suelo, ruido y desechos en general. [SEP]
- Aplicar un sistema de control de las normas y parámetros establecidos y del régimen de permisos y licencias sobre actividades potencialmente contaminantes. [SEP]
- Dirimir los conflictos de competencia que se susciten entre los organismos integrantes del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental. [SEP]

### 2.3 Ley de Gestión Ambiental

Esta ley señala que el Ministerio del Ambiente de la República del Ecuador es el organismo encargado de actuar como rector, coordinador y regulador del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental. [SEP]

Así mismo cuando las aguas residuales han de ser dispuestas para riego, a un cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado público, deben cumplir con ciertos parámetros establecidos. Algunos de estos se muestran en la tabla 2.3.1, que es una transcripción de la tabla 9 del Anexo 1 del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA): norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua.

### 2.4 Normas TULAS

Considerando que el agua residual doméstica generada será descargada a un cuerpo receptor de agua dulce, se considera la tabla 9 del Tulas. Normativa para descarga en Cuerpo de Agua Dulce.

## Norma De Calidad Ambiental Y De Descarga De Efluentes: Recurso Agua



### Introducción

La presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional. La presente norma técnica determina o establece:

- Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
- Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y,
- Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

### Objeto

La norma tiene como objetivo la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>		Revisión - 0	Pág. 11 de 48

lo relativo al recurso agua.

El objetivo principal de la presente norma es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general.

Las acciones tendientes a preservar, conservar o recuperar la calidad del recurso agua deberán realizarse en los términos de la presente Norma

### **Clasificación**

#### **Criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos**



1. Criterios de calidad para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico, previo a su potabilización.
2. Criterios de calidad para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios.
3. Criterios de calidad de aguas para riego agrícola.
4. Criterios de calidad para aguas de uso pecuario.
5. Criterios de calidad para aguas con fines recreativos.

#### **Normas generales de descarga de efluentes**



1. Normas generales para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado como a los cuerpos de agua.
2. Límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para descarga de efluentes al sistema de alcantarillado.
3. Límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor.
  - a) Descarga a un cuerpo de agua dulce.

#### **Normas generales para descarga de efluentes al sistema de alcantarillado**

1. Se prohíbe la descarga de residuos líquidos sin tratar hacia el sistema de alcantarillado, provenientes del lavado y/o mantenimiento de vehículos aéreos y terrestres, así como el de aplicadores manuales y aéreos, recipientes, empaques y envases que contengan o hayan contenido agroquímicos u otras sustancias tóxicas. Las descargas tratadas deben cumplir con los valores establecidos en la Tabla 8
2. Las descargas líquidas provenientes de sistemas de potabilización de agua no deberán disponerse en sistemas de alcantarillado, a menos que exista capacidad de recepción en la planta de tratamiento de aguas residuales, ya sea en funcionamiento o proyectadas en los planes maestros o programas de control de la contaminación, en implementación. En cuyo caso se deberá contar con la autorización de la Autoridad Ambiental Nacional o la Autoridad Ambiental Competente que corresponda.

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
	<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>	Revisión - 0	
		Pág. 12 de 48	

3. Se prohíbe descargar en un sistema público de alcantarillado sanitario, combinado o pluvial cualquier sustancia que pudiera bloquear los colectores o sus accesorios, formar vapores o gases tóxicos, explosivos o de mal olor, o que pudiera deteriorar los materiales de construcción en forma significativa. Esto incluye las siguientes sustancias y materiales, entre otros:
  - a) Fragmentos de piedra, cenizas, vidrios, arenas, basuras, fibras, fragmentos de cuero, textiles, etc. (los sólidos no deben ser descargados ni aun después de haber sido triturados).
  - b) Resinas sintéticas, plásticos, cemento, hidróxido de calcio.
  - c) Residuos de malta, levadura, látex, bitumen, alquitrán y sus emulsiones de aceite, residuos líquidos que tienden a endurecerse.
  - d) Gasolina, petróleo, aceites vegetales y animales, aceites minerales usados, hidrocarburos clorados, ácidos, y álcalis.
  - e) Cianuro, ácido hidrazoico y sus sales, carburos que forman acetileno y sustancias tóxicas.
  
4. La EPS podrá solicitar a la Entidad Ambiental de Control, la autorización necesaria para que los regulados, de manera parcial o total descarguen al sistema de alcantarillado efluentes, cuya calidad se encuentre por encima de los estándares para descarga a un sistema de alcantarillado, establecidos en la presente norma. La EPS deberá cumplir con los parámetros de descarga hacia un cuerpo de agua, establecidos en esta Norma.
  
5. Las descargas al sistema de alcantarillado provenientes de actividades sujetas a regularización, deberán cumplir, al menos, con los valores establecidos en la TABLA 8, en la cual las concentraciones corresponden a valores medios diarios.



	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>			
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>			
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quindiné, provincia de Esmeraldas”			<b>FASE - 3</b>
	<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>			Revisión - 0 Pág. 13 de 48

**Cuadro 2. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público**  
**Fuente. TULAS, 2021**



Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sust. solubles en hexano	mg/l	70,0
Explosivos o inflamables	Sustancias	mg/l	Cero
Alkil mercurio		mg/l	<b>No detectable</b>
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN <sup>-</sup>	mg/l	1,0
Ci nc	Zn	mg/l	10,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg/l	0,1
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Cromo Hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/l	250,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500,0
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Mangane so total	Mn	mg/l	10,0
Me rcuri o (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kje dahl	N	mg/l	60,0
Organofosforados	Especies Totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sólidos Sedimentables	SD	m/l	20,0
Sólidos Suspendidos Total e s	SST	mg/l	220,0
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600,0
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg/l	400,0
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C		< 40,0
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0

### Normas generales para descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce

1. Dentro del límite de actuación, los municipios tendrán la facultad de definir las cargas máximas permisibles a los cuerpos receptores de los sujetos de control, como resultado del balance de masas para cumplir con los criterios de calidad para defensa de los usos asignados en condiciones de caudal crítico y cargas contaminantes futuras. Estas cargas máximas serán aprobadas y validadas por la Autoridad Ambiental Nacional y estarán consignadas en los permisos de descarga.

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
	<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>	Revisión - 0 Pág. 14 de 48	

2. Si el sujeto de control es un municipio, este podrá proponer las cargas máximas permisibles para sus descargas, las cuales deben estar justificadas técnicamente; y serán revisadas y aprobadas por la Autoridad Ambiental Nacional.
3. La determinación de la carga máxima permisible para una descarga determinada se efectúa mediante la siguiente relación desarrollada a través de un balance de masa, en el punto de descarga, en cualquier sistema consistente de unidades:
  - a)  $Q_e.C_e = (Q_e + Q_r)C_c - Q_r.C_r$  En donde:
  - b)  $C_e$  = concentración media diaria (del contaminante) máxima permitida en la descarga (o efluente tratado), para mantener el objetivo de calidad en el tramo aguas abajo de la descarga, en condiciones futuras.
  - c)  $C_c$  = concentración media diaria igual al criterio de calidad para el uso asignado en el tramo aguas abajo de la descarga.
  - d)  $C_r$  = concentración del contaminante en el tramo aguas arriba de la descarga, cuyo valor debe ser menor que la concentración que el criterio de calidad  $C_c$ .
  - e)  $Q_r$  = caudal crítico de cuerpo receptor, generalmente correspondiente a un período de recurrencia de 10 años y siete días consecutivos o caudal con una garantía del 85%, antes de la descarga o caudal ambiental.
  - f)  $Q_e$  = Caudal de la descarga en condiciones futuras (generalmente se considera de 25 años, período que es el utilizado en el diseño de las obras de descontaminación).
4. Ante la inaplicabilidad para un caso específico de algún parámetro establecido en la presente norma o ante la ausencia de un parámetro relevante para la descarga bajo estudio, la Autoridad Ambiental Nacional deberá establecer los criterios de calidad en el cuerpo receptor para los caudales mínimos y cargas contaminantes futuras. La carga máxima permisible que deberá cumplir el sujeto de control será determinada mediante balance de masa del parámetro en consideración.
5. La Entidad Ambiental de Control determinará el método para el muestreo del cuerpo receptor en el área de afectación de la descarga, esto incluye el tiempo y el espacio para la realización de la toma de muestras.
6. Para el caso en el cual el criterio de calidad es la concentración de bacterias, la correspondiente modelación bacteriana es de carácter obligatorio, como parte de un Plan Maestro de Control de la Contaminación del Agua.
7. En los tramos del cuerpo de agua en donde se asignen usos múltiples, las normas para descargas se establecerán considerando los valores más restrictivos de cada uno de los parámetros fijados para cada uno.
8. En condiciones especiales de ausencia de estudios del cuerpo receptor, se utilizarán los valores de la TABLA 9 de limitaciones a las descargas a cuerpos de agua dulce, con el aval de la Autoridad Ambiental Competente. Las concentraciones corresponden a valores medios diarios.
9. Los lixiviados generados en los rellenos sanitarios cumplirán con las normas fijadas considerando el criterio de calidad de acuerdo al uso del cuerpo receptor.

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
		Revisión - 0	
<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>		Pág. 15 de 48	



### Cuadro 3. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Fuente. TULAS, 2021

<b>TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE - TULSMA</b>			
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sust. solubles en hexano	mg/l	30
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2
Boro Total	B	mg/l	2
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN <sup>□</sup>	mg/l	0,1
Cinc	Zn	mg/l	5
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Ext. carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl <sup>□</sup>	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	2000
Color real <sup>1</sup>	Color real	unidades de color	Inapreciable en dilución: ene-20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	200
Estaño	Sn	mg/l	5
Fluoruros	F	mg/l	5
Fósforo Total	P	mg/l	10
Hierro total	Fe	mg/l	10
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Mangane so total	Mn	mg/l	2
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l	30
Nitrógeno Total Kl	N	mg/l	50
Compuestos Organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		6-sep
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	130
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>□</sup> 2	mg/l	1000
Sulfuros	□ 2	mg/l	0,5
	S		
Temperatura	oC		Condición natural ± 3
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1

<sup>1</sup> La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida



	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
		Revisión - 0	
<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>		Pág. 16 de 48	

Con respecto a la contaminación por ruido, en el libro VI, Anexo 5:

Los niveles de presión sonora equivalente, NPSeq, expresados en decibeles, en ponderación con escala A, que se obtengan de la emisión de una fuente fija emisora de ruido, no podrán exceder los valores que se fijan en la cuadro 4.

**Cuadro 4 Niveles máximos de ruido permisibles**

TIPO DE ZONA SEGÚN USO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS eq [dB(A)]	
	DE 06H00 A 20H00	DE 20H00 A 06H00
DE SUELO		
Zona hospitalaria y educativa	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial mixta	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Comercial mixta	65	55
Zona Industrial	70	65

Los métodos de medición del nivel de presión sonora equivalente, ocasionado por una fuente fija, y de los métodos de reporte de resultados, serán aquellos fijados en esta norma.

