

ESTUDIO TÉCNICO DE LAS AGUAS RESIDUALES, MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL TACURÚ, ALTA VERAPAZ



En cumplimiento con el Acuerdo Gubernativo 236-2006. (Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos) y su reforma 270-2016. *Evaluado por: Técnico Carlos David Asochi Yajardo*
 Departamento de Recursos Hídricos y Cuencas
 Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

Revisado 27/09/2012
19 de Junio de 2019

Preparado por:

Ing. Ambiental, Joel Anibal Meléndez Chinchilla
 Ing. Geólogo, Wilmer Dan Tení Pop

Atemala, Agosto de 2017
Evaluado por [Signature]
AN F10 [Signature]

[Signature]

2

**ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL
TUCURÚ, ALTA VERAPAZ**

ÍNDICE

INFORMACIÓN GENERAL, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ	1
1.1. Nombre, Razón o Denominación Social:	1
1.2. Persona contacto ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales	1
1.3. Descripción de la naturaleza de la actividad de la persona individual o jurídica sujeta al presente reglamento.	1
1.4. Horarios de descarga de aguas residuales:	8
1.5. Descripción del tratamiento de aguas residuales:	9
1.5.1. Tecnología Existente de tratamiento que está siendo utilizada actualmente	11
1.6. Caracterización del efluente de aguas residuales, incluyendo sólidos sedimentables. (Art. 13)	11
1.6.1. Análisis de resultados de laboratorio	17
a. Relación de (DQO / DBO)	21
1.6.2. Características de las aguas residuales urbanas o Municipales:	22
1.7. Caracterización de las aguas para reusó (Art.14)	25
1.8. Caracterización de Lodos. (Art. 15) No aplica	26
1.9. Caracterización del afluente. Aplica en el caso de la deducción especial de parámetros del artículo 23 del presente Reglamento	26
1.10. Identificación del cuerpo receptor hacia el cual se descargan las aguas residuales, si aplica.	26
1.11. Identificación del alcantarillado hacia el cual se descargan las aguas residuales, (Sí aplica.)	29
1.12. Enumeración de parámetros exentos de medición y su justificación respectiva	31
1.13. Nombre del responsable del Estudio Técnico:	31

ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

2	PLAN DE GESTIÓN	36
2.1.	POBLACIÓN DEL MUNICIPIO	36
2.2.	OBJETIVOS DEL PLAN	38
1.3.	Carga Contaminante	39
1.4.	Situación de las redes del alcantarillado público existente	39
1.5.	Fases a Implementar, según la situación actual de las aguas residuales	41
2.5.	Ampliación de Colectores y modificaciones	42
2.6.	Porcentajes de cobertura del servicio	44
3.	DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS CONSIDERABLES DE ACUERDO AL CONTEXTO LOCAL Y OPINIÓN TÉCNICA PROFESIONAL QUE JUSTIFIQUE LA O LAS OPCIONES PROPUESTAS	45
3.1.	Tecnología Existente de tratamiento para las aguas residuales	45
3.2.	Escenarios de estándares para afluentes	50
4.	EVALUACIONES DE LAS SOLUCIONES EN LAS REGIONES PRIORIZADAS	51
4.1.	Evaluación técnica	51
4.2.	PLAN DE CAPACITACIÓN	52
4.3.	Referencias sobre requerimientos de la capacitación a personal municipal en operación y mantenimiento, así como una propuesta de organización administrativa básica para la prestación del servicio ..	54
4.4.	Medidas de mitigación	54
	CONCLUSIONES	55
	RECOMENDACIONES	56
	BIBLIOGRAFÍA	58
	GLOSARIO	60
	INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES	64

3

**ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL
TUCURÚ, ALTA VERAPAZ**

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 TANQUES SÉPTICO (OPCIÓN 1)	46
FIGURA 2 – LODOS ACTIVADOS. CANAL DE REJAS, CANAL DESARENADOR, SEDIMENTADOR PRIMARIO, SEDIMENTADOR SECUNDARIO Y PATIO DE SECADO DE LODOS.....	46
FIGURA 3 - EJEMPLO DE UN DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. RESPONSABLE DEL CONTACTO CON EL MINISTERIO DE AMBIENTE.....	1
TABLA 2. HORARIOS DE DESCARGA	8
TABLA 3. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES Y PLAZOS ESTABLECIDOS PARA LAS MUNICIPALIDADES.....	13
TABLA 4. LOS DISPOSITIVOS DE DESCARGA QUE SE LOCALIZARON EN LA CABECERA MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, SE TIENEN LA CANTIDAD DE TRES DESFOGUES.....	14
TABLA 5. RESULTADOS FISIQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LOS MUESTREOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO ECOQUIMSA.....	16
TABLA 6. RESULTADOS DE METALES PESADOS DE LOS MUESTREOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO ECOQUIMSA	16
TABLA 7. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS DE LA DESCARGA EL MOXPIN.....	17
TABLA 8. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS DE LA DESCARGA DEL BARRIO GUADALUPE.....	19
TABLA 9. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS DE LA DESCARGA DEL BARRIO PISCINA, DESCARGA PRINCIPAL NO. 1.....	20
TABLA 8. COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE DESCARGA AL ENTE RECEPTOR	28
TABLA 11. PROYECCIÓN DE POBLACIÓN DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ.....	37
TABLA 12. CARGA CONTAMINANTE SEGÚN DQO Y DBO ₅	39
TABLA 13. COBERTURA DE LÍNEAS DE DRENAJE Y DESCARGAS MUESTREADAS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, A.V. Y CAUDALES DEL 2017	40
TABLA 14. FASES A IMPLEMENTAR.....	42
TABLA 15. FASES Y PORCENTAJE DE AGUA RESIDUAL A TRATAR	44

ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

TABLA 16. CRITERIOS DE IMPLEMENTACIÓN DE DISTINTAS TECNOLOGÍAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	51
TABLA 22. PROPUESTAS DE FORTALECIMIENTO MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL TUCURÚ, A.V.....	52
TABLA 23. CRONOGRAMA DE CAPACITACIONES MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL TUCURÚ, A.V.....	53

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1. DESCARGA DE AGUA RESIDUAL, DIRECTAMENTE HACIA EL SUELO, 2017	10
FOTOGRAFÍA 2. TOMA DEL CAUDAL DE LA DESCARGA DEL BARRIO LA PISCINA, DRENAJE PRINCIPAL, 2017.....	10
FOTOGRAFÍA 3. EQUIPO PARA TOMAR LAS MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES. (FOTOGRAFÍA TOMADA EL DÍA 02/05/2017).....	15
FOTOGRAFÍA 4. RIO POLOCHIC, (FOTOGRAFÍA TOMADA EL 16/05/2017).	28
FOTOGRAFÍA 5. SISTEMA ANAEROBIO, (FUENTE: <i>GUÍA PARA EL MANEJO DE EXCRETAS Y AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES</i> , 2 015.).	47
FOTOGRAFÍA 6. HUMEDALES O BIOFILTROS, (FUENTE: <i>GUÍA PARA EL MANEJO DE EXCRETAS Y AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES</i> , 2 015.).	47

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA 1. PUNTOS IDENTIFICADOS GEO-REFERENCIALMENTE EN DONDE OCURREN LAS DESCARGAS	27
MAPA 2. DESFOGUES DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPIO DE TUCURÚ, ALTA VERAPAZ.....	30
MAPA 3. LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN, CON COORDENADAS GEOGRÁFICAS, DEL ENTE GENERADOR QUE DESCARGA AGUAS RESIDUALES AL ALCANTARILLADO PÚBLICO	33
MAPA 4. LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN, CON COORDENADAS GEOGRÁFICAS, DE LOS DISPOSITIVOS DE DESCARGA PARA LA TOMA DE MUESTRAS, TANTO DEL AFLUENTE COMO DEL EFLUENTE	34
MAPA 5. COBERTURA DRENAJE, FAMILIAS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE TUCURÚ, A.V.	40
MAPA 6. RED DE DRENAJE, POZOS DE VISITA ÁREA URBANA, MUNICIPIO DE TUCURU, A.V.	41
MAPA 7. MAPA DE UBICACIÓN DE LAS ÁREAS PROPUESTAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO.	43

4

**ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL
TUCURÚ, ALTA VERAPAZ**

1

**INFORMACIÓN GENERAL, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ,
ALTA VERAPAZ**

1.1. Nombre, Razón o Denominación Social:

Municipalidad de San Miguel Tukurú, Alta Verapaz.

1.2. Persona contacto ante el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

Por orden y conocimiento del consejo Municipal, se nombró a Leonel Victoriano Guzmán, Alcalde Municipal, como la persona responsable de establecer contacto con el Ministerio de ambiente y Recursos Naturales (MARN), así como asignar quien será el responsable de guiar las visitas que el personal del Ministerio realice. En el tabla 1 se presentan los datos del Representante legal.

**TABLA 1. RESPONSABLE DEL CONTACTO CON EL MINISTERIO DE
AMBIENTE**

PERSONA CONTACTO	LEONEL VICTORIANO GUZMÁN ARGUETA
Cargo	Alcalde Municipal
Teléfono móvil	54721231 - 79831121
Correo	munitucuru2016@outlook.com

1.3. Descripción de la naturaleza de la actividad de la persona individual o jurídica sujeta al presente reglamento.

Servicios municipales (ente Público Administrador de aguas residuales)

La municipalidad de San Miguel Tukurú, como parte del territorio nacional de Guatemala, está sujeta a lo estipulado en la Constitución Política

✍️

2 ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

de la República de Guatemala, que en el Capítulo VII (Régimen Municipal)¹, donde dice literalmente:

Artículo 253. Autonomía Municipal. Los municipios de la República de Guatemala, son instituciones autónomas. Entre otras funciones les corresponde:

- a) Elegir a sus propias autoridades;
- b) Obtener y disponer de sus recursos; y
- c) Atender los servicios locales, el ordenamiento territorial de su jurisdicción y el cumplimiento de sus fines propios.

Para los efectos correspondientes emitirán las ordenanzas y reglamentos respectivos.

Artículo 254. Gobierno Municipal. El gobierno municipal será ejercido por un concejo el cual se integra con el alcalde, los síndicos y concejales, electos directamente por sufragio universal y secreto para un periodo de cuatro años, pudiendo ser reelectos.

Así también, el código Municipal especifica la naturaleza y actividad del municipio, tal y como se resumen a continuación:

TITULO I GENERALIDADES

ARTICULO 1. Objeto. El presente Código tiene por objeto desarrollar los principios constitucionales referentes a la organización, gobierno, administración, y funcionamiento de los municipios y demás entidades locales determinadas en este Código y el contenido de las competencias que correspondan a los municipios en cuanto a las materias que están regulen.

¹ Congreso de la República de Guatemala, "Constitución Política de la República de Guatemala". (versión electrónica tomada del Diario Oficial de fecha 3 de junio de 1985, en Tomo 226, Diario 41).

ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

3

ARTICULO 2. Naturaleza del municipio. El municipio es la unidad básica de la organización territorial del Estado y espacio inmediato de participación ciudadana en los asuntos públicos. Se caracteriza primordialmente por sus relaciones permanentes de vecindad, multiétnicidad, pluriculturalidad y multilingüismo, organizado para realizar el bien común de todos los habitantes de su distrito.

