

Calidad del Efluente

Agroamerica Tropical Oil Corp 2023

Marco Teórico

Guatemala: En Guatemala existe el Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, siendo este el Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 de la República de Guatemala. Este acuerdo tiene como objetivo el establecer los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reuso de aguas residuales, así como para la disposición de lodos. Lo anterior para que, a través del mejoramiento de las características de dichas aguas, se logre establecer un proceso continuo que permita:

- 1) Proteger los cuerpos receptores de agua de los impactos provenientes de la actividad humana.
- 2) Recuperar los cuerpos receptores de agua en proceso de eutrofización.
- 3) Promover el desarrollo del recurso hídrico con visión de gestión integrada.

Modelo de Reducción Progresiva de cargas de DBO:

Los entes generadores existentes deberán reducir en forma progresiva la demanda bioquímica de oxígeno de las aguas residuales que **descarguen a un cuerpo receptor**, conforme a los valores y etapas de cumplimiento del cuadro siguiente:

Es importante mencionar que nosotros no descargamos a cuerpo receptor, el agua residual se utiliza para fertirriego, por lo que no le aplican estos límites máximos permisibles.

Imagen 1: Modelo de Reducción Progresiva de cargas DBO

Etapa	Uno				
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil once				
Duración, años	5				
Carga, kilogramos por día	3000sEG<6000	6000sEG<12000	12000sEG<25000	25000sEG<50000	50000sEG<250000
Reducción porcentual	10	20	30	35	50
Etapa	Dos				
Duración, años	4				
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil quince				
Carga, kilogramos por día	3000sEG<5500	5500sEG<10000	10000sEG<30000	30000sEG<50000	50000sEG<125000
Reducción porcentual	10	20	40	45	50
Etapa	Tres				
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil veinte				
Duración, años	5				
Carga, kilogramos por día	3000sEG<5000	5000sEG<10000	10000sEG<30000	30000sEG<65000	
Reducción porcentual	50	70	85	90	
Etapa	Cuatro				
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil veinticuatro				
Duración, años	4				
Carga, kilogramos por día	3000<EG<4000		4000sEG<7000		
Reducción porcentual	40		60		
EG = carga del ente generador correspondiente, en kilogramos por día.					

EG = carga del ente generador correspondiente, en kilogramos por día.

Es importante mencionar que el Reglamento autoriza diferentes tipos de reúso, los cuales están clasificados del I al V, y para cada uno de ellos se establecen parámetros de cumplimiento.

Parámetros y Límites Máximos Permisibles para Reuso:

Imagen 2: Tipos de Reuso con límites máximos permisibles

Tipo de reuso	Demanda bioquímica de oxígeno, miligramos por litro	Coliformes fecales, número más probable por cien mililitros
Tipo I	No aplica	No aplica
Tipo II	No aplica	$< 2 \times 10^2$
Tipo III	200	No aplica
Tipo IV	No aplica	$< 1 \times 10^3$
Tipo V	200	$< 1 \times 10^3$

A continuación se colocan los links de referencia para conocer detalles de los límites establecidos de DBO y DQO en las normas:

- <https://www.ecosistemas.com.gt/wp-content/uploads/2015/07/07-Acuerdo-gubernativo-236-2006-Reglamento-descargas-y-reuso.pdf>

Panamá: En Panamá existe el reglamento técnico DGNTI-COPANIT 35-2000. Agua. Descarga de Efluentes Líquidos directamente a cuerpos y masas de aguas superficiales y subterráneas. Esta norma tiene como objetivo la protección ambiental para prevenir la contaminación de cuerpos y masas de agua continentales y marinas en la república de Panamá mediante el control de los efluentes líquidos provenientes de actividades domésticas, comerciales, industriales y constitucionales.

Adicionalmente Panamá cuenta con un acuerdo ejecutivo número 75 del 4 de junio del 2008. Por el cual se dicta la norma primaria de calidad ambiental y niveles de calidad para las aguas continentales de uso recreativo con y sin contacto directo. Dicho reglamento es aplicable a todas las aguas continentales de uso recreativo con y sin contacto directo de la República de Panamá.

Por otra parte existe el reglamento técnico DGNTI-COPANIT 24-99 Agua. Calidad de agua. Reutilización de las aguas residuales tratadas. Este reglamento está orientado a resguardar la salud de los habitantes, el medio ambiente y establecer regulaciones para los distintos usos que pueda darse a las aguas residuales tratadas en las distintas plantas de tratamiento de agua residuales de Panamá.