Para fines de verificación de los niveles de presión sonora equivalentes estipulados en la Tabla 4.2, emitidos desde la fuente de emisión de ruidos objeto de evaluación, las mediciones se realizarán, sea en la posición física en que se localicen los receptores externos a la fuente evaluada, o, en el límite de propiedad donde se encuentra ubicada la fuente de emisión de ruidos.

En las áreas rurales, los niveles de presión sonora corregidos que se obtengan de una fuente fija, medidos en el lugar donde se encuentre el receptor, no deberán superar al nivel ruido de fondo en diez decibeles A [10 dB(A)].

Las fuentes fijas emisoras de ruido deberán cumplir con los niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos correspondientes a la zona en que se encuentra el receptor.



En aquellas situaciones en que se verifiquen conflictos en la definición del uso de suelo, para la evaluación de cumplimiento de una fuente fija con el presente reglamento, será la Entidad Ambiental

Se prohíbe la emisión de ruidos o sonidos provenientes de equipos de amplificación u otros desde el interior de locales destinados, entre otros fines, para viviendas, comercios, servicios, discotecas y salas de baile, con niveles que sobrepasen los límites determinados para cada zona y en los horarios establecidos en la presente norma.

### **Ley De Prevención Y Control De Contaminación Ambiental.**

#### **De la Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas**



	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
	<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>	Revisión - 0 Pág. 17 de 48	

Art. 16.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna y a las propiedades.

Art. 17.- El Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI), en coordinación con los Ministerios de Salud y Defensa, según el caso, elaborarán los proyectos de normas técnicas y de las regulaciones para autorizar las descargas de líquidos residuales, de acuerdo con la claridad de agua que deba tener el cuerpo receptor.

Art. 18.- El Ministerio de Salud fijará el grado de tratamiento que deban tener los residuos líquidos a descargar en el cuerpo receptor, cualquiera sea su origen.

Art. 19.- El Ministerio de Salud, también, está facultado para supervisar la construcción de las plantas de tratamiento de aguas residuales, así como de su operación y mantenimiento, con el propósito de lograr los objetivos de esta Ley.

La salubridad es una condición que influye en gran medida en la salud de la población. Al tratar las aguas servidas y resolver los problemas sanitarios se reducen los focos infecciones y el pasivo ambiental que puede llegar a ser nocivo para la salud.

El tener un sistema de tratamiento adecuado va a reducir el uso de pozos sépticos que, de no funcionar correctamente puede causar brotes infecciones y enfermedades.



Por lo antes expuesto y con la finalidad de mejorar la calidad de vida y fortalecer la prevención y la vigilancia de la salud de la población.

## 2.5 Ley Orgánica de Salud

La ley orgánica de la salud, N° 2006-67, (Suplemento del Registro Oficial 423, 22-XII-2006) deroga al Código de la salud.

En el libro segundo, salud y seguridad ambiental, en el Art. 95, esta ley menciona que: la autoridad sanitaria nacional en coordinación con el Ministerio de Ambiente establecerá las normas básicas para la preservación del ambiente en materias relacionadas con la salud humana, las mismas que serán de cumplimiento obligatorio para todas las personas naturales, entidades públicas, privadas y comunitarias.

Así mismo, en el Art. 113, se dice que: Toda actividad laboral, productiva, industrial, comercial, recreativa y de diversión; así como las viviendas y otras instalaciones y medios de transporte, deben cumplir con lo dispuesto en las respectivas normas y reglamentos sobre prevención y control, a fin de evitar la contaminación por ruido, que afecte a la salud humana.

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
	<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>	Revisión - 0 Pág. 18 de 48	

El Art. 103 prohíbe a toda persona, natural o jurídica, descargar o depositar aguas servidas y residuales, sin el tratamiento apropiado, conforme lo disponga el reglamento correspondiente, en ríos, mares, canales, quebradas, lagunas, lagos y otros sitios similares. Se prohíbe también su uso en la cría de animales o actividades agropecuarias.

## **2.6 Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización.**

El COOTAD, Ley 0, (Suplemento de Registro Oficial 303 de 19 de octubre de 2010) El artículo 54, son funciones de los gobiernos autónomos descentralizados municipales las siguientes:

k) Regular, prevenir y controlar la contaminación ambiental en el territorio cantonal de manera articulada con las políticas ambientales nacionales;



El artículo 54, literal d) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley;

Art. 136.- Ejercicio de las competencias de gestión ambiental.- De acuerdo con lo dispuesto en la Constitución, el ejercicio de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza a través de la gestión concurrente y subsidiaria de las competencias de este sector, con sujeción a las políticas, regulaciones técnicas y control de la autoridad ambiental nacional, de conformidad con lo dispuesto en la ley.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales establecerán, en forma progresiva, sistemas de gestión integral de desechos, a fin de eliminar los vertidos contaminantes en ríos, lagos, lagunas, quebradas, esteros o mar, aguas residuales provenientes de redes de alcantarillado, público o privado, así como eliminar el vertido en redes de alcantarillado.

Art. 137.- Ejercicio de las competencias de prestación de servicios públicos. - Las competencias de prestación de servicios públicos de agua potable, en todas sus fases, las ejecutarán los gobiernos autónomos descentralizados municipales con sus respectivas normativas y dando cumplimiento a las regulaciones y políticas nacionales establecidas por las autoridades correspondientes. Los servicios que se presten en las parroquias rurales se deberán coordinar con los gobiernos autónomos descentralizados de estas jurisdicciones territoriales y las organizaciones comunitarias del agua existentes en el cantón.

Las competencias de prestación de servicios públicos de alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, y actividades de saneamiento ambiental, en todas sus fases, las ejecutarán los gobiernos autónomos descentralizados municipales con sus respectivas normativas. Cuando estos servicios se presten en las parroquias

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b> Revisión - 0	
<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>		Pág. 19 de 48	

rurales se deberá coordinar con los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales.

**Cuadro 5** Niveles máximos permisibles por cuerpo receptor  
Fuente Resolución 002 Normativa del Distrito Metropolitano de Quito

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
			Alcantarillado	Cauce de agua
Aceites y grasas	A y G	mg/l	70	30
Aluminio	Al	mg/l	5,0	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1	0,1
Bario	Ba	mg/l	-	2,0
Boro Total	B	mg/l	-	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02	0,02
Cianuro Total	CN <sup>-</sup>	mg/l	1,0	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	-	0,5
Cloroformo	Ext. carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1	0,1
Cloruros	CL <sup>-</sup>	mg/l	-	1 000
Cobre	Cu	mg/l	2,0	2,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	-	Remoción >al 99,9%
Color real	Color real	Unidades de color	-	*Inapreciable en dilución:1/20
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2	0,2
Cromo Hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,5	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/l	170	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	350	160
Estaño	Sn	mg/l	-	5,0
Fluoruros	F	mg/l	-	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	15	10
Hierro	Fe	mg/l	25	10
Hidrocarburos Totales	TPH	mg/l	20	10
Materia flotante	Visible	-	Ausencia	Ausencia
Manganeso	Mn	mg/l	10,0	2,0
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0	2,0
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l	-	30
Nitrógeno Total kjedahl	N	mg/l	60,0	50,0
Compuestos Organoclorados	Organoclorados Totales	mg/l	0,05	0,05
Organofosforados y carbamatos	Organofosforados Totales	mg/l	0,1	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,5	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,5	0,2
Potencial de hidrógeno	PH	-	6-9	6-9
Selenio	Se	mg/l	0,5	0,1
Sulfuros	S	mg/l	1,0	0,5
Sólidos Suspendidos	SS	mg/l	100	80

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE	
			Alcantarillado	Cauce de agua
Aceites y grasas	A y G	mg/l	70	30
Sulfatos	SO <sub>4</sub>	mg/l	400	1000
Temperatura	-	°C	< 40	< 35
Tensoactivos	Substancias activas al azul de metileno.	mg/l	1	0,5
Turbidez	-	NTU	-	**
Zinc	Zn	mg/l	2,0	2,0



Fuente: Autoridad Ambiental Distrital, 2013

Notas:

\* La apreciación del color se estima sobre 10 ml de muestra diluida

\*\* No se incrementará en 5 unidades, la turbidez del cuerpo receptor



	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>			
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>			
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”			<b>FASE - 3</b>
	<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>			Revisión - 0 Pág. 20 de 48

### 3 PARÁMETROS DE DISEÑO

#### 3.1 Estimación del caudal de diseño

El caudal de diseño está definido dentro de los estudios de los efluentes del sector, resultando en un flujo consolidado de 15.16 L/s