ARTICULO 3. Autonomía. En ejercicio de la autonomía que la Constitución Política de la República garantiza al municipio, éste elige a sus autoridades y ejerce por medio de ellas, el gobierno y la administración de sus intereses, obtiene y dispone de sus recursos patrimoniales, atiende los servicios públicos locales, el ordenamiento territorial de su jurisdicción, su fortalecimiento económico y la emisión de sus ordenanzas y reglamentos. Para el cumplimiento de los fines que le son inherentes coordinará sus políticas con las políticas generales del Estado y en su caso, con la política especial del ramo al que corresponda. Ninguna ley o disposición legal podrá contrariar, disminuir o tergiversar la autonomía municipal establecida en la Constitución Política de la República.

ARTICULO 4. Entidades locales territoriales. Son entidades locales territoriales:

- a) El municipio.
- b) Las entidades locales de ámbito territorial en que el municipio se divide, tales como: aldea, caserío, paraje, cantón, barrio, zona, colonia, lotificación, parcelamiento urbano o agrario, micro-región, finca, y demás formas de ordenamiento territorial definidas localmente.
- c) Los distritos metropolitanos.
- d) Las mancomunidades de municipios.

ARTICULO 5. Servicio a los intereses públicos. Los municipios y otras entidades locales sirven a los intereses públicos que les están encomendados y actúan de acuerdo con los principios de eficacia, eficiencia, descentralización,

4 ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

desconcentración y participación comunitaria, con observancia del ordenamiento jurídico aplicable.

ARTICULO 6. Competencias propias y atribuidas. Las competencias de los municipios son:

- a) Propias y
- b) Atribuidas por delegación.

Las competencias propias son todas aquellas inherentes a su autonomía establecida constitucionalmente de acuerdo a sus fines propios. Las competencias atribuidas son las que el Gobierno Central delega a los municipios mediante convenio y se ejercen en los términos de la delegación o transferencia respetando la potestad de auto organización de los servicios del municipio, establecidos en este Código.

ARTICULO 7. El municipio en el sistema jurídico. El municipio, como institución autónoma de derecho público, tiene personalidad jurídica y capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones, y en general para el cumplimiento de sus fines en los términos legalmente establecidos, y de conformidad con sus características multiétnicas, pluriculturales y multilingües. Su representación la ejercen los órganos determinados en este Código.

ARTICULO 8. Elementos del municipio. Integran el municipio los siguientes elementos básicos:

- a) La población.
- b) El territorio.
- c) La autoridad ejercida en representación de los habitantes, tanto por el Concejo Municipal como por las autoridades tradicionales propias de las comunidades de su circunscripción.
- d) La comunidad organizada.

6

**ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL
TUCURÚ, ALTA VERAPAZ**

5


- e) La capacidad económica.
- f) El ordenamiento jurídico municipal y el derecho consuetudinario del lugar.
- g) El patrimonio del municipio.

**TITULO II
GOBIERNO Y ADMINISTRACIÓN DEL MUNICIPIO
CAPITULO I
GOBIERNO DEL MUNICIPIO**

ARTICULO 33. Gobierno del municipio. Corresponde con exclusividad al Concejo Municipal el ejercicio del gobierno del municipio, velar por la integridad de su patrimonio, garantizar sus intereses con base en los valores, cultura y necesidades planteadas por los vecinos, conforme a la disponibilidad de recursos.

ARTICULO 34. Reglamento interno. El Concejo Municipal emitirá su propio reglamento interno de organización y funcionamiento, los reglamentos y ordenanzas para la organización y funcionamiento de sus oficinas, así como el reglamento de personal y demás disposiciones que garanticen la buena marcha de la administración municipal.

ARTICULO 35. Competencias generales del Concejo Municipal. Le compete al Concejo Municipal:

- a) La iniciativa, deliberación y decisión de los asuntos municipales;
 - b) El ordenamiento territorial y control urbanístico de la circunscripción municipal;
 - c) La convocatoria a los distintos sectores de la sociedad del municipio para la formulación e institucionalización de las políticas públicas municipales y de los planes de desarrollo urbano y rural del municipio, identificando y priorizando las necesidades comunitarias y propuestas de solución a los problemas locales;
 - d) El control y fiscalización de los distintos actos del gobierno municipal y de su administración;
- 

6 ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

- e) El establecimiento, planificación, reglamentación, programación, control y evaluación de los servicios públicos municipales, así como las decisiones sobre las modalidades institucionales para su prestación, teniendo siempre en cuenta la preeminencia de los intereses públicos...
- f) La emisión y aprobación de acuerdos, reglamentos y ordenanzas municipales...
- g) La aprobación de los acuerdos o convenios de asociación o cooperación con otras corporaciones municipales, entidades u organismos públicos o privados, nacionales e internacionales que propicien el fortalecimiento de la gestión y desarrollo municipal, sujetándose a las leyes de la materia;
- h) La elaboración y mantenimiento del catastro municipal en concordancia con los compromisos adquiridos en los acuerdos de paz y la ley de la materia;
- i) La promoción y protección de los recursos renovables y no renovables del municipio; y,
- j) Las demás competencias inherentes a la autonomía del municipio.

**TITULO II
ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL
CAPITULO I
COMPETENCIAS MUNICIPALES**

ARTICULO 67. Gestión de intereses del municipio. El municipio, para la gestión de sus intereses y en el ámbito de sus competencias puede promover toda clase de actividades económicas, sociales, culturales, ambientales, y prestar cuantos servicios contribuyan a mejorar la calidad de vida, a satisfacer las necesidades y aspiraciones de la población del municipio.

ARTICULO 68. Competencias propias del municipio. Las competencias propias deberán cumplirse por el municipio, por dos o más municipios bajo convenio, o por mancomunidad de municipios, y son las siguientes:

- a) Abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada; alcantarillado; alumbrado público; mercados; rastros; administración de cementerios y la autorización y control de los cementerios privados;

2

ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

7

- recolección, tratamiento y disposición de desechos sólidos; limpieza y ornato;
- b) Construcción y mantenimiento de caminos de acceso a las circunscripciones territoriales inferiores al municipio;
 - c) Pavimentación de las vías públicas urbanas y mantenimiento de las mismas;
 - d) Velar por el cumplimiento y observancia de las normas de control sanitario de la producción, comercialización y consumo de alimentos y bebidas a efecto de garantizar la salud de los habitantes del municipio;
 - e) Modernización tecnológica de la municipalidad y de los servicios públicos municipales o comunitarios;
 - f) Promoción y gestión ambiental de los recursos naturales del municipio;

ARTICULO 70. Competencias delegadas al municipio. El municipio ejercerá competencias por delegación en los términos establecidos por la ley y los convenios correspondientes, en atención a las características de la actividad pública de que se trate y a la capacidad de gestión del gobierno municipal, de conformidad con las prioridades de descentralización, desconcentración y el acercamiento de los servicios públicos a los ciudadanos.

ARTICULO 72. Servicios públicos municipales. El municipio debe regular y prestar los servicios públicos municipales de su circunscripción territorial y, por lo tanto, tiene competencia para establecerlos, mantenerlos, ampliarlos y mejorarlos, en los términos indicados en los artículos anteriores, garantizando un funcionamiento eficaz, seguro y continuo y, en su caso, la determinación y cobro de tasas y contribuciones equitativas y justas. Las tasas y contribuciones deberán ser fijadas atendiendo los costos de operación, mantenimiento y mejoramiento de calidad y cobertura de servicios.

8 ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

1.4. Horarios de descarga de aguas residuales:

Tabla 2. Horarios de Descarga

HORARIO	DÍAS
6:00 Hrs. 12:00 Hrs. 20:00 Hrs	Lunes a viernes
8:00 Hrs. 10:00 Hrs. 16:00 Hrs.	Sábado y Domingo

Las descargas de las aguas residuales (del alcantarillado público) tienen un flujo constante, esto quiere decir que durante las 24 horas del día se vierten las aguas residuales a los cuerpos receptores destacando los horarios de 6:00, 12:00 y 20:00 hrs. Que registran la mayor intensidad de descargas de aguas residuales estas incrementándose en épocas de lluvia, ya que la mayoría de la red de drenaje del municipio es combinada.

El promedio de uso continuo es de 8 a 10 horas diarias; los fines de semana varía, prácticamente las horas pico es de 8:00 a 16:00 Hrs. También se informó que las descargas son básicamente domiciliarias, es decir, no existe industria en el sector, tan solo comercios como tiendas, comedores, mercado municipal, centro de salud, talleres de mecánica, entre otros. Por tal motivo es preciso indicar que estas aguas son consideradas de tipo ordinario ya que el Reglamento de descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos en el capítulo II (definiciones), Artículo 4 dice:

Aguas residuales de tipo especial: las aguas residuales generadas por servicios públicos municipales y actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias y todas aquellas que no sean de tipo ordinario, así como la mezcla de las mismas.

8

**ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL
TUCURÚ, ALTA VERAPAZ**

9

El capítulo IX (Seguimiento y Evaluación), en el Artículo 49. De la frecuencia de toma de muestras. Dice:

Para el seguimiento y evaluación de aguas residuales y de aguas para reusó, los entes generadores deberán tomar a su costa, como mínimo, **dos muestras al año y efectuar los análisis que correspondan de conformidad con los parámetros contenidos en el estudio técnico.** Los entes generadores deberán llevar un registro de los resultados de estos análisis y conservarlos durante un plazo de cinco años posteriores a su realización, para su presentación al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales cuando le sea requerido por razones de seguimiento y evaluación.

El número de muestras recolectadas fueron 3, en las muestras recolectas se aplicó la metodología de muestras simples en las descargas del municipio durante las horas de la mañana. Dichas muestras fueron realizadas en el laboratorio del Instituto de fomento Municipal – INFOM – y en el laboratorio ecológico y químico ECOQUIMSA.

1.5. Descripción del tratamiento de aguas residuales:

Las descargas del efluente de aguas residuales las tres no poseen un tratamiento previo ya sea especial, primario o secundario antes de que sean descargadas a los cuerpos receptores. Es decir que descargan directamente sus aguas al cuerpo receptor. Por lo que el presente estudio contiene la caracterización de las aguas residuales o servidas de acuerdo a los análisis físico, químico, metales y bacteriológico realizados.





FOTOGRAFÍA 1. Descarga de agua residual, directamente hacia el suelo, 2017



FOTOGRAFÍA 2. Toma del caudal de la descarga del barrio la piscina, drenaje principal, 2017.

11

1.5.1. Tecnología Existente de tratamiento que está siendo utilizada actualmente

En la actualidad en el municipio no cuenta con algún sistema de tratamiento anteriormente construido. Dígase fosas sépticas teniendo como resultado la descarga directamente de sus aguas residuales a los cuerpos receptores.