A continuación se colocan los links de referencia para conocer detalles de los límites establecidos de DBO y DQO en las normas:

- <https://mici.gob.pa/wp-content/uploads/2021/12/24rt-dgnti-copanit-24-1999-1.pdf>
- <https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/26078/11616.pdf>
- <https://mici.gob.pa/wp-content/uploads/2021/12/35rt-dgnti-copanit-35-2019-1.pdf>

Descripción de sistemas de tratamiento y reuso del agua residual

El tratamiento de aguas residuales de extractoras de aceite de palma africana mediante tratamiento anaerobio es una práctica común y de eficiencia comprobada en todo el mundo para este tipo de agroindustria. La operación de estos sistemas es sencilla, pero implica de todos modos contar con elementos mínimos de operación y control que faciliten esta labor.

El tratamiento de estos mismos efluentes mediante biodigestores de tipo “contacto” (con recirculación de lodos), permite reducir el volumen y el área requerido para el tratamiento, permite aumentar la eficiencia de remoción de la DQO, aumentar la estabilidad biológica del sistema y facilitar la operación (en particular la purga de los lodos).

La operación adecuada del sistema de tratamiento asegura la depuración de las aguas residuales de manera eficiente. Existe una estricta interrelación entre la buena operación del biodigestor, la remoción de la carga orgánica contaminante y la generación de biogás.

Es importante mencionar que en todas las plantas procesadoras de aceite de la corporación se realiza fertirriego para poder reusar el agua residual tratada y con ello aprovechar los nutrientes de la misma y reducir la demanda de fuentes primarias.

Agrocaribe:

Imagen 3. Sistema de tratamiento de Agrocaribe

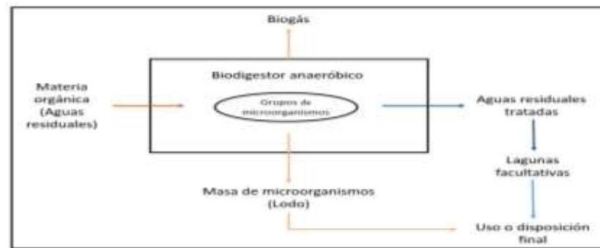
5. Sistema de tratamiento de aguas residuales

5.1. Base del proceso

El sistema de tratamiento consiste: en un proceso biológico con microorganismos anaeróbicos capaces de degradar la materia orgánica en ausencia de oxígeno, produciendo biogás y lodos. El esquema del proceso se muestra en la siguiente figura:

Figura 1

Diagrama de proceso del tratamiento de aguas residuales y generación de biogás



Nota. La figura muestra la base del proceso de tratamiento de aguas residuales, los diferentes procesos y el uso o disposición final de las mismas.

El sistema fue diseñado para controlar y mantener un ambiente óptimo en el biodigestor, que permita el máximo desarrollo de los microorganismos. Si los parámetros principales previstos para la operación no se respetan, no se obtendrá la eficacia prevista del sistema, es decir no se logrará la remoción óptima de la materia orgánica (DBO y DQO).