**Cuadro 6 Caudal de diseño para PTAR-002 sector San José de Transervis  
Fuente MONTESDEOCACORP S.A. 2021.**

ID	ETIQUETA	POZO DE INICIO	COTA DE INICIO	POZO DE LLEGADA	COTA DE LLEGADA	LONGITUD (m)	POBLACIÓN FUTURA	CAUDAL MEDIO(L/S)	M CALCULADO	CAUDAL DE INFILTRACIÓN(L/S)	AGUAS ILÍCITAS(L/S)	CAUDAL DE DISEÑO(L/S) POR TRAMO	CAUDAL ACUMULADO(L/S)
102	CO-35	Pozo 33	88.22	Pozo 34	86.32	41.2	66.9	0.093	1.00	0.041	0.00	0.134	1.50
104	CO-36	Pozo 34	86.32	Pozo 35	82.79	52.2	25.1	0.035	1.00	0.052	0.00	0.087	1.50
105	CO-37	Pozo 35	82.79	Pozo 36	82.65	49.3	32.4	0.045	1.00	0.049	0.00	0.094	1.50
98	CO-33	Pozo 28	94.17	Pozo 29	90.13	46.9	28.2	0.039	1.00	0.047	0.00	0.086	10.24
99	CO-34	Pozo 29	90.13	Pozo 30	87.91	50.6	59.3	0.082	1.00	0.051	0.00	0.133	10.37
84	CO-27	Pozo 26	95.70	Pozo 27	92.33	51.9	73.1	0.102	1.00	0.052	0.00	0.153	1.50
72	CO-21	Pozo 20	106.11	Pozo 21	103.95	52.7	67.2	0.093	1.00	0.053	0.00	0.146	1.50
75	CO-22	Pozo 22	108.74	Pozo 23	108.40	101.7	21.4	0.030	1.00	0.102	0.00	0.131	1.50
77	CO-23	Pozo 23	108.40	Pozo 24	108.25	51.1	66.2	0.092	1.00	0.051	0.00	0.143	1.50
78	CO-24	Pozo 24	108.25	Pozo 25	104.09	94.3	48.7	0.068	1.00	0.094	0.00	0.162	1.50
70	CO-20	Pozo 25	104.09	Pozo 21	103.95	55.3	89.6	0.124	1.00	0.055	0.00	0.180	1.50
66	CO-18	Pozo 18	109.50	Pozo 19	107.73	53.6	64.9	0.090	1.00	0.054	0.00	0.144	1.50
32	CO-1	Pozo 1	111.95	Pozo 2	111.50	31.2	184.0	0.256	1.00	0.031	0.00	0.287	1.50
34	CO-2	Pozo 2	111.50	Pozo 3	111.02	55.5	55.2	0.077	1.00	0.056	0.00	0.132	1.50
36	CO-3	Pozo 3	111.02	Pozo 4	110.32	55.5	0.0	0.000	1.00	0.056	0.00	0.056	1.50
38	CO-4	Pozo 4	110.32	Pozo 5	110.09	75.5	85.2	0.118	1.00	0.076	0.00	0.194	1.50
40	CO-5	Pozo 5	110.09	Pozo 6	109.85	79.5	88.9	0.123	1.00	0.080	0.00	0.203	1.50
42	CO-6	Pozo 6	109.85	Pozo 7	109.62	79.0	53.6	0.074	1.00	0.079	0.00	0.153	1.50
44	CO-7	Pozo 7	109.62	Pozo 8	109.35	88.0	70.4	0.098	1.00	0.088	0.00	0.186	1.50
46	CO-8	Pozo 8	109.35	Pozo 9	109.29	19.8	32.7	0.045	1.00	0.020	0.00	0.065	1.50
48	CO-9	Pozo 9	109.29	Pozo 10	108.04	59.8	50.0	0.069	1.00	0.060	0.00	0.129	1.50
55	CO-12	Pozo 13	108.40	Pozo 14	108.26	46.2	120.1	0.167	1.00	0.046	0.00	0.213	1.50
51	CO-10	Pozo 11	111.25	Pozo 12	110.96	46.8	115.4	0.160	1.00	0.047	0.00	0.207	1.50
53	CO-11	Pozo 12	110.96	Pozo 14	108.26	81.1	96.8	0.135	1.00	0.081	0.00	0.216	1.50
57	CO-13	Pozo 14	108.26	Pozo 16	108.21	14.9	40.4	0.056	1.00	0.015	0.00	0.071	1.50
59	CO-14	Pozo 15	110.05	Pozo 16	108.21	39.5	59.2	0.082	1.00	0.040	0.00	0.122	1.50
60	CO-15	Pozo 16	108.21	Pozo 10	108.04	56.3	10.5	0.015	1.00	0.056	0.00	0.071	1.50
62	CO-16	Pozo 10	108.04	Pozo 17	107.81	79.5	48.3	0.067	1.00	0.080	0.00	0.147	2.45
64	CO-17	Pozo 17	107.81	Pozo 19	107.73	101.9	25.5	0.035	1.00	0.102	0.00	0.137	2.59
68	CO-19	Pozo 19	107.73	Pozo 21	103.95	95.2	48.9	0.068	1.00	0.095	0.00	0.163	2.89
82	CO-26	Pozo 21	103.95	Pozo 27	92.33	95.3	49.8	0.069	1.00	0.095	0.00	0.164	3.82
86	CO-28	Pozo 27	92.33	Pozo 30	87.91	95.3	108.0	0.150	1.00	0.095	0.00	0.245	4.22
88	CO-29	Pozo 30	87.91	Pozo 31	85.76	35.9	109.7	0.152	1.00	0.036	0.00	0.188	14.78
90	CO-30	Pozo 31	85.76	Pozo 32	83.73	20.3	0.0	0.000	0.00	0.020	0.00	0.020	14.80
92	CO-31	Pozo 32	83.68	Pozo 36	82.65	34.3	0.0	0.000	0.00	0.034	0.00	0.034	14.84
95	CO-32	Pozo 36	82.65	PTAR	82.63	4.8	0.0	0.000	0.00	0.005	0.00	0.005	15.16

CAUDAL PARA PTAR - 002 UBICADA EN EL SECTOR MARUJITA, RECOLECTA DE LOS SECTORES (PORTAL DE QUININDE Y CHOFRERES) de los cuales aportan con un caudal de 10.153/s al pozo 28 del alcantarillado en Transervis

**15.16**

### 3.2 Cargas contaminantes de diseño

Siendo un proyecto que genera exclusivamente efluentes domésticos, se han estimado los siguientes parámetros de composición de las aguas residuales:

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR
DBO <sub>5</sub>	mg/l	175
DQO	mg/l	350
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/l	150
NITROGENO TOTAL KJELDAHL	mg/l	40
pH		6 - 9
ACEITES Y GRASAS	mg/l	20

Se considera que los locales comerciales con preparación de comida tendrán sus propias trampas de grasas adecuadas y efectivas, además de una trampa de grasas general del sitio.

De acuerdo al requerimiento, el sistema propuesto logrará tratar las aguas residuales para cumplir adecuadamente con la normativa vigente para descarga a un cuerpo de agua dulce (río, aguas lluvias, etc.) según Tabla 9 del Acuerdo Ministerial 061 del Ministerio de Ambiente:

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR
DBO <sub>5</sub>	mg/l	100
DQO	mg/l	200
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/l	130
PH		6- 9
ACEITES Y GRASAS	mg/l	30



## 4 MARCO TEÓRICO

### 4.1 Análisis de tecnologías

#### 4.1.1 Sistema de Lodos Activados Convencional

El proceso de lodos activados tiene como objetivo la remoción de la materia orgánica, en términos de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), de las aguas residuales. La remoción de la DBO se logra por la conversión biológica realizada por microorganismos de la DBO en CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O y en nuevas células de microorganismos, en presencia de oxígeno molecular. Los microorganismos formados se separan por sedimentación gravimétrica, una parte se re circula al tanque de aeración para mantener una biomasa adecuada a la concentración de materia orgánica presenta en las aguas residuales y el resto son removidos.

La combinación de microorganismos y agua residual se conoce como lodo activado. Los lodos en el reactor biológico están sujetos a un proceso de auto oxidación, conocido

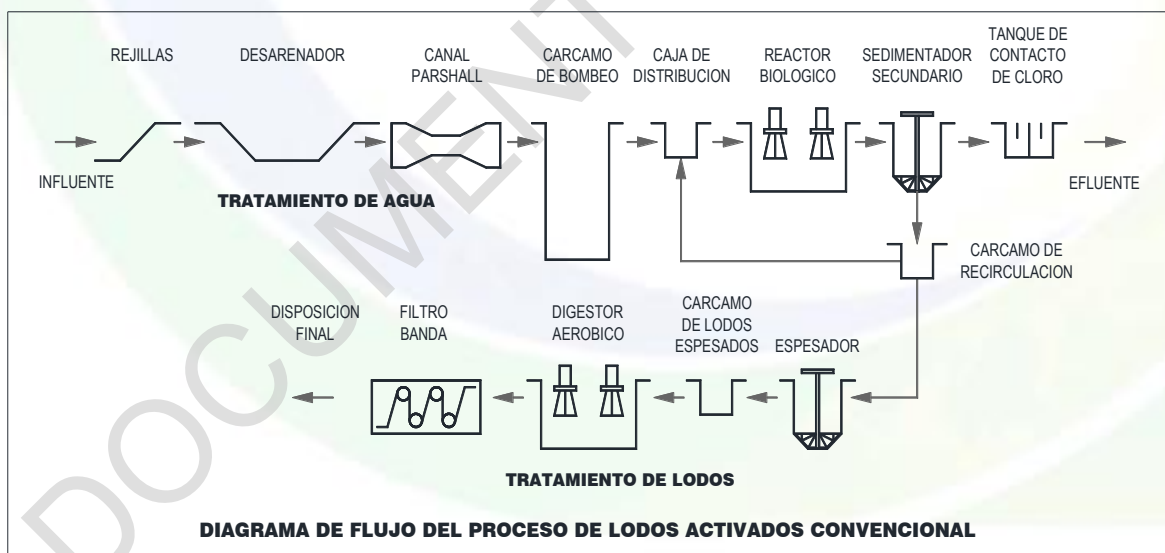
	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b> <b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>	 SERVICIOS DE CONSULTORÍA E INGENIERÍA <b>MONTSEOCORP. S.A.</b>	
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”		<b>FASE - 3</b> Revisión - 0
	<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>		Pág. 22 de 48

como respiración endógena, proceso que también consume oxígeno.

El oxígeno requerido para el funcionamiento del proceso se suministra por medio de aireadores mecánicos o por compresores (comúnmente son sopladores) que inyectan aire comprimido a través de difusores. Los aireadores mecánicos pueden ser de turbina sumergida o superficial de alta o baja velocidad.



Debido a que en el tanque de aireación se producen microorganismos (lodo activado) por su propia reproducción, una cierta cantidad se debe desechar del sistema con objeto de mantener constante su concentración en el reactor biológico; esto es lo que se conoce como purgado de lodos. Los lodos que no son retornados al sistema de tratamiento y que son desechados, tienen que pasar por procesos de estabilización y de deshidratación antes de su disposición final. El hecho de generar lodos en el sistema encarece los costos de inversión de las obras en su totalidad, por el tratamiento adicional que se le tienen que dar a los lodos.

El tren de tratamiento de esta alternativa lo conforman las siguientes unidades 1.- Tratamiento Primario (rejillas, desarenador, cárcamo de bombeo y caja de distribución), 2.- Reactor biológico (tanque de aireación), 3.- Sedimentación secundaria, 4.- Tanque de contacto de cloro, 5.- Espesamiento de lodos 6.- Digestión de lodos, y 7.- Deshidratado de lodos por medio de filtro banda como se ilustra en la figura siguiente:



#### 4.1.2 Sistema Híbrido de Aireación combinado con Biocontactores Rotativos

Aprovechando las ventajas de los procesos conocidos como Lodos Activados y Biocontactores Rotativos, se combinaron, y se obtuvo como resultado un proceso muy resistente en cuanto a las variaciones en la descarga hidráulica y bioquímica, la degradación de la contaminación bioquímica comienza por la homogeneización de la materia orgánica, con esto se producen microorganismos aeróbicos en suspensión, la biodegradación se produce en los bio-contactores rotativos por medio del biocultivo que

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUINDÉ</b> <b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quindé, provincia de Esmeraldas”		<b>FASE - 3</b>
	<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>		Revisión - 0
			Pág. 23 de 48