1.6. Caracterización del efluente de aguas residuales, incluyendo sólidos sedimentables. (Art. 13)

Para la caracterización del afluente del municipio de San Miguel Tukurú, se trabajó juntamente con el laboratorio ecológico y químico **ECOQUIMSA**.² La metodología utilizada se basa en el método de las normas del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22nd Edition 2012 (APHA, AWWA, WEF). Y el laboratorio del Instituto de Fomento Municipal – INFOM -

Los parámetros que se analizaron en la caracterización se ven en el tabla 3 y cada uno de los informes de resultados se encuentra en anexos. Se realizaron muestras simples a los 3 desfogues que descargan sus aguas residuales, a los cuerpos receptores, Ver tabla 5. Estos análisis fueron realizados para cumplir el *Artículo 13* (capítulo IV, Caracterización) y *Artículo 24* inciso b (Capítulo V, Límites máximos permisibles de descargas a cuerpos receptores para aguas residuales municipales y urbanizaciones no conectadas al alcantarillado público). Que literalmente dice:

Las municipalidades o empresas encargadas del tratamiento de aguas residuales del alcantarillado público y las urbanizaciones existentes no

² ECOQUIMSA, Laboratorio Ecológico y Químico, se encuentra ubicada en la 2ª. calle "B" 35-91 Col. Utatlan II. PBX: 2322-3600. E-mail: informacion@ecoquimsa.com. Acreditado OGA-LE-051-13 con la norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025

12 **ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ**

conectadas al alcantarillado público, cumplirán con los límites máximos permisibles para descargar a cuerpos receptores, de cualesquiera de las formas siguientes:

- a) Con lo preceptuado en los artículos 17, 18, 19 y 20 de conformidad con los plazos establecidos en estos artículos del presente reglamento.
- b) Con los límites máximos permisibles y plazos establecidos en el siguiente cuadro:
- c) Se reformo el acuerdo gubernativo 236-2006, en el acuerdo gubernativo 270-2016., en su artículo 24, Límites máximos permisibles de descarga a cuerpos receptores para aguas residuales municipales y de urbanizaciones no conectadas al alcantarillado público.

Estableciendo que todas las municipalidades deberán tener en operación por lo menos los sistemas de tratamiento primario a más tardar el seis de mayo del año dos mil diecinueve.

Todas las municipalidades deberán cumplir con tener en operación, por lo menos sistemas de tratamiento primario a más tardar al seis (6) de mayo del año dos mil diecinueve (2019).

Para el cumplimiento de las disposiciones establecidas en el párrafo anterior las municipalidades deberán de a) Presentar al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para su evaluación al Instrumento Ambiental correspondiente, a más tardar el día treinta (30) de junio del año dos mil diecisiete (2017), y, b) incluir dentro de su Plan operativo Anual –POA- del año dos mil diecisiete (2017), las asignaciones presupuestarias correspondientes.

Las municipalidades que reciban descargas de aguas residuales de tipo especial en el alcantarillado público, que contengan compuestos que no puedan ser tratados en un sistema de tratamiento primario, no estarán

ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

10

13

sujetas a los límites máximos permisibles de demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos, nitrógeno total y fósforo total en la etapa uno de la tabla 3. Del presente artículo, lo cual deberá ser acreditado en el Estudio Técnico.

TABLA 3. Límites máximos permisibles y plazos establecidos para las municipalidades

		Artículo 24 del Reglamento				
		Valor inicial	Año 2019	Año 2023	Año 2027	Año 2031
		Etapa				
No.	Parámetros	Valores Iniciales	Uno	Dos	Tres	Cuatro
1	Temperatura (°C)	TCR+/- 7	TCR+/- 7	TCR+/- 7	TCR+/- 7	TCR+/- 7
2	Grasas y Aceites (mg/l)	100	50	10	10	10
3	Material Flotante	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
4	Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅ (mg/l)	700	250	100	100	100
5	Sólidos Suspendidos totales (mg/l)	300	275	200	100	100
6	Nitrógeno total (mg/l)	150	150	70	20	20
7	Fósforo total (mg/l)	50	40	20	10	10
8	Potencial de Hidrógeno pH (u) (laboratorio)	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
9	Coliformes Fecales	< 1.0 x 10 ⁸	< 1.0 x 10 ⁷	< 1.0 x 10 ⁴	< 1.0 x 10 ⁴	< 1.0 x 10 ⁴
10	Arsénico (As) (mg/l)	1	0.1	0.1	0.1	0.1
11	Cadmio (Cd) (mg/l)	1	0.1	0.1	0.1	0.1
12	Cianuro (Cd) (mg/l)	6	1	1	1	1
13	Cobre (Cu) (mg/l)	4	3	3	3	3
14	Cromo Hexavalente (Cr VI) (mg/l)	1	0.1	0.1	0.1	0.1
15	Mercurio (Hg) (mg/l)	0.3	0.02	0.02	0.01	0.01
16	Níquel (Ni) (mg/l)	6	2	2	2	2
17	Plomo (Pb) (mg/l)	4	0.4	0.4	0.4	0.4
18	Zinc (Zn) (mg/l)	10	10	10	10	10
19	Color aparente	1500	1000	750	500	500

Fuente: Reglamento de Descargas de Aguas Residuales, Acuerdo Gubernativo 236-2006.

14 ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

La caracterización de las aguas residuales se realizó tomando en cuenta el efluente de aguas residuales, descargadas por un ente generador o de aguas servidas de tipo ordinario en la cabecera municipal de San Miguel Tukurú.

TABLA 4. Los dispositivos de descarga que se localizaron en la cabecera municipal del Municipio de San Miguel Tukurú, se tienen la cantidad de tres desfogues.

No.	Nombre	Ubicación (Coord. Geográficas)	Altitud (msnm)	Cuerpo receptor	Observaciones
D1	El Moxpin	N 15°17'32.35" O 90°7'4.62"	459	Quebrada Moxpin	Este desfogue se encuentra en una de las quebradas del Municipio, afectando este cuerpo receptor, ya que el caudal de la quebrada es considerado bajo, haciendo que la contaminación por el agua residual sea más pronunciada en el cuerpo receptor.
D2	Barrio Guadalupe	N 15°17'37.06" O 90°6'51.55"	402	Rio Polochic	Este desfogue, va directamente hacia el recorrido del río, por medio de un brocal, teniendo un caudal bajo.
D3	Barrio la piscina, Descarga principal No. 1	N 15°17'46.01" O 90°7'11.63"	491	Rio Polochic	Este desfogue contiene un caudal alto, dichas aguas no son tratadas y son descargadas directamente hacia el suelo erosionado el mismo, antes de que el agua residual pueda llegar al cuerpo receptor

Fuente: Tabla elaborada por el Ing. Joel Meléndez, 2017

Según la reforma 270-2016, establece que todas las municipalidades deberán cumplir con tener en operación, por lo menos sistemas de tratamiento primario antes tardar al seis (6) de mayo del año dos mil diecinueve (2019). Las municipalidades que reciban descargas de aguas residuales de tipo especial en el alcantarillado público, que contengan compuestos que no puedan ser tratados en un sistema de tratamiento como lo son los sólidos suspendidos, nitrógeno total y fósforo total en la etapa uno del (Tabla No. 3 de los Límites máximos permisibles y plazos establecidos para las municipalidades), del presente artículo, lo cual deberá ser acreditado en el Estudio Técnico. La anterior disposición no exime a las municipalidades de cumplir con límites máximos permisibles de los parámetros de párrafo anterior en las etapas subsiguientes.

Los diferentes puntos donde se descarga a los cuerpos receptores se muestran en la tabla 4 con sus diferentes coordenadas y más adelante en el inciso 6. (Identificación del alcantarillado hacia el cual se descargan las aguas residuales) se explican las diferentes zonas y barrios que descargas a los diferentes puntos.



FOTOGRAFÍA 3. Equipo para tomar las muestras de aguas residuales.
(Fotografía tomada el día 02/05/2017)

[Handwritten signature]

TABLA 5. Resultados Físicoquímicos y microbiológicos de los muestreos realizados en el laboratorio ECOQUIMSA.

Nombre	X_UTM	Y_UTM	Elevación	Temp.	pH	Caudal lt/s	DBO	DQO	Cianuro	Color	Fosforo	G & A	Nitrógeno T	Material F	Solidos Se	Solidos Su	Coliformes
El Moxpin	809509	1692674	459	20°	6.7	0.39	240	380	-	1100	5.0	32	15	Ausente	-	160	9,300,000
Barrio Guadalupe	809889	1692910	402	20°	6.8	0.25	250	550	-	1300	27	10	50	Ausente	-	140	9,300,000
Barrio la piscina, Descarga principal No. 1	809333	1693148	491	20°	6.7	1.18	113	181	< 0.010	70	0.930	9	14.00	Ausente	1.5	80	1,500,000

Fuente: Tabla elaborada por el Ing. Joel Meléndez, basado en los resultados de análisis del Laboratorio ECOQUIMSA.

Tabla 6. Resultados de Metales pesados de los muestreos realizados en el laboratorio ECOQUIMSA

Nombre	X_UTM	Y_UTM	Elevación	Arsenico	Cadmio	Cobre	Cromo (VI)3	Mercurio	Niquel	Plomo	Zinc
El Moxpin	809509	1692674	459	-	-	-	-	-	-	-	-
Barrio Guadalupe	809889	1692910	402	-	-	-	-	-	-	-	-
Barrio la piscina, Descarga principal No. 1	809333	1693148	491	0.0019	< 0.0095	< 0.035	< 0.010	< 0.0012	< 0.250	< 0.070	0.097

Fuente: Tabla elaborada por el Ing. Joel Meléndez, basado en los resultados de análisis del Laboratorio ECOQUIMSA.

Nota. Los análisis de metales pesados para las descargas El Moxpin y Barrio Guadalupe no fueron realizados por el ente generador.

12

ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

1.6.1. Análisis de resultados de laboratorio

17

En esta fase se podrá observar si los resultados muestreados cumplen y si son aceptables según el Reglamento 236-2006 y su reforma 270-2016. Sin embargo se presenta la siguiente discusión de resultados, para cada uno de los parámetros obtenidos.