Imagen 4. Proceso de tratamiento de aguas residuales de Agrocaribe

Diagrama de flujo del proceso del sistema de tratamiento de aguas residuales

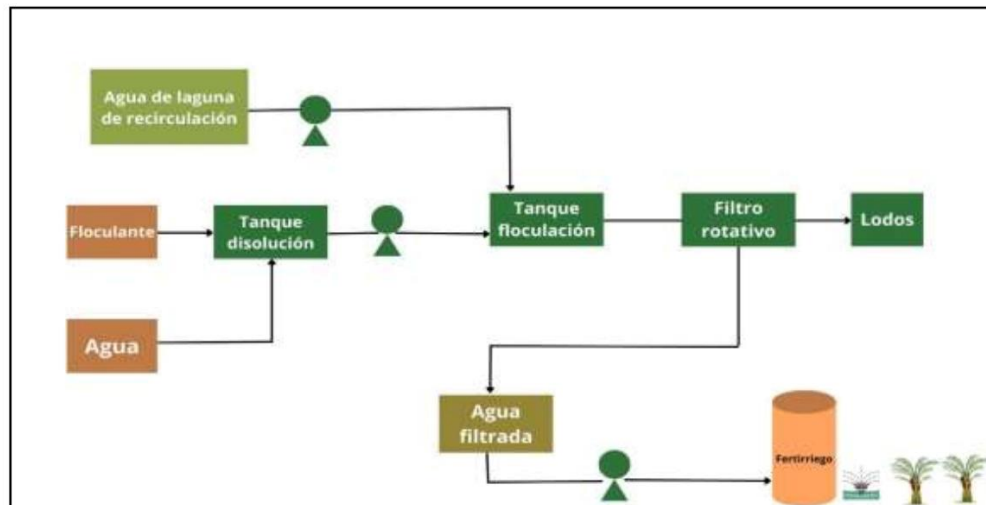


Imagen 5. Análisis de calidad de agua

Según nuestros análisis realizados en Laboratorio Agrolab, se ha realizado la caracterización de Aguas Residuales como Tipo I, las cuales corresponden al efluente que debido a los nutrientes que posee se puede utilizar en el riego, a manera de fertirriego, para recuperación y mejoramiento de suelos y como fertilizante, según el artículo 34 del Acuerdo Gubernativo 236-2006.

Así mismo se ha tomado en cuenta el artículo 35 y 36 del mismo reglamento para determinar el cumplimiento de los parámetros y límites máximos para el reuso según el tipo en el cual ha sido caracterizada el agua residual. Debido al tipo de reuso en que se ha clasificado el agua residual, no aplican los parámetros de demanda bioquímica de oxígeno y coliformes fecales, por lo que no se han establecido límites máximos permisibles que restrinjan su reuso. Sin embargo, se han establecido los límites máximos permisibles de metales pesados del artículo 21, en seguimiento del dictamen de la legislación nacional vigente:

Imagen 6. Parámetros y Límites permisibles para reuso

Adjunto el Artículo 35 del Acuerdo Gubernativo 236-2006 del Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos en el que se puede observar que no aplica para demanda bioquímica de oxígeno, ni para coliformes fecales.

Artículo 35. PARÁMETROS Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA REUSO. El agua residual para reuso deberá cumplir con los límites máximos permisibles del siguiente cuadro:

Tipo de reuso	Demanda bioquímica de oxígeno, miligramos por litro	Coliformes fecales, número más probable por cien mililitros
Tipo I	No aplica	No aplica
Tipo II	No aplica	< 2x10 ²
Tipo III	200	No aplica
Tipo IV	No aplica	< 1x10 ³
Tipo V	200	< 1x10 ³

Agroaceite:

Imagen 7. Descripción del proceso de Agroaceite

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO:

La planta extractora de aceite tiene como último paso el área de tanques florentinos, donde se termina de retirar aceite en el aguas residual, para luego ser enviada por un canal al STAR. El área de tratamiento de agua residual comienza con la recepción de aguas residuales en la estación de bombeo 1, de esta estación se bombea a una de las dos torres de enfriamiento, (foto 1) para reducir la temperatura de 90° centígrados a 45° centígrados, luego va a una segunda estación de bombeo, de la cual se bombea nuevamente, por periodos, máximo de una hora treinta minutos a cada uno de los dos biodigestores. Los biodigestores, (foto 2) tienen una capacidad de 2,000 metros cúbicos cada uno. Donde se encuentran bacterias anaeróbicas que se consumen la carga orgánica presente en el agua residual, en los cuales hay una residencia de 16 a 20 días. Luego el rebalse de los biodigestores pasa a un tanque aireador, (foto 3) de 375 metros cúbicos de volumen, donde hay bacterias aeróbicas, que también se consumen la carga orgánica, de este tanque pasa a un tanque clarificador de agua, donde se sedimentan lodos, el rebalse de este tanque clarificador se conduce por un canal a la laguna de pulimento. De esta última fase se conduce, el 100 % de agua, por una tubería al motor de riego. Donde se riegan 60 hectáreas de Palma Africana que pertenecen a Agroaceite. Ver diagrama de flujo adjunto.