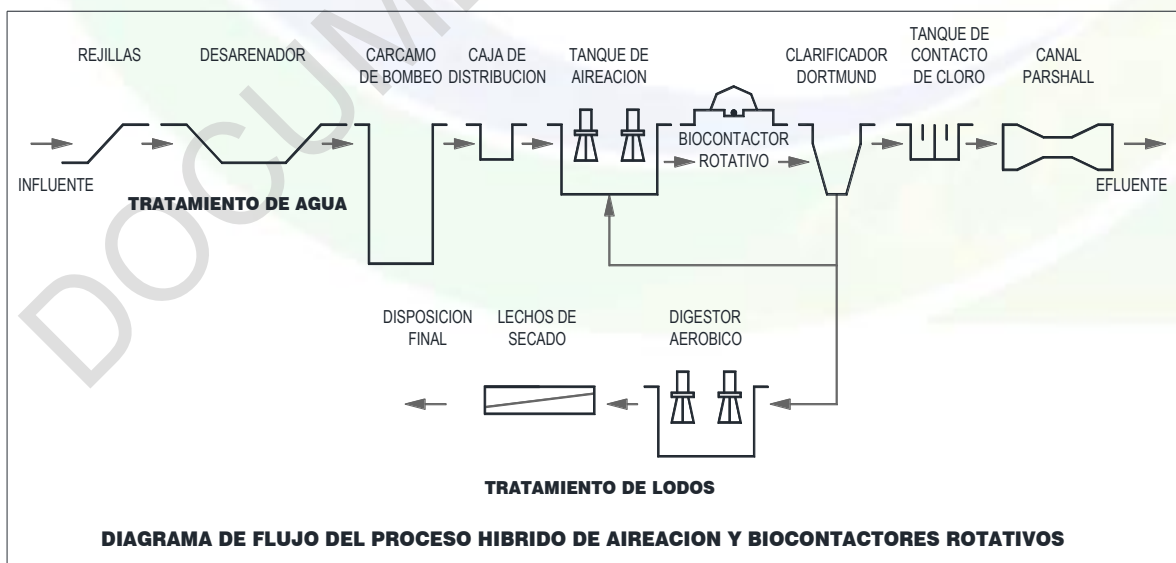
crece de manera natural y espontanea sobre la superficie extendida del bio-contactor en rotación como consecuencia de la aireación previa. La rotación de los bio-contactores suministra una oxigenación muy elevada a los microorganismos del biocultivo que es el alimento necesario para su crecimiento, también permite re circular constantemente los lodos en el proceso, por lo que aumenta de manera importante su capacidad de tratamiento en función de la superficie extendida de contacto teniendo tiempos de retención muy cortos. Los lodos secundarios se separan en los tanques de sedimentación secundaria (clarificadores) permitiendo que los sólidos que quedan después del paso por los bio-contactores, emulsionen.

Después de estos pasos, el agua obtenida cumpliendo con la norma vigente, se vierte de nuevo en los cuerpos receptores, o se puede reutilizar en los sectores que lo requieran.

Los lodos no estabilizados se pueden retornar por bombeo al tanque de aireación o biotinas, debido a los elevados niveles de oxígeno disuelto en el proceso y de esa manera aumentar la eficiencia del mismo.

El lodo de desecho se bombea a un digestor de lodos aeróbico para su estabilización anaeróbica y una vez estabilizados se bombean a los lechos de secado para deshidratarlos.

El tren de tratamiento de esta alternativa lo conforman las siguientes unidades 1.- Tratamiento Primario (rejillas, desarenador, cárcamo de bombeo y caja de distribución), 2.- Tanque de Aireación, 3.- Biocontactores Rotativos, 4.- Clarificador Dortmund, 5.- Tanque de contacto de cloro 6.- Digestión anaeróbica de lodos, y 7.- Deshidratado de lodos por medio de Lechos de Secado como se ilustra en la figura siguiente:



#### 4.1.3 Análisis de alternativas

TRATAMIENTO	CONSUMO DE ENERGIA	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		REMOCION DE CONTAMINANTES	AREA REQUERIDA	INVERSION DE CAPITAL
		PERSONAL	COSTOS			
LODOS ACTIVADOS	ALTO	ALTAMENTE CALIFICADO	MUY ALTO	ALTA EFICIENCIA	MEDIA	MUY ALTO
AIREACION EXTENDIDA	MUYALTO	ALTAMENTE CALIFICADO	MUY ALTO	ALTA EFICIENCIA	MEDIA	MUY ALTO
SISTEMA DUAL HIBRIDO DE AIREACION Y BIOCONTACTORES ROTATIVOS	BAJO	NO CALIFICADO	BAJO	ALTA EFICIENCIA	BAJO	MEDIO

#### 4.1.4 Selección de tecnología de tratamiento

##### Procesos Aplicables en el Tratamiento de Aguas Residuales Biológicas

##### Procesos anaerobios

- Niveles de oxígeno disuelto en el agua residual <2 mg/l
- Los microorganismos participantes aprovechan para el metabolismo el oxígeno de los compuestos químicos presentes en el agua
- Procesos lentos - altos tiempos de retención de agua dentro del proceso (30-60 días)

##### Procesos aerobios

- Microorganismos necesitan para el metabolismo oxígeno molecular presente en el agua (niveles de oxígeno disuelto aprox. – 8 mg/l)
- Procesos rápidos – tiempos de retención – cerca de 24 horas.

##### Procesos facultativos



- La mayoría de los procesos de tratamiento se realiza en condiciones mixtas y los microorganismos que se desarrollan tienen la capacidad de adaptarse para las diferentes condiciones de vida

##### Clasificación de los sistemas de tratamiento

##### Preliminar y primario

- Tratamientos físicos - cribas, rejillas mecánicas, Desarenadores, trampas de grasa, sedimentados primarios, pre aireación, etc.



	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>		Revisión - 0	Pág. 25 de 48

### Secundario

- Tratamientos biológicos avanzados (crecimiento adherido, crecimiento en suspensión, crecimiento mixto)

### Terciario

- Tratamientos complementarios – filtros de arena, carbón activado, multimedia, desinfección (cloración, ozonización, luz UV), clarificadores, etc.

### Sistemas secundarios de tratamiento de aguas residuales

#### Clasificación por forma de crecimiento microbiano

- Crecimiento en suspensión
- Crecimiento adherido
- Crecimiento mixto

#### Tecnologías aerobias de tratamiento de agua - crecimiento en suspensión

1. Lodos activados
2. SBR (sequential batch reactor)

#### Ventajas:



- Las tecnologías más utilizadas
- Detalladamente estudiadas
- Buenos resultados en la eliminación de la contaminación bioquímica

#### Tecnologías aerobias de tratamiento de agua - crecimiento adherido y mixto

1. Biocontactores rotativos
2. Filtros percoladores

#### Ventajas:

- Bajo consumo de energía
- Alta resistencia a los choques hidráulicos y bioquímicos
- Excelente desempeño en la eliminación de nutrientes

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
	<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>	Revisión - 0	
		Pág. 26 de 48	

## 5 DISEÑO DEL SISTEMA HÍBRIDO DE REACTOR ANAERÓBICO DE FLUJO ASCENDENTE Y BIOCONTACTORES ROTATIVOS – PTAR-002 SECTOR SAN JOSÉ DE TRANSERVIS

### 5.1 Sistema híbrido de reactor anaeróbico de flujo ascendente y Biocontactores rotativos

La tecnología analizada tiene amplia aplicación en el tratamiento de aguas residuales industriales y municipales.

Los procesos combinados anaerobio – aerobio han tenido un gran desarrollo en los últimos años para tratar el agua residual. El tratamiento anaerobio ofrece muchas ventajas tales como soportar mayores cargas orgánicas que los sistemas aerobios, pueden pasar período de tiempos mayores sin alimentación de agua residuales y producen volúmenes de lodos menores. La principal desventaja es la calidad del efluente, ya que es rico en nitrógeno amoniacal y por lo tanto tiene todavía una DBO alta y por lo mismo requiere de un proceso aerobio para pulir el efluente.

Un sistema combinado tendrá menos costos de inversión y de operación que un sistema aerobio y la calidad del efluente tendrá características similares.

Una práctica común en este tipo de procesos, es disponer del lodo de desecho de los sistemas aerobios dentro del reactor anaerobio, de esta forma el lodo aerobio se digiere y si en caso en caso de ser necesario purgar el reactor anaerobio para disponer del lodo este ya se encuentra mineralizado y se puede enterrar en un relleno sanitario o bien disponer de él.

#### Ventajas:

- Se requiere menor energía.
- Menor producción de lodos.
- Producción de metano, fuente potencial de energía.
- Menor volumen de los reactores.
- La retención de biomasa es muy buena y por eso no es necesario reciclar el lodo.

#### Sistema Anaerobio & RBC.

Las plantas incluyen los siguientes procesos:

- Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente: fácil de operar
- Contactores biológicos rotativos – diseño novedoso, alta capacidad de oxigenación (600% mayor en comparación con diseños clásicos)
- Bajo consumo de energía eléctrica

### 5.2 Procesos y unidades a implementar en el sistema de tratamiento

### Alimentación

Pozo de Bombeo

- Tamizado de sólidos gruesos
- Sistema de alimentación a la PTAR

### Pre Tratamiento

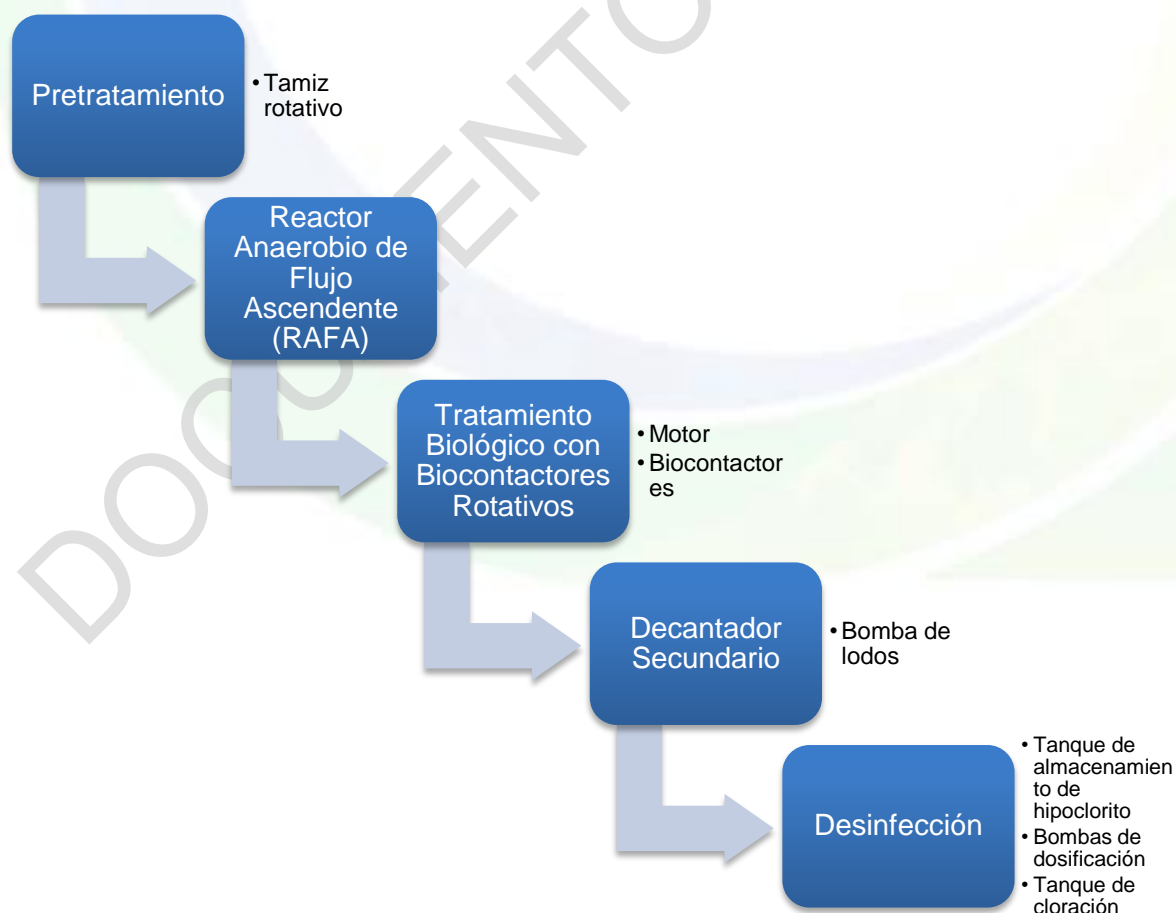
- Tamizado de sólidos mediante tamiz rotativo



### Línea de Agua

- Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA)
- Tratamiento Biológico por medio de RBC (Biocontactores Rotativos) – biocultivo fijo
- Decantador de sedimentación – clarificación
- Desinfección Final
- Medición de Caudal y Toma muestras

### Línea de lodos

- Lecho de secado



	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
	<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>	Revisión - 0 Pág. 28 de 48	

## Línea de lodos

Lecho de secado

### 5.3 Descripción del flujo

El afluente a tratar llega a un pozo de bombeo a través de un **CESTO DE TAMIZADO DE SÓLIDOS GRUESOS Y MEDIOS**, el cual permitirá la eliminación de residuos sólidos gruesos, que de no ser separados dañarían mecánicamente los equipos, obstruyéndolos o produciendo pérdida de eficiencia.