Tabla 7. Análisis de resultados de los parámetros analizados de la Descarga el Moxpin

No.	Parámetros	Muestra	Artículo 24 del Reglamento			
			Año 2019	Año 2023	Año 2027	Año 2031
			Etapa			
		El Moxpin	Uno	Dos	Tres	Cuatro
1	Temperatura (°C)	20 °	TCR+/- 7	TCR+/- 7	TCR+/- 7	TCR+/- 7
2	Grasas y Aceites (mg/l)	32	50	10	10	10
3	Material Flotante	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
4	Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅ (mg/l)	240	250	100	100	100
5	Sólidos Suspendidos totales (mg/l)	160	275	200	100	100
6	Nitrógeno total (mg/l)	15	150	70	20	20
7	Fosforo total (mg/l)	5.0	40	20	10	10
8	Potencial de Hidrogeno pH (u) (laboratorio)	6.7	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
9	Coliformes Fecales	9,300,000	< 1.0 x 10 ⁷	< 1.0 x 10 ⁴	< 1.0 x 10 ⁴	< 1.0 x 10 ⁴
10	Arsénico (As) (mg/l)	-	0.1	0.1	0.1	0.1
11	Cadmio (Cd) (mg/l)	-	0.1	0.1	0.1	0.1
12	Cianuro (Cd) (mg/l)	-	1	1	1	1
13	Cobre (Cu) (mg/l)	-	3	3	3	3
14	Cromo Hexavalente (Cr VI) (mg/l)	-	0.1	0.1	0.1	0.1
15	Mercurio (Hg) (mg/l)	-	0.02	0.02	0.01	0.01
16	Níquel (Ni) (mg/l)	-	2	2	2	2
17	Plomo (Pb) (mg/l)	-	0.4	0.4	0.4	0.4
18	Zinc (Zn) (mg/l)	-	10	10	10	10
19	Color aparente	1100	1000	750	500	500

Fuente: Tabla elaborada por el Ing. Joel Meléndez, 2017

El Acuerdo Gubernativo 236-2006: Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos, requiere la

caracterización del efluente de agua residual para determinar las características físicas, químicas y biológicas de las aguas, incluyendo caudal, de los parámetros requeridos en el reglamento. Dichos parámetros son las variables que identifican cada una de las características de las aguas residuales, aguas para reúso o lodos, asignándole un valor numérico, es por ello que es de suma importancia considerar las características de las aguas residuales ya que por medio de ella se genera contaminación tanto a los cuerpos receptores como los ríos, riachuelos, lagos, etc y a las personas que tiene contacto directo con ellos. Para esta descarga denominada D1, el MOXPIN, se obtuvo que cinco parámetros analizados no cumplen con sus totalidad con el reglamento, siendo estas la demanda bioquímica de oxígeno DBO5, coliformes fecales y las grasas y aceites cumplen hasta el año 2023, los sólidos suspendidos cumplen hasta el año 2027, y el parámetro que no cumplen con el reglamento en sus fases es el de color aparente. Teniendo indicios de contaminación ya que se puede observar que la DBO5 presentan valores altos en sus análisis.

13

**ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL
TUCURÚ, ALTA VERAPAZ**

19

Tabla 8. Análisis de resultados de los parámetros analizados de la Descarga del barrio Guadalupe

		Artículo 24 del Reglamento				
		Muestra	Año 2019	Año 2023	Año 2027	Año 2031
			Etapa			
No.	Parámetros	Barrio Guadalupe	Uno	Dos	Tres	Cuatro
1	Temperatura (°C)	20°	TCR+/- 7	TCR+/- 7	TCR+/- 7	TCR+/- 7
2	Grasas y Aceites (mg/l)	10	50	10	10	10
3	Material Flotante	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
4	Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅ (mg/l)	250	250	100	100	100
5	Sólidos Suspendidos totales (mg/l)	140	275	200	100	100
6	Nitrógeno total (mg/l)	50	150	70	20	20
7	Fosforo total (mg/l)	27	40	20	10	10
8	Potencial de Hidrogeno pH (u) (laboratorio)	6.8	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
9	Coliformes Fecales	9,300,000	< 1.0 x 10 ⁷	< 1.0 x 10 ⁴	< 1.0 x 10 ⁴	< 1.0 x 10 ⁴
10	Arsénico (As) (mg/l)	-	0.1	0.1	0.1	0.1
11	Cadmio (Cd) (mg/l)	-	0.1	0.1	0.1	0.1
12	Cianuro (Cd) (mg/l)	-	1	1	1	1
13	Cobre (Cu) (mg/l)	-	3	3	3	3
14	Cromo Hexavalente (Cr VI) (mg/l)	-	0.1	0.1	0.1	0.1
15	Mercurio (Hg) (mg/l)	-	0.02	0.02	0.01	0.01
16	Níquel (Ni) (mg/l)	-	2	2	2	2
17	Plomo (Pb) (mg/l)	-	0.4	0.4	0.4	0.4
18	Zinc (Zn) (mg/l)	-	10	10	10	10
19	Color aparente	1300	1000	750	500	500

Fuente: Tabla elaborada por el Ing. Joel Meléndez, 2017

Para esta descarga denominada D2, del BARRIO GUADALUPE, se obtuvo que siete parámetros analizados no cumplen con sus totalidad con el reglamento, siendo las siguientes fosforo total, coliformes fecales y las grasas y aceites cumplen hasta el año 2023, los sólidos suspendidos total y nitrógeno total cumplen hasta el año 2027, y los parámetros que no cumplen con el reglamento en sus fases es el de color aparente y la demanda bioquímica de oxígeno DBO₅. Teniendo un indicador de que la descarga es la más contaminada de las tres muestreadas ya que se

20 ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

puede observar que la DBO5 presentan valores altos en sus análisis.

Tabla 9. Análisis de resultados de los parámetros analizados de la Descarga del Barrio Piscina, Descarga Principal No. 1.

No.	Parámetros	Muestra	Artículo 24 del Reglamento			
			Año 2019	Año 2023	Año 2027	Año 2031
			Etapa			
		Descarga principal No. 1	Uno	Dos	Tres	Cuatro
			TCR+/- 7	TCR+/- 7	TCR+/- 7	TCR+/- 7
1	Temperatura (°C)	20°	TCR+/- 7	TCR+/- 7	TCR+/- 7	TCR+/- 7
2	Grasas y Aceites (mg/l)	9	50	10	10	10
3	Material Flotante	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
4	Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅ (mg/l)	113	250	100	100	100
5	Solidos Suspendidos totales (mg/l)	80	275	200	100	100
6	Nitrógeno total (mg/l)	14.00	150	70	20	20
7	Fosforo total (mg/l)	0.930	40	20	10	10
8	Potencial de Hidrogeno pH (u) (laboratorio)	6.69	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
9	Coliformes Fecales	3,500,000	< 1.0 x 10 ⁷	< 1.0 x 10 ⁴	< 1.0 x 10 ⁴	< 1.0 x 10 ⁴
10	Arsénico (As) (mg/l)	0.0019	0.1	0.1	0.1	0.1
11	Cadmio (Cd) (mg/l)	< 0.0095	0.1	0.1	0.1	0.1
12	Cianuro (Cd) (mg/l)	< 0.010	1	1	1	1
13	Cobre (Cu) (mg/l)	< 0.035	3	3	3	3
14	Cromo Hexavalente (Cr VI) (mg/l)	< 0.010	0.1	0.1	0.1	0.1
15	Mercurio (Hg) (mg/l)	< 0.0012	0.02	0.02	0.01	0.01
16	Níquel (Ni) (mg/l)	< 0.250	2	2	2	2
17	Plomo (Pb) (mg/l)	< 0.070	0.4	0.4	0.4	0.4
18	Zinc (Zn) (mg/l)	0.097	10	10	10	10
19	Color aparente	70	1000	750	500	500

Fuente: Tabla elaborada por el Ing. Joel Meléndez, 2017

Los parámetros analizados físico – químicos, microbiológicos y de metales pesados muestreados en la descarga del barrio la Piscina son de suma importancia por su efecto sobre las características del agua, especialmente sobre las operaciones y o procesos unitarios en una planta de tratamiento, pero también lo es para el cuerpo receptor, por lo tanto: Para esta descarga la demanda bioquímica de oxígeno DBO5

13

**ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL
TUCURÚ, ALTA VERAPAZ**

21

no cumple con los límites permisibles para los años 2023, 2027 y 2031, de igual manera para los coliformes fecales. Caso contrario los demás parámetros cumplen en su totalidad con el reglamento.

a. Relación de (DQO / DBO)

Se analiza este valor como parte del estudio. Sin embargo, considerando ambos valores y calculando de acuerdo con el artículo 18 del reglamento (determinación de demanda química de oxígeno) tenemos el siguiente análisis:

Demanda Bioquímica de Oxígeno (relación DQO/DBO)			
Punto de muestreo	Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	Demanda Química de Oxígeno DQO	Relación DQO/DBO ₅
D1	240	380	1.58
D2	250	550	2.2
D3	113	181	1.6
TOTAL			5.39
PROMEDIO			1.8

Para diseñar una planta de tratamiento, es necesario saber cuánta materia orgánica biodegradable está presente en el efluente de aguas residuales, por consiguiente se necesita determinar la DBO₂, sin embargo es aconsejable medir también en paralelo la demanda química de oxígeno DQO, de esta forma se obtiene información acerca de la biodegradabilidad de los compuestos orgánicos presentes en el efluente. Además, la razón DBO₂/DQO, una vez establecida, se utiliza para controlar y operar la planta de tratamiento. Una aproximación cuantitativa de la biodegradabilidad de un efluente va a estar dada por la relación de la demanda bioquímica de oxígeno a la demanda química de oxígeno. De este índice se tiene una referencia de la biodegradabilidad de un efluente determinado (Hernández, 1992), así se tiene que, cuando:

- $(DQO/DBO_5) < 2.5$ = Es un efluente o compuesto biodegradable, pudiéndose utilizar sistema biológicos como tangos activos o lechos bacterianos.
- $2.5 < (DQO/DBO_5) < 5$ = Es biodegradable siendo recomendable el empleo de lechos bacterianos.

De cualquier manera vemos que los resultados, a pesar de mostrar valores altos en la relación DQO/DBO, sus resultados individuales son bastante bajos, por lo que sugiere el ingreso de más que el agua residual es materia orgánica muy degradable. Los procesos de tratamiento pueden ser biológicos únicamente.

La biodegradabilidad y las aguas residuales, son dos conceptos estrechamente vinculados, se sabe que gran parte de las sustancias que transporta el agua ya sea disuelta, suspendida o coloidal, es materia orgánica, la cual en una importante fracción es biodegradable. La biodegradabilidad de estas sustancias es la propiedad que permite que las aguas residuales puedan ser depuradas por medio de microorganismos, los que utilizan estas sustancias como alimento y fuente de energía para su metabolismo y reproducción. Es precisamente la depuración de las aguas residuales, lo que va regenerando la disponibilidad de recurso agua y a la vez evita la contaminación de las fuentes de aguas existentes tanto superficiales como subterráneas.

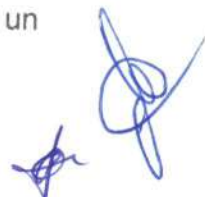
1.6.2. Características de las aguas residuales urbanas o Municipales:

Las aguas residuales, como se menciona anteriormente pueden tener uno o diversos orígenes, entre esos podemos obtener que sea de origen doméstico, industrial, pecuario, agrícola, recreativo, entre otras, los cuales determinan sus características que estas aguas puedan tener. Las aguas residuales se clasifican de la siguiente manera:

- a. Agua Residual Doméstica (ARD): Estas aguas se caracterizan por ser residuos líquidos de viviendas, zonas residenciales, establecimientos comerciales o institucionales.

Estas, además, se pueden subdividir en:

- Aguas Negras: Se caracterizan por ser Aguas que son transportadas de la orina y lo proveniente del inodoro.
- Aguas Grises: Se caracterizan por ser Aguas jabonosas las cuales pueden contener grasas, provenientes de la ducha, tina, lavamanos, lavaplatos, lavadero y lavadora.
- Agua Residual Municipal o Urbana (ARU): Estas aguas se caracterizan por ser residuos líquidos de un conglomerado urbano; de lo cual tiene actividades domésticas e industriales, transportadas por una red de alcantarillado.
- Agua Residual Industrial (ARI): Estas aguas se caracterizan por ser residuos líquidos provenientes de procesos productivos industriales, las cuales pueden tener origen agrícola o pecuario.
- Aguas Lluvias (ALL): Estas aguas se caracterizan por ser originadas por el escurrimiento superficial de las lluvias las cuales fluyen por los techos, calles, jardines y demás superficies del terreno. Dentro de las aguas lluvias se pueden determinar que los primeros flujos que se obtienen son generalmente muy contaminados debido al arrastre de basura y demás materiales acumulados en la superficie.
- Residuos Líquidos Industriales (RLI): Estas aguas se caracterizan por ser provenientes de los diferentes procesos industriales, por lo cual su composición varía según el tipo de proceso industrial y aún para un



24 ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

mismo proceso industrial, así mismo se puede determinar sus características diferentes en industrias diferentes.