Imagen 8. Fotografías de proceso



Foto 1



Foto 2



Imagen 9. Parámetros de aguas para reuso

El 100% del agua residual de la planta beneficio luego de ser tratada en el sistema de tratamiento, es usada como fertirriego en plantaciones que previamente a su consumo requiere un proceso industrial, por lo que es de tipo I, por lo que según lo establecido en el artículo 35, el DBO no Aplica, por lo que la planta beneficio se encuentra en cumplimiento con estos artículos.

CAPÍTULO VII

PARÁMETROS DE AGUAS PARA REUSO

Artículo 34. AUTORIZACIÓN DE REUSO. El presente Reglamento autoriza los siguientes tipos de reuso de aguas residuales, que cumplan con los límites máximos permisibles que a cada uso correspondan.

TIPO I: REUSO PARA RIEGO AGRÍCOLA EN GENERAL: uso de un efluente que debido a los nutrientes que posee se puede utilizar en el riego extensivo e intensivo, a manera de fertirriego, para recuperación y mejoramiento de suelos y como fertilizante en plantaciones de cultivos que, previamente a su consumo, requieren de un proceso industrial, de conformidad con los límites máximos permisibles establecidos en el artículo 35. Se exceptúa de este reuso los cultivos considerados en el tipo II.

Artículo 35. PARÁMETROS Y LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA REUSO. El agua residual para reuso deberá cumplir con los límites máximos permisibles del siguiente cuadro:

Tipo de reuso	Demanda bioquímica de oxígeno, miligramos por litro	Coliformes fecales, número más probable por cien mililitros
Tipo I	No aplica	No aplica
Tipo II	No aplica	$< 2 \times 10^2$
Tipo III	200	No aplica
Tipo IV	No aplica	$< 1 \times 10^3$
Tipo V	200	$< 1 \times 10^3$

Agropalma de Inversiones:

Para el caso de las aguas residuales, se cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales, el cual está conformado por un Biodigestor de 18000 m³ de capacidad, una planta de lodos y un sistema lagunar compuesto de 4 lagunas, una recirculación y las otras tres anaeróbicas facultativas. Como resultado de este proceso, tenemos el agua residual que se utiliza en el fertirriego y el lodo proveniente del biodigestor que es utilizado como abono orgánico.

Imagen 10. Esquema del sistema de tratamiento de aguas residuales industriales de Agropalma de Inversiones