Desde el pozo se alimentará la solución de tratamiento mediante un **SISTEMA DE BOMBEO**, compuesto por dos bombas que trabajarán en alternancia, transfiriendo el agua al **SISTEMA DE DEBASTE TIPO TAMIZ ROTATIVO** para la separación de los sólidos finos y gruesos, el mismo que tiene como finalidad:

- Acondicionar el agua para facilitar los tratamientos posteriores y preservar así la instalación de erosiones y taponamientos.
- Eliminar residuos sólidos gruesos, que de no ser separados dañarían mecánicamente los equipos, obstruyéndolos o produciendo pérdida de eficiencia

Terminando el proceso de pre – tratamiento el agua pasa por rebose al **REACTOR ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE - RAFA** donde la materia orgánica se transforma a biomasa y compuestos orgánicos. La degradación de la materia orgánica por vía anaerobia se realiza en tres etapas: hidrólisis, fermentación y metanogénesis.

La etapa inicial depende de la composición del agua residual a tratar, en esta parte del proceso la materia particulada es convertida en compuestos solubles. En la segunda etapa estos compuestos solubles son degradados y en la tercera etapa la materia orgánica degradada se convierte en metano y dióxido de carbono. En este punto el afluente está acondicionado para entrar a un sistema de biocontactores rotativos con cuerpos de rellenos fijos.

El afluente pasa por gravedad a las biotinas donde por medio de un sistema de **BIOCONTACTORES ROTATIVOS - RBC** (Rotating Biological Contactors), cuya tarea es proporcionar la superficie necesaria y las condiciones de vida óptimas para el biocultivo que crece de manera natural y espontánea sobre la superficie de rotación.

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
		Revisión - 0	
<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>		Pág. 29 de 48	

La biotina en la que están sumergidas las unidades consta de dos secciones que se intercomunican entre sí. Para un funcionamiento correcto de los biocontactores se requiere, que estos trabajen en forma constante durante las 24 horas del día.

El desarrollo del biocultivo sobre la superficie depende de varias condicionantes:

- Temperatura ambiental, afluente constante de agua residual
- Operación continua
- Afluente constante de agua residual

El equilibrio en el desarrollo del biocultivo se alcanza por lo general en 6-8 semanas de trabajo. El grosor del biocultivo sobre la superficie del biocontactador puede alcanzar de 2-4 mm. La calidad de biocultivo se puede ver afectada por paros prolongados del equipo (más de 4 horas) o descarga de sustancias agresivas a las aguas residuales. Esto se manifiesta en muerte espontánea de los microorganismos y el desprendimiento de la biopelícula de la superficie del biocontactador.

El diseño de los biocontactores permite oxigenar el agua, de esa manera elevar el nivel del oxígeno disuelto dentro de las biotinas y crear condiciones óptimas para el biocultivo que se desprenda de los biocontactores a causa de su crecimiento natural.

Este biocultivo junto con el agua sale por el canal de rebosamiento instalado en la última sección de la biotina hacia dos **CLARIFICADORES SECUNDARIOS** que forma parte integral del tratamiento biológico.



Esta etapa de decantación secundaria tiene como función la separación por diferencia de densidad de los sólidos biológicos del agua, obteniendo lodos en la parte inferior y un agua clarificada por el vertedero de salida.

Parte de los lodos sedimentados y acumulados en la parte inferior del clarificador serán transferidos por medio de una bomba sumergible al proceso biológico, y el resto transferida al RAFA. Aquí los lodos se mezclan con los lodos propios del RAFA y se procesan para que sean retirados periódicamente hacia los **LECHOS DE SECADO DE LODOS** para su disposición final.

Una vez terminado el proceso biológico, el agua clarificada pasa al **SISTEMA DE DESINFECCIÓN** por hipoclorito de sodio para su disposición final.

#### 5.4 Descripción del proceso

El sistema integra una planta de tratamiento de aguas residuales tipo híbrido: RAFA y RBC (Rotating Bio-contactors). Se cataloga como un equipo aeróbico secundario con biocultivo en suspensión y fijo, presentando un comportamiento resistente a cambios de la carga hidráulica y bioquímica.

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>		Revisión - 0	Pág. 30 de 48

La planta de tratamiento consta de los siguientes procesos tecnológicos principales:

**Preliminar y primario:** procesos físicos de separación de sólidos gruesos, arenas y otro tipo de contaminantes, que pueden dañar al equipo electromecánico.

**Secundario – procesos bioquímicos:** que degradan materia biodegradable disuelta, por medio de microorganismos aeróbicos y facultativos de diferente tipo; esta tecnología incorpora procesos de biocultivo en suspensión y biocultivo fijo.

**Tratamiento de lodos:** proceso de estabilización de lodos de desecho y su deshidratación, previos a la disposición final.

El equipo no está diseñado para tratar las aguas residuales provenientes de procesos industriales, descargas de rastro, aguas con altos niveles de DBO5, con presencia de sustancias tóxicas, con pH que no corresponde a niveles neutrales – superiores a 8 e inferiores a 6, elevadas concentraciones de grasas y aceites, así como aguas pluviales y flujos diarios, para los que no está dimensionada. Este tipo de desecho se tiene que tratar por separado.

#### 5.4.1 Tratamiento preliminar y primario

- Canastilla en el cárcamo de bombeo de aguas residuales
- Pretratamiento

En caso de que la PTAR este dividida en varios trenes de tratamiento paralelos, independientes, se tiene que incluir una caja distribuidora de flujo, previa al tratamiento secundario. Por medio de la caja distribuidora se controla la cantidad de agua residual que ingresa a cada tren de tratamiento. Para atender casos imprevistos, o de emergencia (fallas eléctricas, flujos extraordinarios, etc.) la PTAR incluye una salida de demasías (By pass) ubicada dentro de la unidad de tratamiento preliminar y primario, que evita, que el agua residual llegue a las unidades del tratamiento secundario. El agua que pasa por la salida de demasías se descarga directamente al cuerpo receptor.



#### 5.4.2 Sistema de alimentación a la planta de tratamiento

Las aguas residuales generadas llegarán por gravedad o bombeo dependiendo del perfil hidráulico del cliente a un pozo de bombeo a construir en obra civil, situado a la cabecera de la PTAR.

El objetivo de este pozo es la impulsión del agua residual hasta la cota de entrada del canal de desbaste de sólidos gruesos y finos con limpieza manual.

El pozo de bombeo, de dimensiones internas: 2,00 x 2,00 x 1,90 m de altura por debajo de la cota invert de entrada al pozo:

- Dentro del cárcamo estarán instaladas 3 Bombas sumergibles para aguas residuales, provistas de motor trifásico, acopladas en paralelo, sumergibles y

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUINDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
	<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>	Revisión - 0	
		Pág. 31 de 48	

extraíbles.

- En el cárcamo de bombeo de aguas residuales está situado una canastilla de desbaste.

El funcionamiento será alternativo automático mediante interruptores de nivel, susceptible de regulación manual.

El sistema contará con los accesorios necesarios para su perfecto funcionamiento: sistema de fijación e izado de bombas mediante tubos guía y soporte de guías, válvulas (antirretorno y compuerta), manómetros.

### **Funcionamiento**

En la posición de parada, las bombas siempre se encontrarán parcialmente sumergidas, con el nivel de sumergencia mínimo marcado por el fabricante. Este nivel de agua coincidirá con la altura del regulador de nivel N° 1, que cortará el funcionamiento de las bombas para que éstas no trabajen en seco.

Cuando el efluente entra en el pozo, el nivel de agua va subiendo hasta alcanzar el regulador de nivel N° 2 que informa al armario eléctrico de poner en marcha una de las bombas. El funcionamiento de las bombas es alternativo, con el objeto de evitar el excesivo desgaste de una de ellas.

Si el nivel de agua, después de la puesta en marcha de una de las bombas siguiera subiendo, al alcanzar el regulador N° 3, se enviaría una señal de puesta en marcha, y serían las 2 bombas las que, simultáneamente evacuarían el agua.



Si el nivel de agua, después de la puesta en marcha de las dos bombas siguiera subiendo, al alcanzar el regulador N° 4, se enviaría una señal de puesta en marcha, y serían las 3 bombas las que, simultáneamente evacuarían el agua.

Al llegar el agua de nuevo al regulador N° 2, pararía una de las bombas si tras un tiempo, el nivel de agua descendiera hasta llegar al regulador N° 1, se activaría el paro de la otra bomba.

En caso de que trabajando simultáneamente las 3 bombas, no fueran suficientes para evacuar el caudal, ocurriera algún fallo en las bombas, y el nivel de agua siguiera ascendiendo, si se alcanzara el regulador de nivel N° 5, éste daría la señal de alarma (luminosa y sonora).

#### **5.4.3 Tratamiento secundario**

- Reactor Anaerobio de Flujos Ascendente
- Tratamiento biológico por medio de RBC – proceso de biocultivo fijo
- Tanques de sedimentación secundaria – clarificador

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>		Revisión - 0	Pág. 32 de 48

En caso de que el proceso este dividido en trenes de tratamiento paralelos, independientes, estos incluyen las mismas unidades tecnológicas.

### Reactor anaerobio de flujo ascendente

El proceso anaerobio representa una solución viable para el tratamiento de aguas y lodos residuales debido a su bajo consumo de energía y su capacidad de tratar desechos con alta carga orgánica.

El reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA) es un proceso de un solo tanque. Las aguas residuales entran al reactor desde el fondo y fluyen hacia arriba. Una capa de lodo suspendido filtra y trata las aguas residuales conforme pasan a través de esta.