- Aguas Residuales Agrícolas (ARA): Estas aguas se caracterizan por ser las que provienen de la escorrentía superficial de las zonas agrícolas y se caracterizan por la presencia de pesticidas, sales y un alto contenido de sólidos en suspensión.

Las aguas residuales urbanas presentan una cierta homogeneidad cuanto a composición y carga contaminante, ya que sus aportes van a ser siempre los mismos. Pero esta homogeneidad tiene unos márgenes muy amplios, ya que las características de cada vertido urbano van a depender del núcleo de población en el que se genere, influyendo parámetros tales como el número de habitantes, la existencia de industrias dentro del núcleo, tipo de industria, etc.

1.6.3. Tipos de Contaminantes habituales en las aguas residuales

Algunos tipos de contaminantes básicos que se encuentran en las aguas residuales pueden ser:

- Arenas:** Entendemos como tales, a una serie de particular de tamaño apreciable y que en su mayoría son de naturaleza mineral, aunque pueden llevar adherida materia orgánica. Las arenas enturbian las masas de agua cuando están en movimiento, o bien forman depósitos de lodos si encuentran condiciones adecuadas para sedimentar.
- Grasas y aceites:** Son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Estas natas y espumas entorpecen cualquier tipo de tratamiento físico o químico, por lo que deben eliminarse en los primeros pasos del tratamiento de

un agua residual.

- c. **Residuos con requerimiento de oxígeno:** Son compuestos tanto orgánicos como inorgánicos que sufren fácilmente y de forma natural procesos de oxidación, que se van a llevar a cabo un consumo de oxígenos del medio. Estas oxidaciones van a realizarse bien por vía química o bien por vía biológica.
- d. **Nitrógeno y fósforo:** Tienen un papel fundamental en el deterioro de las masas acuáticas. Su presencia en las aguas residuales es debida a los detergentes y fertilizantes, principalmente. El nitrógeno orgánico también es aportado a las aguas residuales a través de las excretas humanas.
- e. **Agentes patógenos:** Son organismos que pueden ir en mayor o menor cantidad en las aguas residuales y que son capaces de producir o transmitir enfermedades.
- f. **Otros contaminantes específicos:** Incluimos sustancias de naturaleza muy diversa que provienen de aportes muy concretos: metales pesados, fenoles, petróleo, pesticidas, etc.

1.7. Caracterización de las aguas para reusó (Art.14)

No aplica. Las aguas residuales del municipio de San Miguel Tukurú no tienen reusó, estas van directamente a los cuerpos de agua, siendo estos: Rio Polochic y quebrada Moxpin. Sin embargo, dada la calidad del agua que se presenta, en la actualidad no es apta para reusó, pero en el futuro puede pensarse en hacer reusó del agua para riego de cultivos y otras actividades si se le da tratamiento.

26 ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

1.8. Caracterización de Lodos. (Art. 15) No aplica.

No Aplica para este ente generador Municipal, ya que no se cuenta con un tratamiento previo a descargar las aguas residuales.

1.9. Caracterización del afluente. Aplica en el caso de la deducción especial de parámetros del artículo 23 del presente Reglamento.

No Aplica para este ente generador Municipal

1.10. Identificación del cuerpo receptor hacia el cual se descargan las aguas residuales, si aplica.

El Municipio de San Miguel Tucurú, tiene un sistema de drenajes que se divide en tres puntos de descargas de los diferentes barrios y zonas del municipio. Ver mapa en la página siguiente:

Los cuerpos receptores hacia donde se descargan las aguas residuales municipales son:

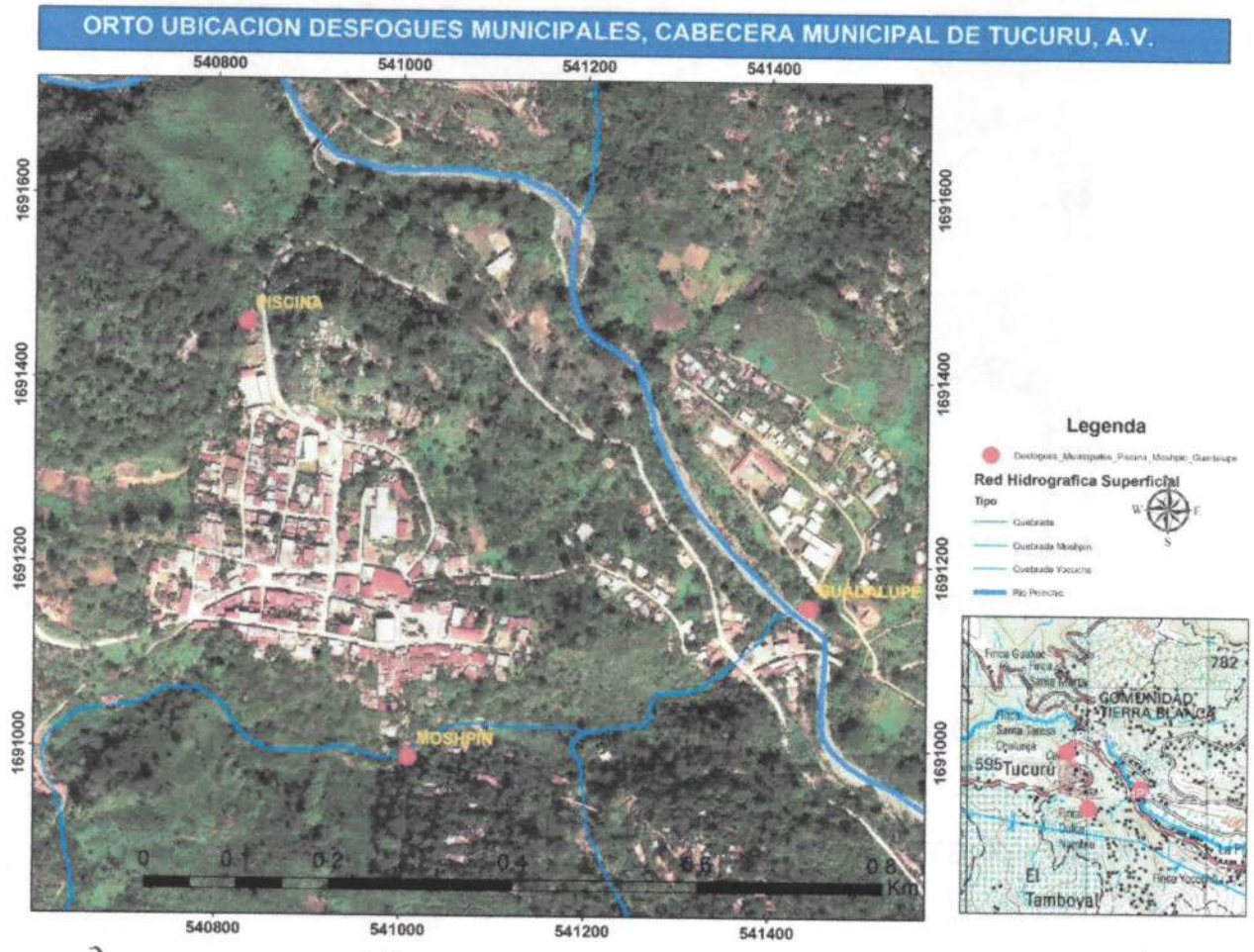
- Ríos
- Quebradas

Los cuerpos receptores de las aguas residuales se encuentran en áreas de recarga hidrológica y lo constituyen una cuenca, una micro cuenca y afluente:

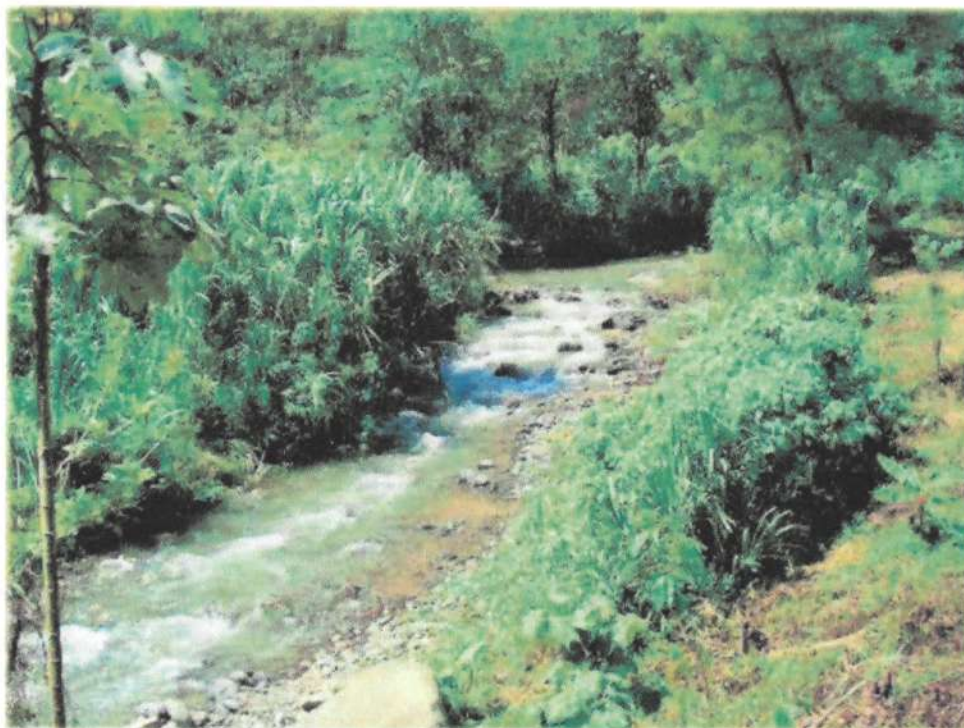
- Rio Polochic
- Quebrada Moxpin

ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

MAPA 1. PUNTOS IDENTIFICADOS GEO-REFERENCIALMENTE EN DONDE OCURREN LAS DESCARGAS



Fuente: investigación de campo, en base a las ortofotos 2006, MAGA.



FOTOGRAFÍA 4. Rio Polochic, (Fotografía tomada el 16/05/2017).