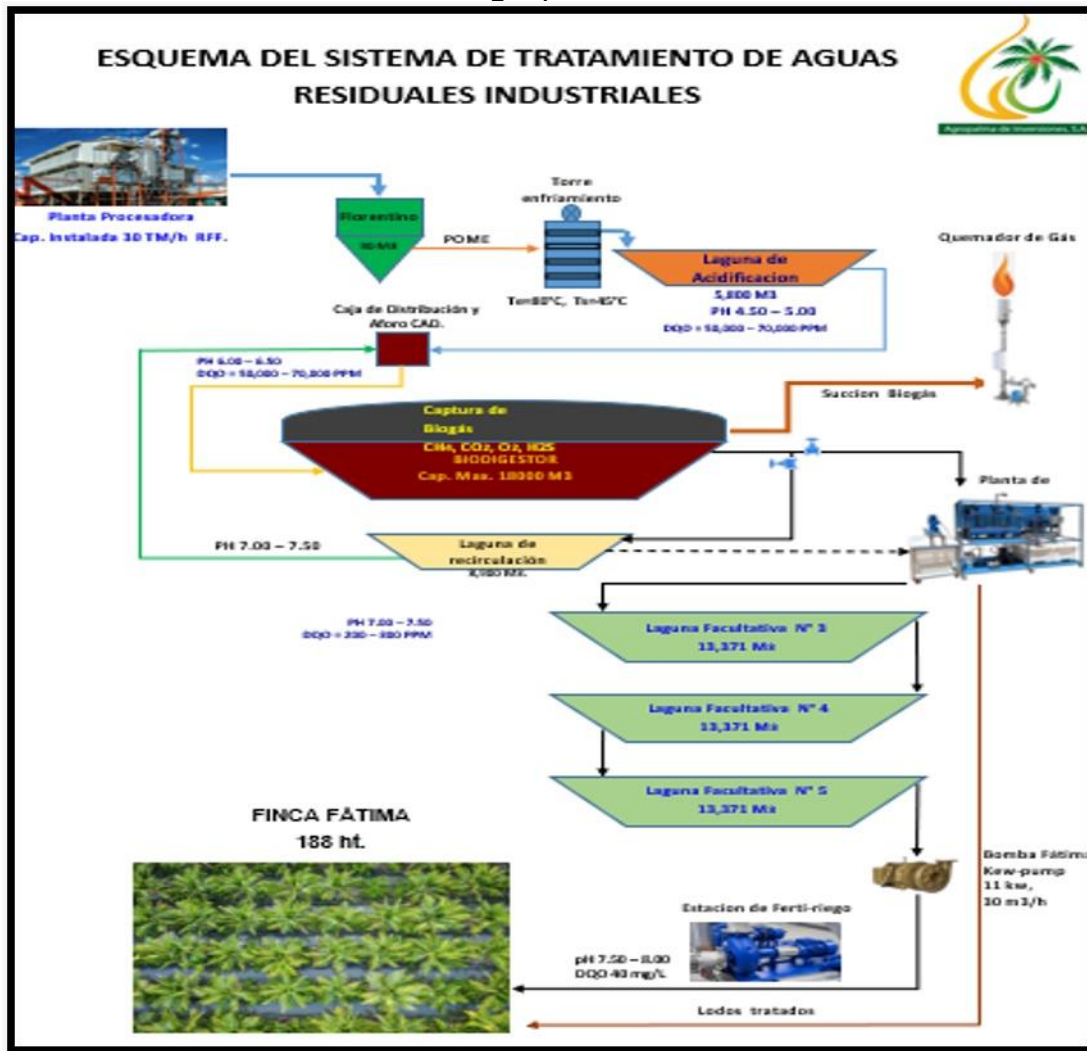


Imagen 11. Diagrama de Sistemas de Aguas Residuales

Diagrama Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.

Para el caso de estos dos residuos, son monitoreados por un laboratorio externo acreditado por el CNA, el agua del fertiriego se monitorea semestralmente y el lodo es anual.

Monitoreo de agua residual reutilizada:

Los monitoreos de las aguas residuales provenientes de las lagunas, se realizan de manera semestral, en el último que se realizó en el mes de junio 2023, los resultados son satisfactorio, cumpliendo con lo establecido en el Reglamento COPANIT 24-99, se espera realizar el próximo en el mes de diciembre 2023. **Ver anexo 2.**

Monitoreo de lodos:

En el mes de julio 2023, se llevó a cabo el monitoreo del lodo proveniente del biodigestor y que es tratado en la planta de lodos, los resultados fueron satisfactorio y estamos en cumplimiento de acuerdo al Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 47-2000, usos y disposición final de lodos. **Ver anexo 3.**

Imagen 12. Parámetros de Calidad de Agua (DBO y DQO)

Parámetros de Calidad de Agua	Guatemala - Agrocaribe "Planta de Beneficio La Francia"			Guatemala - Agrocaribe "Planta de Beneficio del Atlantico"			Guatemala - Agroaceite			Panamá - Agropalma de Inversiones		
	Límites Máximos Permisibles	2022 Nivel Anual Promedio	2023 Nivel Anual Promedio	Límites Máximos Permisibles	2022 Nivel Anual Promedio	2023 Nivel Anual Promedio	Límites Máximos Permisibles	2022 Nivel Anual Promedio	2023 Nivel Anual Promedio	Límites Máximos Permisibles	2022 Nivel Anual Promedio	2023 Nivel Anual Promedio
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), mg/L	N.A.	63.60	137.00	N.A.	468.00	1400.00	N.A.	3840.00	708.00	N.A.	150.00	744.00
Demanda Química de Oxígeno (DQO), mg/L	N.A.	530.00	180.00	N.A.	1950.00	1113.00	N.A.	7140.00	1780.00	N.A.	299.00	1355.00

Conclusión: En todas las plantas procesadoras de aceite contamos con sistemas de tratamiento cuyo efluente se utiliza para fertiriego. Por esta razón y en cumplimiento a la legislación nacional vigente de cada país se realizan análisis de calidad incluyendo parámetros como DBO, DQO, metales pesados y otros parámetros correspondientes. Sin embargo es importante recalcar que las normativas de Guatemala y Panamá no exigen un cumplimiento establecido para DBO y DQO cuando el agua se reutiliza para riego debido a que estos parámetros denotan alta carga de nutrientes que sirven para mejorar la fertilización del suelo.