#### Ventajas

- Alta reducción de la DBO
- Puede soportar altas tasas de carga hidráulica y orgánica
- Baja producción de lodo
- El biogás puede utilizarse para producir energía (generalmente requiere depuración antes de usarse)

El RAFA considerado para este proyecto mide 12,70 X 3,00 X 5,90 m de altura (5,20 m de altura de agua).



El biogás producido en condiciones anaerobias (principalmente metano y dióxido de carbono) genera una circulación interior (mezclado). El biogás, el lodo y el líquido tratado ascienden a la parte superior del reactor, en donde entran en contacto con deflectores que permiten la separación del biogás y la sedimentación del lodo. El biogás es capturado en la campana de recolección que se encuentran en la parte superior del reactor. El efluente sale por la parte superior.

De acuerdo a la literatura, varios procesos de conversión son identificados en la digestión anaerobia.

1. Hidrólisis de biopolímeros (proteínas, carbohidratos y lípidos)
2. Fermentación de aminoácidos y azúcares
3. Oxidación  $\beta$ -anaerobia de ácidos grasos de cadena larga y alcoholes
4. Oxidación anaerobia de productos inter medios, como ácidos volátiles (excepto acetato)
5. Conversión de acetato a metano

La degradación de la materia orgánica por vía anaerobia se realiza en tres etapas: hidrólisis, fermentación (conocida como acidogénesis) y metanogénesis. La etapa inicial depende de la composición del agua residual a tratar. En la hidrólisis (primer etapa), la



	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>		Revisión - 0	
		Pág. 33 de 48	

materia particulada (proteínas, polisacáridos, ácidos nucleicos y lípidos) es convertida a compuestos solubles que pueden ser hidrolizados a simples monómeros (monosacáridos, aminoácidos, purinas y pirimidinas y ácidos grasos).

En la fermentación (segunda etapa) o acidogénesis, los compuestos solubles (sirven de aceptores y donadores de electrones) son degradados a acetato, hidrógeno, dióxido de carbono, propionato y butirato; éstos dos últimos son fermentados para producir hidrógeno, dióxido de carbono y acetato.

El tercer paso corresponde la metanogénesis, en la que intervienen un grupo de microorganismos conocidos como metanogénicos

#### Resumen de conceptos:

- Hidrólisis: etapa en la que los compuestos orgánicos complejos y/o de gran tamaño son reducidos a otros más simples.
- Fermentación: proceso de transformación de materia orgánica disuelta en moléculas de pequeño tamaño en forma de gases, ácidos volátiles y otros productos.
- Metanogénesis: es un proceso de conversión de ácidos orgánicos volátiles e hidrógeno en metano y otros productos simples.

Durante el proceso de fermentación se reduce la alcalinidad, mientras que en el de metanogénesis se incrementa, por lo que se produce una variación de la alcalinidad a lo largo del proceso del tratamiento anaerobio.

#### Tratamiento biológico por medio de RBC (Biocontactores) – biocultivo fijo



El segundo paso tecnológico está formado por biocontactores rotativos.

Los biocontactores rotativos “RBC” (del término inglés – rotating biological contactors) se destacan por bajo consumo de energía y alta resistencia a las variaciones hidráulicas y bioquímicas.

Su construcción permite desarrollar simultáneamente el proceso biológico (biodegradación) y químico (oxigenación), indispensables para obtener los resultados óptimos en cuanto a la calidad del agua tratada. El agua entra del tanque de pre aireación a la primera sección de la biotina.

Los biocontactores son unidades cerradas, independientes, cuya tarea es proporcionar la superficie necesaria y las condiciones de vida óptimas para el biocultivo que se desarrolla sobre su superficie. El biocultivo está formado por diferentes microorganismos – bacterias, protozoos, rotíferos, etc.

La mayoría de estos microorganismos necesitan para su vida la presencia del oxígeno

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
	<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>	Revisión - 0	
		Pág. 34 de 48	

molecular y su crecimiento obedece al suministro de materia orgánica biodegradable, que utilizan como fuente de energía (alimento). De acuerdo al carácter del proceso, las condiciones básicas de un funcionamiento correcto de los biocontactores son:

- Suministro de oxígeno y,
- Alimento a la biopelícula

Estas condiciones se cumplen por medio del movimiento rotatorio del biocontactor, donde la biopelícula adherida sobre la superficie se sumerge por un periodo de tiempo al agua contaminada con materia orgánica biodegradable (alimento) y por otro periodo de tiempo está expuesta al aire atmosférico (oxígeno). El arreglo técnico de los biocontactores consiste en una serie de medios de soporte, fabricados de diferentes materiales plásticos, que sirven como superficie, donde se adhieren los microorganismos. Estos están montados sobre un eje metálico que descansa en rodamientos o bujes autolubrificantes.

El eje está conectado a una unidad de propulsión – motorreductor eléctrico. Este “tambor” gira en una biotina con agua residual.



El arreglo técnico del biocontactor rotativo, que optimiza el funcionamiento del mismo, permite disminuir el peso de las unidades y aumentar la superficie de contacto. Los niveles de oxigenación de agua tratada se elevan en un 600% comparado con la oxigenación alcanzada por equipos tradicionales de biodiscos. El diseño debe incorporar varias innovaciones que están enfocadas a:

- Aumentar la eficiencia del proceso
- Utilizar materiales estructurales resistentes a la corrosión y de larga vida útil
- Ofrecer las unidades de bajo mantenimiento
- Disminuir el peso de los biocontactores
- Minimizar el consumo de energía eléctrica necesaria para la propulsión

El funcionamiento correcto de las unidades está condicionado por el movimiento rotatorio de los biocontactores. La rotación cumple varios propósitos:

Funciona como dispositivo de mezclado en la biotina, mantiene la biomasa en condiciones aeróbicas es el mecanismo de eliminación del exceso de biomasa por medio de esfuerzos cortantes, mantiene en suspensión los sólidos arrastrados, que posteriormente son separados en los clarificadores



	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
		Revisión - 0	
<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>		Pág. 35 de 48	

El agua pre tratada llega del tanque de pre aireación a la primera sección de las biotinas. Las biotinas son unidades contenedoras, en las que están instaladas las flechas con biocontactores. Generalmente se dividen en tres secciones, que se intercomunican entre sí.

Las secciones se separan por medio de muros transversales (baffles). Cada sección incorpora una, o más flechas con biocontactores.

En las plantas pequeñas consistentes de 1 sola flecha, cada biocontactador puede formar una etapa de tratamiento, la biotina está dividida con muros interiores en secciones.

Para un funcionamiento correcto de los biocontactores se requiere, que estos trabajen en forma constante durante las 24 horas del día. El desarrollo del biocultivo sobre la superficie depende de varias condicionantes:

- Temperatura ambiental
- Afluente constante de agua residual
- Operación continua



El equilibrio en el desarrollo del biocultivo se alcanza por lo general en 6-8 semanas de trabajo. El grosor del biocultivo sobre la superficie del biocontactador puede alcanzar de 2-4 mm. La calidad de biocultivo se puede ver afectada por paros prolongados del equipo (más de 4 horas) o descarga de sustancias agresivas a las aguas residuales. Esto se manifiesta en muerte espontánea de los microorganismos y el desprendimiento de la biopelícula de la superficie del biocontactador.

El diseño de los biocontactores permite oxigenar el agua dentro de la biotina, de esa manera elevar el nivel del oxígeno disuelto en el proceso y crear condiciones óptimas de vida para el biocultivo, que se desprenda de los biocontactores a causa de su crecimiento natural. Este biocultivo se mantiene con vida y puede recircularse en el proceso, para aumentar su eficiencia. Junto con el agua tratada sale por el canal (tubo) de rebosamiento instalado en la última sección de la(s) biotina(s) hacia el (los) tanque(s) clarificador(es) donde se separa del agua por medio de sedimentación.

#### **5.4.4 Clarificación – decantador troncocónico**

La etapa de clarificación o decantación secundaria tiene como función la separación por diferencia de densidad de los sólidos biológicos del agua, obteniendo un lodo en la parte inferior y un agua clarificada por el vertedero de salida.

La sedimentación secundaria en el tratamiento biológico, es el proceso unitario en el que la biomasa proveniente del proceso secundario, es separada de la fase líquida del agua, generándose un sobrenadante clarificado y un lodo de fondo. El sobrenadante clarificado es evacuado por vertederos superficiales, en tanto, el lodo sedimentado puede ser recirculado al proceso de tratamiento o a su estabilización. La sedimentación secundaria

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
	<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>	Revisión - 0	
		Pág. 36 de 48	

debe cumplir dos funciones:

- Clarificación - producción de un efluente relativamente libre de sólidos sedimentables
- Espesamiento producción de un lodo secundario que contenga en alta concentración los sólidos sedimentados.

El tanque de decantación secundaria tiene una forma piramidal invertida. Los lodos se concentran en la tolva en el fondo de cada unidad y por medio de bombeo individual se pueden recircular en el proceso (tanque de aireación), o enviarse al digestor de lodos para su estabilización.

El flujo bombeado de lodo se controla por medio de válvulas, instaladas en los tubos de PVC subiendo de los tanques. El nivel del agua dentro del decantador es constante, controlado por un vertedero horizontal, o tubo rebosadero.

La clarificación o decantación secundaria se realiza en dos cámaras, con dimensiones 6,24 X 4,00 X 4,00 (3,50 + 0,50) m de altura útil, con diseño y flujos optimizados.

Se requieren dos unidades de decantadores.

#### **5.4.5 Tratamiento terciario**

##### **Tratamiento de desinfección**



Posterior al tratamiento secundario, las aguas llegarán por gravedad al tratamiento terciario. La función del tratamiento terciario seleccionado es la eliminación de gérmenes patógenos y la desinfección de aguas residuales tratadas.

Debido al tamaño de la planta, la desinfección se realizará mediante hipoclorito sódico. El sistema estará constituido por un laberinto de cloración, compuesto por tuberías de PVC, montado en una estructura de PRFV con patas, para anclaje a suelo. Llevará grifos toma muestras y toma para inyección de producto desinfectante.

La dosificación se llevará a cabo mediante bomba dosificadora, fabricada en polipropileno con fibra de vidrio para asegurar una buena protección contra agresiones químicas. Contará con control de nivel y regulación de caudal. Estarán incluidos los accesorios: filtro con válvula de retención de doble bola, racor de inyección con válvula antirretorno de bola, 2 mts de tubo de aspiración de PCV-cristal, 4 mts de tubo de impulsión de polietileno, tacos de sujeción, tornillos, fusible, Deposito de acumulación de producto químico.

- Una cámara con dimensiones: 3,50 X 1,45 X 2,50 (2,00 + 0,50) m de altura

##### **Sistema de medición de caudal**

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>		Revisión - 0	
		Pág. 37 de 48	

Para la medición del caudal a la salida del reactor biológico se dispone de un vertedero triangular, fabricado en acero inoxidable AISI 304 y calibrado según ISO 1438/1.