TABLA 10. COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE DESCARGA AL ENTE RECEPTOR

Desfogues	X_GTM	Y_GTM	X_UTM	Y_UTM	Ubicación (Coord. Geográficas).
Desfogue 1	541009	1690991	809509	1692674	N 15°17'32.35" O 90°7'4.62"
Desfogue 2	540832	1691462	809889	1692910	N 15°17'37.06" O 90°6'51.55"
Desfogue 3	541443	1691155	809333	1693148	N 15°17'46.01" O 90°7'11.63"

Fuente: Trabajo de Campo, Tomados por un GPS maps 62s Garmin. (Por: Ing. Joel Meléndez)

16

ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

29

1.11. Identificación del alcantarillado hacia el cual se descargan las aguas residuales, (Sí aplica.)

En la cabecera municipal se cuenta con un sistema de alcantarillado público, el cual está formado por tuberías de drenaje que recolectan e interconexiones las aguas de tipo doméstico y especial, y son descargadas en cuerpos receptores.

El alcantarillado del municipio de San Miguel Tucurú combinado, está construido en un 85% con tubería de concreto. Hay tragantes en el pueblo que se conectan a la línea de colectores.

En la actualidad las viviendas tiene conexión por medio de candelas de concreto de 10 pulgadas hacia la línea de colectores que descargan en gran medida en los puntos muestreados, sin embargo hay algunas viviendas que se encuentran en el recorrido del río Polochic y la quebrada moxpin donde las viviendas descargan directamente sus aguas residuales en tuberías de 4 y 2 pulgadas, estos sistemas se denomina desfogues clandestinos.

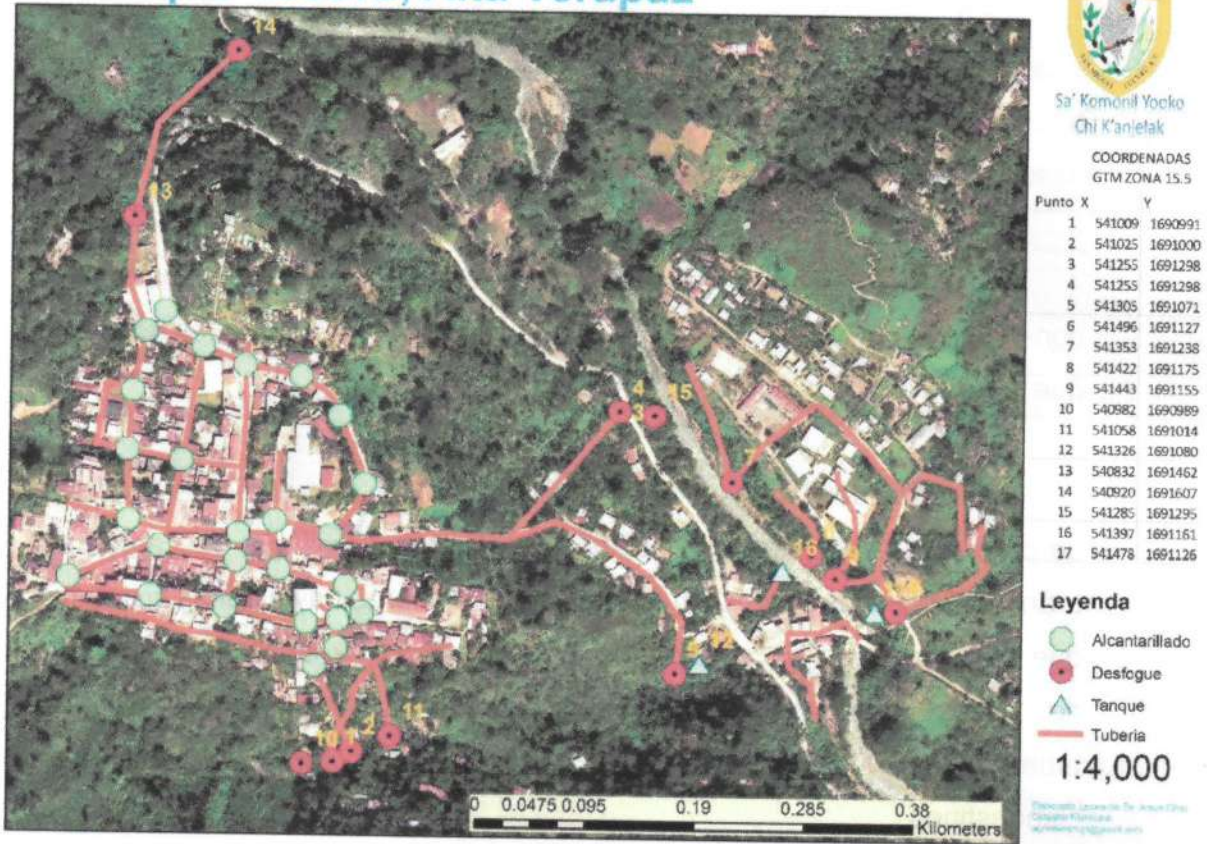
El Municipio de San Miguel Tucurú, en la municipalidad se tiene contemplado y registrado 13 desfogues de aguas residuales (véase mapa 2) pero de ellos 3 son del alcantarillado municipal los restantes 10 se descargas clandestinas de caudales altos. Los colectores son de concreto en un 75%, en algunos sectores del municipio sean construido o mejorado algunas calles las cuales sea aprovechado la implementación y actualización de la red de tubería colocando tubería de PVC. Las tuberías van desde los 10 hasta los 18 pulgadas de diámetro.



30 ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

MAPA 2. DESFOGUES DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPIO DE TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

Desfogues de Aguas Residuales
Municipio Tucuru, Alta Verapaz



Fuente: DMP, Municipalidad de San Miguel Tucurú, Alta Verapaz. Año 2017

El alcantarillado del Municipio de San Miguel Tucurú, cada sistema del alcantarillado lo forman un sistema de tubería de drenajes que capta las aguas negras y pluviales, de los diferentes barrios del municipio cubriendo las 498 familias registradas en la actualidad en el municipio. Estos sistemas se encuentra deteriorados y algunos colapsados ya que no se le ha dado algún mantenimiento.

ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

1.12. Enumeración de parámetros exentos de medición y su justificación respectiva

No Aplica para este ente generador Municipal

1.13. Nombre del responsable del Estudio Técnico:

Nombre: Joel Aníbal Meléndez Chinchilla
Profesional: Ingeniero Ambiental.
Colegiado: 6712

Nombre: Wilmer Dan Teni Pop
Profesional: Ingeniero Geólogo.
Colegiado: 5442
Licencia Ambiental: 1060

Firma: 

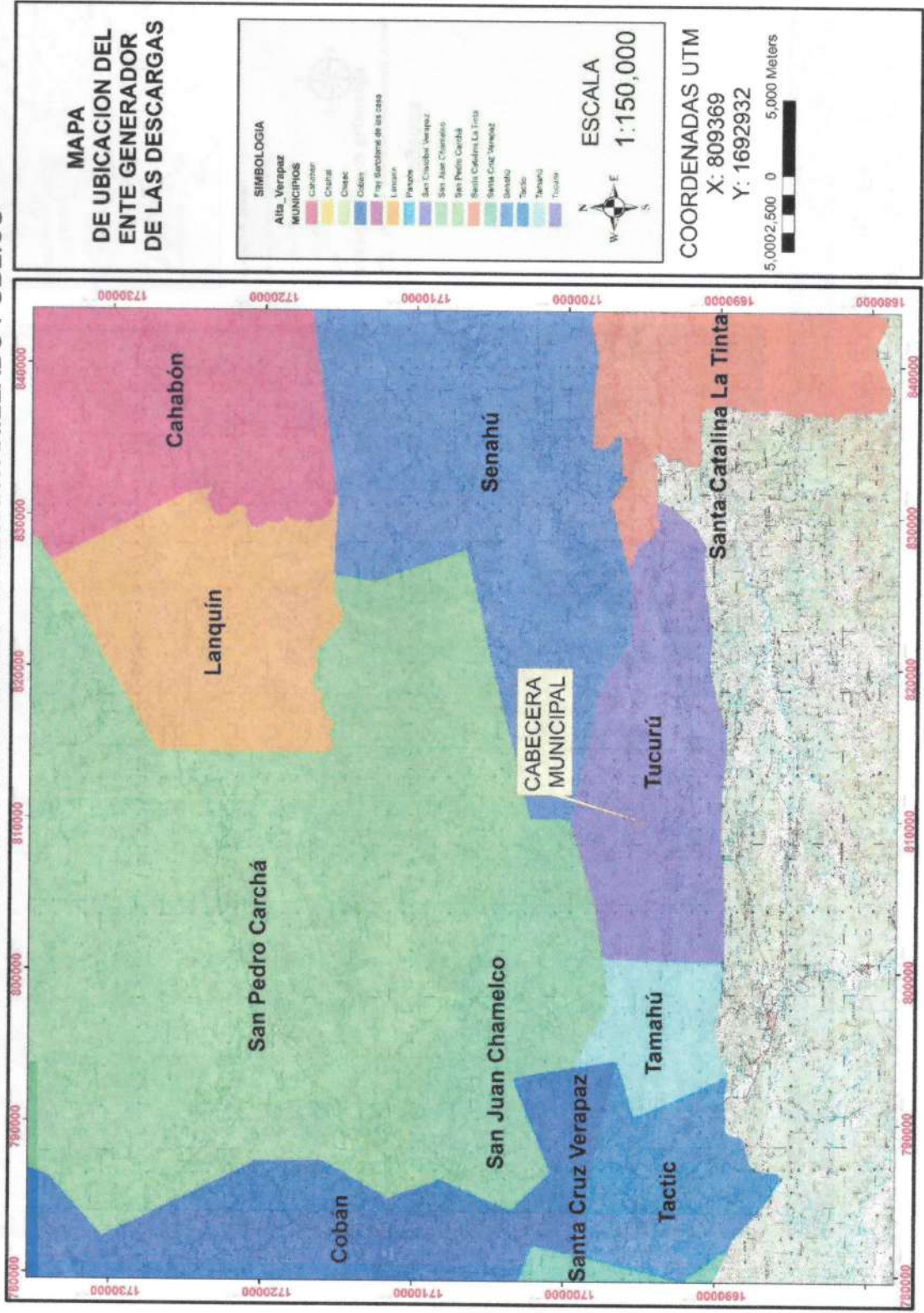
Firma: 