Estará instalado en un canal de dimensiones 6,75 X 2,10 X 2,50 (2,00 + 0,50) m de altura. Este nos permite determinar el caudal instantáneo mediante regleta graduada instalada en pared. Debido a la distribución del canal se aprovechará el salto de agua para la toma de muestras a la salida de a PTAR.

#### 5.4.6 Tratamiento de lodos

El sistema plantea que los lodos purgados del decantador secundario puedan ser digeridos anaeróbicamente en el RAFA al representar una pequeña porción del caudal que se enviaría.

En vista que el caudal de lodos no recirculado y, que se extrae al RAFA, es pequeño, no amerita invertir en un deshidratador de lodos mecánico. La evacuación del RAFA podría ser cada 90 días y ser enviado directamente a los lechos de secado sin necesidad de espesador debido a que contiene una concentración alta que cualquier espesador por gravedad no aportaría a la reducción de volumen del mismo de manera significativa.

#### 5.4.7 Lecho de secado

Los lodos digeridos o estabilizados necesitan secarse dada la gran cantidad de agua que todavía contienen. El método más simple es el de la deshidratación en lechos de secado, los cuales están formado por un sistema de drenaje, así como por una capa de grava y otra de arena.

Para deshidratación de lodos, se ha considerado un lecho de secados. La bomba de extracción de lodos ubicada en el digestor, bombeará los lodos al lecho de secado.



El agua producto de la filtración se conduce al Pozo de Bombeo para que sea tratada.

El secado por infiltración es el más importante y tiene lugar en las primeras horas. Posteriormente, actúa la evaporación y ella es la responsable del agrietamiento de la capa superior del lodo.

El aspecto de las grietas indica parcialmente como ha sido la digestión del lodo. Por ejemplo:

- Pocas y pequeñas denotan un lodo bien digerido
- Muchas y grandes indican que el lodo digerido es rico en agua por su contenido de lodos activos
- Pocas y grandes denotan un lodo mal digerido

El tiempo de secado depende de las condiciones climáticas, si estas son favorables, un período de 10 a 15 días es suficiente para alcanzar niveles de humedad del 60%.

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>		Revisión - 0	Pág. 38 de 48

Los lechos de secado son métodos eficientes para deshidratación de lodos. El lodo se deshidrata por drenaje a través de la masa de lodo y arena y por evaporación desde la superficie.

Una vez seco, el lodo se retira y se evacúa.

## Características

Detalle del Material Filtrante	
	Material
Primera Capa	Arena Fina Ø 0,8 - 1,2mm
	Arena Gruesa Ø 1,2 - 2,0mm
Segunda Capa	Grava Fina Ø 04 - 08mm

### 5.4.8 Control de olores

Para reducir el impacto de en el área del Sistema de Tratamiento se ha considerando incluir una barrera vegetal.

Es importante señalar que el sistema propuesto no generará malos olores, sin embargo, en caso de cortes de energía, podría ser beneficioso.



Se ha considerado la siembra de plantas de fácil adaptación a la zona como son el Bambú, Canaga o plantas ornamentales. Así mismo, se tiene en cuenta arbustos de media altura como Olivo negro o Neem, de igual manera se podría considerar incluir Jazmín como control de olor.

## 5.5 Cálculos de diseño

### 5.5.1 Tratamiento biológico mediante reactor anaeróbico de flujo ascendente

#### Datos de entrada

- Caudal medio diario (QMD): 15,155 L/s
- Caudal máximo horario (QMH): 35,278 L/s
- Demanda biológica de oxígeno en el afluente (DBO5): 250 mgDBO5/L
- Demanda química de oxígeno en el afluente (So): 500 mg/L
- Sólidos suspendidos totales en el afluente (SST): 150 mg/L
- Temperatura del agua residual (T): 23°C
- Coeficiente de producción de sólidos (Y): 0,18 kg SST/ kgDBOapl
- Coeficiente de producción de sólidos en términos de DQO (Yobs): 0,21 kg DQOlodo/ kgDBOapl
- Concentración esperada para lodo de descarte (C): 10%
- Densidad de lodo: 1020 KGSST/m3
- Tiempo de retención hidráulico (TRH): 4 h
- Presión atmosférica del lugar (P): 1,04 atm

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”		
<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>		<b>FASE - 3</b>	
		Revisión - 0	
		Pág. 39 de 48	



- DQO equivalente del metano (K): 50 CH<sub>4</sub>-DQO/mol
- Constante de los gases ideales (R): 0,08 atm\*L/mol\*K
- Temperatura del lugar (t): 24,3 °C

Cálculo de la carga media de DQO en el afluente (Lo)

<b>1: Cálculo de la carga media de DQO en el afluente (Lo)</b>		
Lo	654,5	kg/d

<b>2: Dimensiones del reactor</b>		
V	198,12	m <sup>3</sup>
a	3,00	m
H	5,20	m
L	12,70	m
¿Se requiere más módulos?		
número de módulos	1	
volumen de cada módulo		
V <sub>i</sub>	198,12	m <sup>3</sup>
Caudal para cada módulo		
Q <sub>i</sub>	54,56	m <sup>3</sup> /h
Área de cada módulo		
A	38,1	m <sup>2</sup>
Rectificación del TRH		
TRH	3,63	horas

<b>3: Verificación de las cargas aplicadas</b>			
Carga orgánica Volumétrica			
COV	3,304	kgDQO/m <sup>3</sup> -d	
Carga Hidráulica Volumétrica			
CHV	6,607	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> -d	
Verificación de la velocidad ascensional para Q <sub>medio</sub>			
Vasc	1,432	m/h	ok
Verificación de la velocidad ascensional para QMH			
Vasc	3,333	m/h	ok
Sistemas de distribución de agua residual en el afluente			
Ancho del Módulo	3,00	m	
Longitud del Módulo	12,70	m	
Área de Influencia (Ad)	2,12	m <sup>2</sup>	
Numero de Tubos	18	tubos	

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”		
<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>		<b>FASE - 3</b>	
		Revisión - 0	
		Pág. 40 de 48	

<b>4: Eficiencias del reactor</b>			
Eficiencia de remoción de DQO del sistema	$E_{DQO}$	55,000	%
Eficiencia de remoción de DBO del sistema	$E_{DBO}$	45,000	%
Concentración de la DQO en el efluente	$S_{DQO}$	225,000	mg/l
Concentración de la DBO en el efluente	$S_{DBO}$	137,500	mg/l

<b>5: Producción de metano</b>			
Producción de metano en el sistema de tratamiento	$DQO_{\text{metano}}$	228,1164	kg $CH_4$ -DQO /d
Factor de corrección para la temperatura y la presión atmosférica de operación del reactor	Kt	2,1315	KgDQO/m <sup>3</sup>
Flujo de Metano	$QCH_4$	109,4252	m <sup>3</sup> /día

<b>6: Producción de biogás</b>		
Producción de Biogás	0.75	del biogás es metano
$Q_{\text{medio}}$ , biogás	145,900	m <sup>3</sup> /d

<b>7: Dimensionamiento colectores de gas</b>		
Numero de colectores de gases	1,00	
Longitud del colector	12,70	m
Longitud total del colector	12,70	m
Ancho del colector	0,60	m
Área total del colector	7,62	m <sup>2</sup>
Verificación de la tasa de liberación de biogás en los colectores	19,147	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> -d
	0,798	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> -h

### 5.5.2 Tratamiento biológico mediante biocontactores



Los biocontactores son parte del sistema de tratamiento secundario biológico

- Tipo de crecimiento - adherido, o reactor de película fija
- Tipo de metabolismo - aeróbico

Estamos considerando unidades de nueva generación de bajo peso y alta capacidad de oxigenación.

#### Criterio de diseño



	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
		Revisión - 0	
<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>		Pág. 41 de 48	

Tab 2.1. - Parámetros típicos de diseño de biocontactores rotativos

Concepto	Unidad	Tratamiento secundario
carga hidráulica	gal/ft <sup>2</sup> .d	2.0 - 4.0
	l/m <sup>2</sup> .d	81.5 - 163.9
carga orgánica		
* DBO <sub>s5</sub>	lb/10 <sup>3</sup> /ft <sup>2</sup> .d	0.75 - 2.0
* DBO <sub>T5</sub>	lb/10 <sup>3</sup> /ft <sup>2</sup> .d	2.0 - 3.5
* DBO <sub>s5</sub>	g/m <sup>2</sup> .d	3.6 - 9.8
* DBO <sub>T5</sub>	g/m <sup>2</sup> .d	9.8 - 17.1
Máxima carga orgánica primera etapa		
* DBO <sub>s5</sub>	lb/10 <sup>3</sup> /ft <sup>2</sup> .d	4 - 6
* DBO <sub>T5</sub>	lb/10 <sup>3</sup> /ft <sup>2</sup> .d	8 - 12
* DBO <sub>s5</sub>	g/m <sup>2</sup> .d	19.53 - 29.29
* DBO <sub>T5</sub>	g/m <sup>2</sup> .d	39 - 58.59
Tiempo de retención hidráulica	h	0.7 - 1.5
DBO efluente	mg/l	15 - 30

\* Temperatura de agua residual > 13°C (55°F)

Metcalf & Eddy - Wastewater Engineering, Third Edition, McGraw - Hill, p 632

Se considera que la cinética de eliminación de sustancias orgánicas y de nitrificación tienen orden de reacción cercano a uno. Empleando curvas obtenidas con datos experimentales, se relacionan el porcentaje de eliminación de la DBO o nitrógeno amoniacal, la carga hidráulica y la DBO en el influente. No existe una curva única de porcentaje de eliminación contracarga hidráulica, sino hay una curva para cada concentración de contaminantes en el influente.

Metcalf & Eddy - Wastewater Engineering, Third Edition, McGraw - Hill, p 634.

Cuando la temperatura de agua residual está por debajo de 13°C y por encima de 34°C es necesario considerar la corrección a la temperatura (ecuación Van't Hoff - Arrhenius)

La carga orgánica sobre la superficie de los biocontactores rotativos se ve limitada por la transferencia de oxígeno.

Considerando que el sistema es sumamente eficiente en transferencia de oxígeno, la limitante es la cinética de la eliminación de material orgánico (modelo Stover Kincannon). Aumentando la carga orgánica superficial se llega a un valor límite donde la velocidad de la eliminación de sustrato deja de elevarse para mantenerse constante.

Exceder el valor límite de carga orgánica superficial ocasiona problemas en la operación de los RBCs.

Chesner recomienda que la carga orgánica superficial no sobrepase 31.3 kg DBOT/1000 m<sup>2</sup>, d (12.7-18.6 kg DBOS/1000 m<sup>2</sup>, d)

En el cálculo de los RBCs se emplea parámetro de DBOs (soluble), como base de la formación de la película biológica en los biocontactores. La DBO no soluble se elimina en pasos previos y en los flóculos formados en las biotinas y eliminados en el sedimentador secundario. Se considera como DBOs la parte de DBO no eliminable por filtración.