ANEXOS

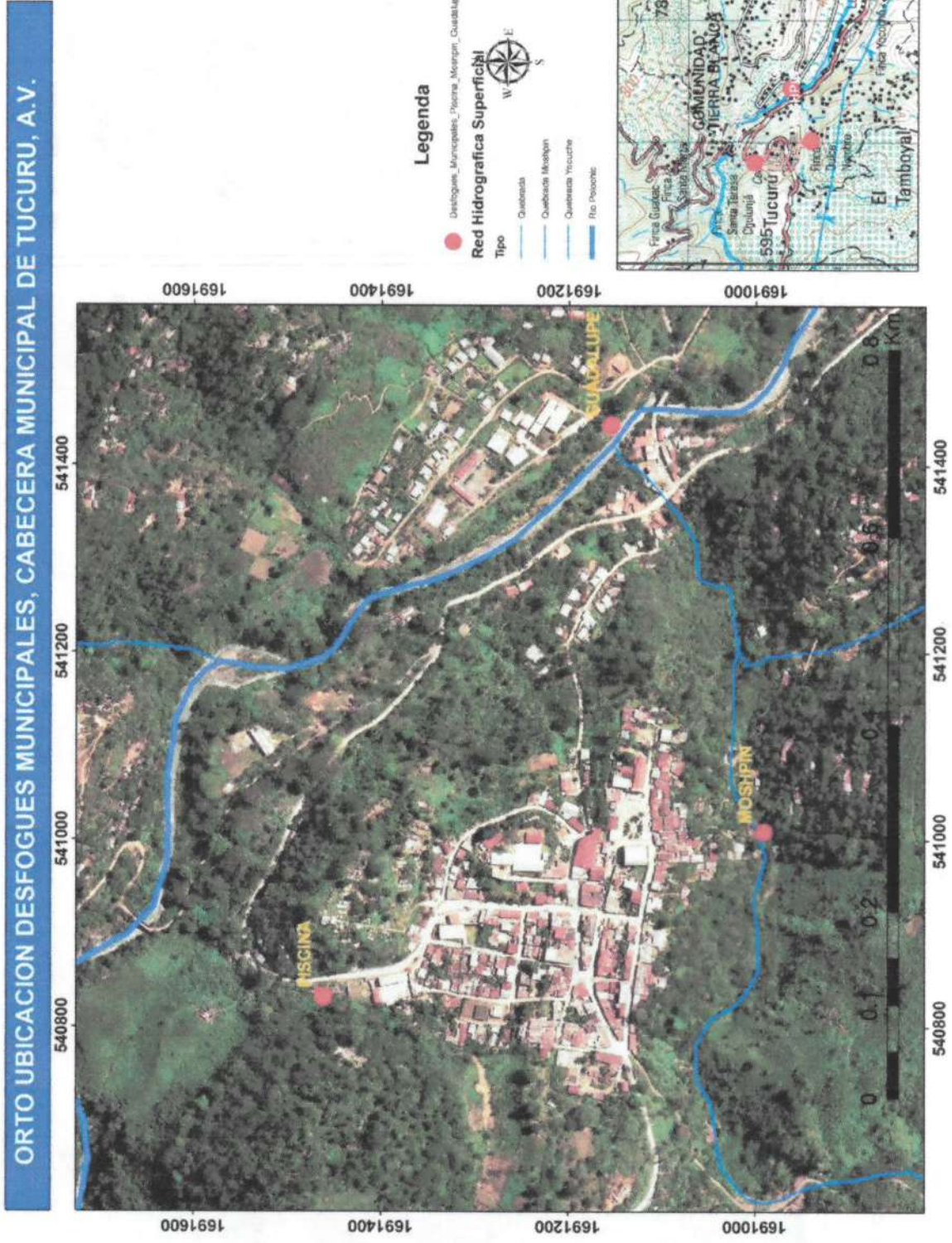


MAPA 3. LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN, CON COORDENADAS GEOGRÁFICAS, DEL ENTE GENERADOR QUE DESCARGA AGUAS RESIDUALES AL ALCANTARILLADO PÚBLICO



ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

MAPA 4. LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN, CON COORDENADAS GEOGRÁFICAS, DE LOS DISPOSITIVOS DE DESCARGA PARA LA TOMA DE MUESTRAS, TANTO DEL AFLUENTE COMO DEL EFLUENTE



21

Plan de Gestión y Tratamiento para Aguas Residuales en el Municipio de San Miguel Tucurú, Alta Verapaz



2 PLAN DE GESTIÓN

En este enunciado se resumirán las variables y obligatorias para plantear las soluciones al problema de la contaminación de las aguas residuales en el Municipio de San Miguel Tukurú. El orden de este análisis es el siguiente:

- Análisis de la población
- Objetivos del plan
- Carga contaminante
- Situación de las redes del alcantarillado público de la cabecera municipal
- Análisis de los caudales sin tratamiento en el Municipio de San Miguel Tukurú, Alta Verapaz.
- Fases a implementar, según situación actual
- Medidas de mitigación
- Conclusiones y recomendaciones

Los análisis de todos los parámetros fisicoquímicos y Bacteriológicos de las descargas ya no se realizaron en el plan ya que en el estudio técnico fueron analizados. Véase las páginas 16 a la 22.

Al agotar estos enunciados se planteara el orden de ejecución por fases de las soluciones, fases priorizadas por el grado de contaminación, siendo el criterio inicial el tratamiento donde las descargas sean de mayor volumen de aguas residuales y mayor grado de contaminación.

2.1. POBLACIÓN DEL MUNICIPIO

En base a la información del Instituto Nacional de Estadística (INE) y su estimación de la población total por municipio. Por un periodo de 2008 a 2020, se resumen en la tabla siguiente.

22

ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

37

TABLA 11. PROYECCIÓN DE POBLACIÓN DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

AÑO	AÑO	POBLACIÓN	ÁREA URBANA 14%	ÁREA RURAL 86%
1	2008	36,818	5,155	31,663
2	2009	37,921	5,309	32,612
3	2010	39,055	5,468	33,588
4	2011	40,223	5,631	34,592
5	2012	41,421	5,799	35,622
6	2013	42,643	5,970	36,673
7	2014	43,885	6,144	37,741
8	2015	45,140	6,320	38,820
9	2016	46,412	6,498	39,915
10	2017	47,705	6,679	41,026
11	2018	49,011	6,862	42,150
12	2019	50,328	7,046	43,282
13	2020	51,648	7,231	44,418

Fuente: Instituto Nacional de Estadística INE. Guatemala: estimación de la población total por municipio. Periodo 2008-2020. Y SEGEPLAN, 2009, análisis territorial.

2.2. OBJETIVOS DEL PLAN

a. General:

Presentar alternativas para mejorar las condiciones actuales del alcantarillado público y el servicio municipal de recolección, tratamiento y disposición final de las aguas residuales, en cumplimiento a la reforma 270-2016 del acuerdo gubernativo 236-2006.

b. Específicos:

- ✓ Realizar un análisis de la situación actual de las aguas residuales del Municipio de San Miguel Tucurú.
- ✓ Proveer un servicio de recolección y tratamiento de las aguas residuales municipales a la población.
- ✓ Conocer las alternativas para disminuir de manera progresiva los parámetros permisibles de los indicadores de calidad de las aguas residuales con meta final para el 09 de mayo del 2019.
- ✓ Cumplir con lo establecido en el Reglamento 236-2006 sobre aguas residuales y de reusó del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

1.3. Carga Contaminante

El propósito fundamental de la determinación de las cargas contaminantes, es para poder cuantificar de alguna manera los niveles de contaminantes que las diferentes fuentes aportan a sus respectivos cuerpos de agua.

TABLA 12. CARGA CONTAMINANTE SEGÚN DQO Y DBO₅

Muestra	DATOS OBTENIDOS			CARGA CONTAMINANTE	
	DBO	DQO	Caudal lt/s	DBO	DQO
D1	240	380	0.39	8.09	12.80
D2	250	550	0.25	5.40	11.88
D3	113	181	1.18	11.52	18.45
TOTAL			1.82	25.01	43.14

Fuente: Investigación de campo, Ing. Joel Meléndez Chinchilla, 2017

1.4. Situación de las redes del alcantarillado público existente

El Municipio de San Miguel Tucuru. Posee redes de alcantarillado combinado, las cuales están construidas con material de cemento y arena de río, en diámetros que van de las 10 hasta las 24 pulgadas. Siguen las pendientes naturales del terreno. Un problema que todos los municipios poseen es que muchas viviendas que se encuentran a la orilla de los ríos descargan sus aguas residuales a los mismos, en el Municipio de San Miguel Tucuru, no es una excepción se encuentran descargas clandestinas en el recorrido del río Polochic y la quebrada moxpin, estas por medio de tubos de PVC de 4 y 6 pulgadas, en la Tabla 13. Se enlistan las 3 desfogues municipales y los porcentajes de servicio.

ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

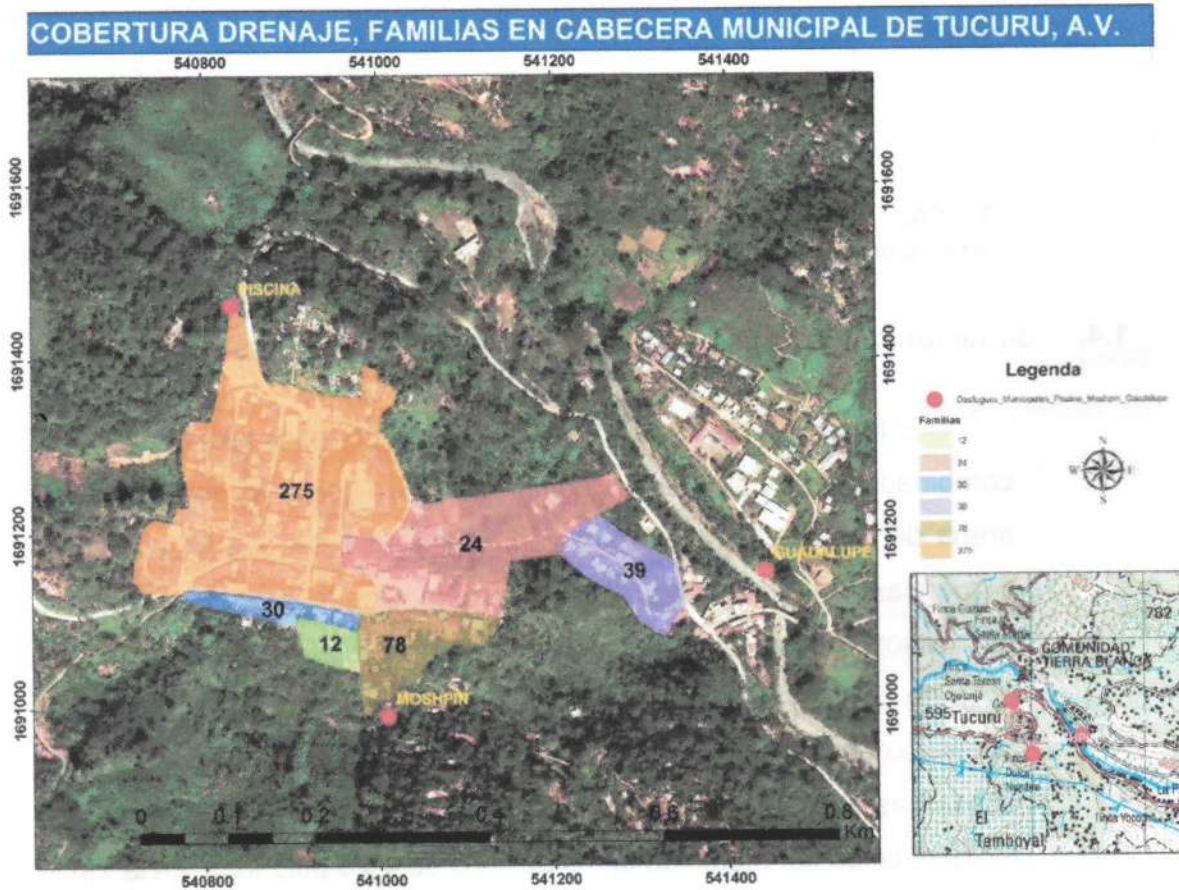
40

TABLA 13. COBERTURA DE LÍNEAS DE DRENAJE Y DESCARGAS MUESTREADAS, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, A.V. Y CAUDALES DEL 2017