### Datos de entrada

Descripción	Símbolo	Valor	Unidad
Flujo del influente	Q	0,015	m <sup>3</sup> /s
DBO total en el influente	S	137,5	mg/L
Sustrato soluble - DBO - en el influente	So	68,75	mg/L
DBO total en el efluente	Se	35	mg/L
Sustrato soluble - DBO - en el efluente	Ses	21	mg/L

### Cálculos del sistema

Criterio de Eckenfelder

W. W. Eckenfelder - Industrial Water Pollution Control; McGraw - Hill, p 388

La reacción cinética es del tipo pistón o multietapa. Los parámetros involucrados son:

Q, So; Ses, además de:

- A = área superficial de los biocontactores m<sup>2</sup>
- k = coeficiente cinético m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, d<sup>[1]</sup>
- k = 0.05 para agua residual municipal



El rendimiento de los biocontactores múltiples en serie se define por:

$$\frac{Ses}{So} = \left( \frac{1}{1 + \frac{kA}{Q}} \right)^n$$

n = número de etapas

De la ecuación del rendimiento de biocontactores múltiples se despeja:

$$\frac{Q}{A} = \frac{k}{\left( \frac{So}{Ses} \right)^{\frac{1}{n}} - 1}$$

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
		Revisión - 0	
<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>		Pág. 43 de 48	

$$Q/A=0,164 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{d}$$

$$n=3$$

$$A = 7981 \text{ m}^2$$

La carga hidráulica máxima aplicable es de: 0,06 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, d

Carga hidráulica media es de: 0,164 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d El valor esta dentro de los límites permisibles

- DBOt a reducir: 132,5 mg/l
- DBOs a reducir: 33,75 mg/l

Carga orgánica máxima: 5,54 g DBOs/m<sup>2</sup>.d

Carga orgánica máxima sobre la primera etapa: 19.53 - 29.29 g DBOs/m<sup>2</sup>, d

Carga media en primera etapa considerando que la superficie de los RBCs se divida de manera uniforme entre las 4 etapas: 4,02 g DBOs/m<sup>2</sup>.d. El valor esta dentro de los límites permisibles

Medio de soporte - se considera el relleno de PVC modificado con una superficie específica de: 310 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

El diámetro de los biocontactores será de 1,80 m con una superficie de: 2304 m<sup>2</sup>/eje para cada etapa del 1-3 y 1536 m<sup>2</sup>/eje para etapa 4

Por lo que se requerirán en total: 4 ejes



Área RBCs total real: 8448 m<sup>2</sup>

- Carga orgánica real: 5,22 g DBOs/m<sup>2</sup>.d
- Carga hidráulica real: 0,154 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d
- Carga orgánica real primera etapa: 19,17 g DBOs/m<sup>2</sup>.d
- Carga hidráulica real primera etapa: 0,568 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.d

### Volumen de las biotinas:

El volumen óptimo se alcanza con 4.945 l / m<sup>2</sup> de área de biocontactores (Metcalf & Eddy - Wastewater Engineering, Third Edition, McGraw - Hill)

Etapas	Número de ejes
Primera etapa	1
Segunda etapa	1
Tercera etapa	1
Cuarta etapa	1
Número de ejes total	2

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b> <b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”		<b>FASE - 3</b>
	<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>		Revisión - 0 Pág. 44 de 48

Descripción	Área superficial de contacto
RBCs primera etapa	2304,00 m <sup>2</sup>
RBCs segunda etapa	2304,00 m <sup>2</sup>
RBCs tercer etapa	2304,00 m <sup>2</sup>
RBCs cuarta etapa	1536,00 m <sup>2</sup>
RBCs total real	8448,00 m <sup>2</sup>

Dimensiones del tanque primera etapa:

- Ancho: 3,15 m
- Largo: 4,80 m
- Profundidad: 1,20 m
- Volumen: 18,144 m<sup>3</sup>

Dimensiones del tanque segunda etapa:

- Ancho: 3,15 m
- Largo: 4,80 m
- Profundidad: 1,20 m
- Volumen: 18,144 m<sup>3</sup>

Dimensiones del tanque tercera etapa:

- Ancho: 3,15 m
- Largo: 4,80 m
- Profundidad: 1,20 m
- Volumen: 18,144 m<sup>3</sup>

Dimensiones del tanque cuarta etapa:

- Ancho: 3,15 m
- Largo: 3,15 m
- Profundidad: 1,20 m
- Volumen: 11,907 m<sup>3</sup>

Volumen total tanques de los RBCs: 66,339 m<sup>3</sup>

Tiempo de retención real: 1.3 h

Tiempo de retención recomendado: 1.3 - 2.5 h

Las condiciones reales de operación son aceptables y dentro de los límites recomendados

### 5.5.3 Decantación secundaria

Clarificador secundario troncocónico		
Número total de decantadores	2	u
Longitud	6,25	m
Ancho	4,00	m
Altura	3,50	m
Área de decantación	25,00	m <sup>2</sup>

Verificación de la tasa superficial de los decantadores		
Caudal medio en cada decantador	27,28	m <sup>3</sup> /h
Tiempo de retención	3,21	h
Carga hidráulica	26,19	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d
Velocidad ascensional	1,09	m/h
Área de decantación	25,00	m <sup>2</sup>

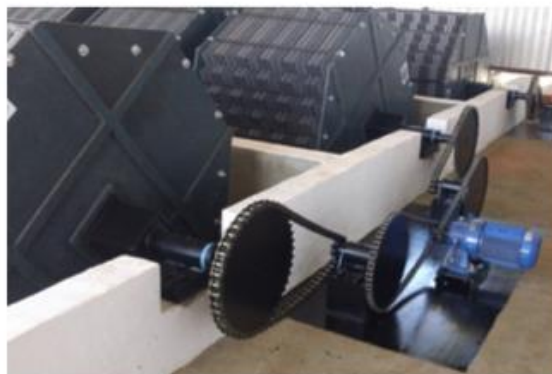
Producción de lodos		
Producción másica de lodos	3,211	kgSST/d
Producción volumétrica de lodos	0,078	m <sup>3</sup> /d

### 5.6 Imágenes del proceso de construcción, instalación y montaje de los biocontactores rotativos

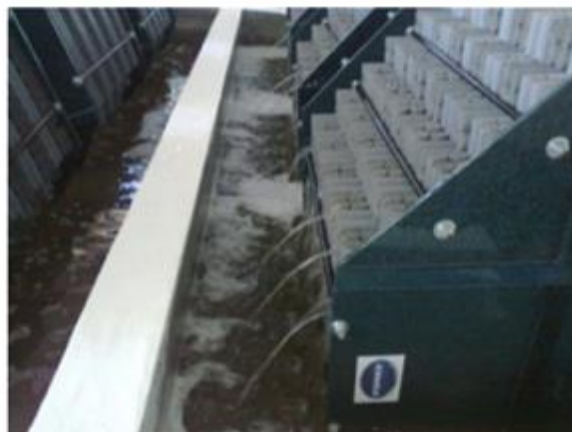
## CONSTRUCCIÓN



## INSTALACIÓN & MONTAJE



## FUNCIONAMIENTO



### 5.7 Detalle de obras civiles necesarias para el funcionamiento de la planta de tratamiento

OBRA CIVIL	DIMENSIONES
POZO DE BOMBEO	2,50 X 2,00 X 3,40 m DE ALTURA PROFUNDIDAD COLECTOR LLEGADA ≤ 1,50 M
RAFA	12,70 X 3,00 X 5,90 (5,20 + 0,70)m DE ALTURA
BIOTINAS	9,95 X 4,80 X 1,45 m DE ALTURA
DECANTADOR – CLARIFICADOR X2	3,15 X 3,15 X 1,45 m DE ALTURA
CÁMARA DE CLORACIÓN	6,25 X 4,00 X 4,00 (3,50 + 0,50) m DE ALTURA
CÁMARA DE MEDICIÓN DE CAUDAL Y TOMA DE MUESTRAS	6,75 X 2,10 X 2,50 (2,00 + 0,50) m DE ALTURA
LECHOS DE SECADO x3	2,10 X 1,25 X 2,50 (2,00 + 0,50) m DE ALTURA
CASETA CUBIERTA PARA PANEL DE CONTROL Y DOSIFICACION DE QUIMICO	4,50 X 1,75 X 1,50 m

### 5.8 Consumo energético



PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

 PROYECTO: Quinindé sector "Transervis"  
 TIPO PLANTA: Sistema híbrido RAFA más RBCs  
 CAPACIDAD: 1309 m<sup>3</sup>/d

Detalle de equipos y motores eléctricos

Ubicación	Equipo	Número de equipos	Número de equipos en funcionamiento	Potencia instalada por motor (Kw)	Potencia consumida (Kw)	Número de horas de trabajo	Potencia Consumida (Kwh.d)	Potencia Instalada (Kw)
Sistema de Alimentación	Bombas de Alimentación	3	2	3,60	3,40	8	54,40	10,80
Sistema de Desbaste	Tamiz Rotativo	1	1	0,55	0,50	8	4,00	0,55
Sistema Biológico	Motorreductor	2	2	3,70	3,60	24	172,80	7,40
Decantador Secundario	Bomba de lodos	2	2	2,10	2,00	3	12,00	4,20
Desinfección final	Bomba dosificadora de hipoclorito	1	1	0,18	0,16	6	0,96	0,18
Panel de control		1	1	0,50	0,38	24	9,12	0,50

<b>Total potencia instalada (kw)</b>	<b>23,63</b>
<b>Total potencia consumida (kwh.d)</b>	<b>253,28</b>

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>			
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>			
	"Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas"			<b>FASE - 3</b>
	<b>MEMORIA TÉCNICA PTAR-002 SECTOR TRANSERVIS</b>			Revisión - 0
			Pág. 48 de 48	

## 5.9 Costo operativo

### ANÁLISIS DE COSTOS OPERATIVOS

#### PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

**PROYECTO** Quinindé sector "Transervis"  
**TIPO PLANTA** Sistema híbrido RAFA más RBCs  
**CAPACIDAD** 1309 m3/d

1. Mano de Obra			
Detalle	Costo Unitario (US\$/mes)	Número de Operadores	Total Mes
Operador	\$ 671,68	1,00	\$ 671,68
2. Materiales / insumos			
2.1 Insumos			
Detalle	Costo Unitario (US\$/Kg)	Total de consumo (Kg/mes)	Total Mes
Hipoclorito de Sodio	\$ 1,47	78,54	\$ 115,45
2.2 Electricidad			
Detalle	Costo Unitario (US\$/kW)	Total de consumo (kWh/mes)	Total Mes
Consumo de Energía Eléctrica	\$ 0,08	7598,40	\$ 607,87
3. Mantenimiento			
Detalle	Costo Unitario Promedio (US\$)		Total Mes
Costo General de Mantenimiento Preventivo	\$ 300,00		\$ 300,00
<b>Total de Gasto Mensual (US\$/mes)</b>			<b>\$ 1695,01</b>
<b>Volumen Total de Agua Tratada (m3/mes)</b>			<b>39270,00</b>
<b>Costo Operativo General (US\$/m3)</b>			<b>\$ 0,043</b>