NO.	NOMBRE	NO. VIVIENDAS	DIMENSIÓN DE TUBERÍA	% de la población	CAUDAL m ³ /día	CAUDAL lts/seg
D1	El Moxpin	183	10"	36.74	33.88	0.39
D2	Barrio Guadalupe	40	10"	8.03	21.20	0.25
D3	Barrio la piscina, Descarga principal No. 1	275	12"	55.22	102.12	1.18
Totales		498		100.00	157.21	1.81

Fuente: Investigación de campo, Ing. Joel Meléndez Chinchilla, 2017

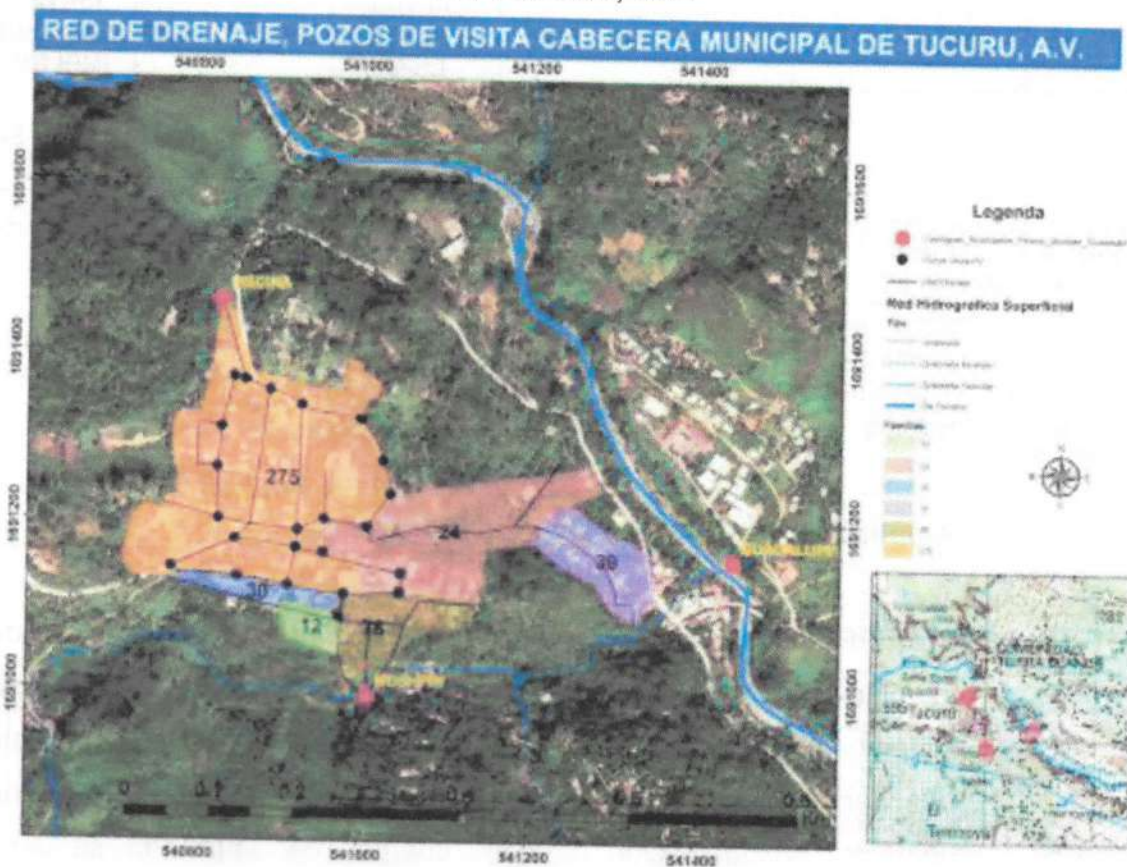
MAPA 5. COBERTURA DRENAJE, FAMILIAS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE TUCURÚ, A.V.



Fuente: investigación de campo, en base a las ortofotos 2006, MAGA.

ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

MAPA 6. RED DE DRENAJE, POZOS DE VISITA ÁREA URBANA, MUNICIPIO DE TUCURÚ, A.V.



Fuente: investigación de campo, en base a las ortofotos 2006, MAGA.

1.5. Fases a Implementar, según la situación actual de las aguas residuales

En base a la investigación y el levantamiento geográfico de las descargas, la dirección del alcantarillado público, la topografía del municipio y la situación actual de las descargas según los resultados del laboratorio, se determinaron como las mejores opciones los siguientes aspectos, tomando en cuenta la situación actual del sistema de alcantarillado y la caracterización de las aguas residuales, teniendo como resultado las siguientes fases a poder implementar.

ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

42

TABLA 14. FASES A IMPLEMENTAR

FASE	DESCRIPCIÓN	ALCANTARILLADO	CAUDAL DE DISEÑO Lts/s	POBLACIÓN	SISTEMAS DE TRATAMIENTO A IMPLEMENTAR
Fase I	Planta 1	D1	0.25	915	Fosas Sépticas
Fase II	Planta 2	D2	0.39	200	Lodos Activados y sistema anaerobio
Fase III	Planta 3	D3	1.18	1375	Lodos Activados y sistema anaerobio

Fuente: Investigación de campo, Ing. Joel Meléndez Chinchilla, 2017

2.5. Ampliación de Colectores y modificaciones

Para completar la "FASE-I" es necesario la implementación de un plan de manejo y operación, para el sistema a construir implementando extracciones de los lodos cada año, ya que si este tratamiento no se le da el mantenimiento adecuado tiene a ser una fuente de contaminación para los cuerpos de agua. Por se debe contemplar, para el plan operativo POA del Año 2018, la mejora de varios sistemas de alcantarillado, y la construcción de este sistema para esta descarga.

En el caso de la **FASE II y III** se ve de suma importante la construcción de dos Plantas de Tratamientos con sistema Primario y Secundario, implementado con un sistema anaerobio con Humedales o biofiltros para proporcionar oxígeno a las bacterias que estarán presentes en este sistema. Teniendo la oportunidad de construir un sistema con tecnología de actualizada. En esta FASE se construirá la Planta 2 y 3, teniendo la ventaja que se cuenta con terrenos con suficiente espacio para iniciar con la construcción de las plantas de

25

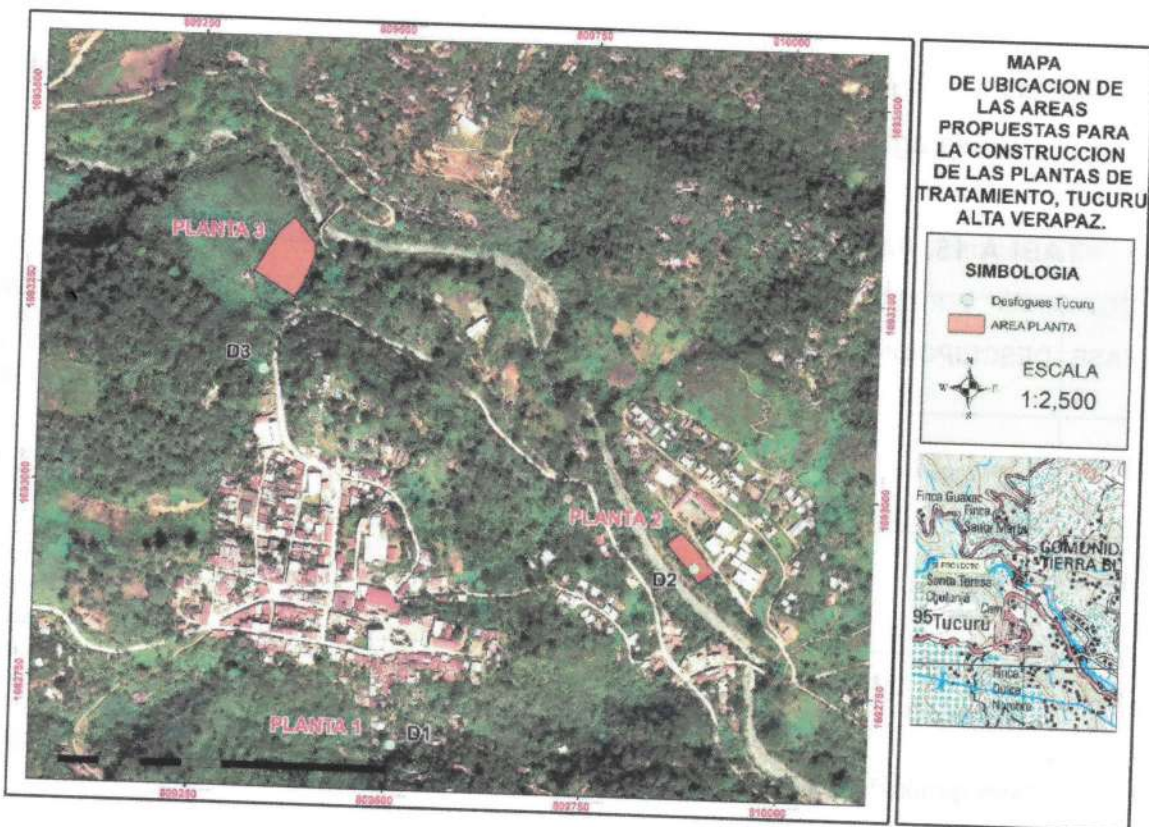
ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

43

tratamiento, la ventaja de las fases es que se tendrá que tratar solamente él un desfogue por cada fase,

El sistema anteriormente mencionado no afectaría a sus alrededores con malos olores siempre y cuando se sigan las actividades de mantenimiento y operación de la planta. El diámetro de la interconexión no se estima menor a las 12 pulgadas, se recomienda que sea de tubería acanalada tipo Rib-lock, plásticas para agilizar su instalación. Si se optara por tubería tradicional, los pozos de visita han de ser de plástico o PVC, todo ello por efecto de la humedad y por fugas de agua de tormenta.

MAPA 7. MAPA DE UBICACIÓN DE LAS ÁREAS PROPUESTAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO.



Fuente: investigación de campo, en base a las ortofotos 2006, MAGA.

ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

44

2.6. Porcentajes de cobertura del servicio

Actualmente en la Municipalidad de San Miguel Tucuru no cuenta con un registro de usuario que están conectados al alcantarillado público, solamente se tiene el registro de los usuarios que están conectados al servicio de agua potable, por lo que se determinó que 65% de hogares en el área urbana del municipio cuenta con servicio de drenaje en las viviendas se conecta por medio de candelas de concreto de 10 a 12 pulgadas hacia la línea de colectores independientes del alcantarillado público que se conducen a las diferentes descargas sin tratar actuales. El alcantarillado es combinado, incluso hay rejillas y tragantes o sumideros de agua pluvial que se conectan a la línea de drenaje y que este mismo sistema es utilizado para la recolección de aguas residual.

A continuación se muestra en la siguiente tabla los porcentajes de agua residual que serán tratadas por cada fase a implementar.

TABLA 15. FASES Y PORCENTAJE DE AGUA RESIDUAL A TRATAR

FASE	DESCRIPCIÓN	ALCANTARILLADO	CAUDAL DE DISEÑO Lts/s	POBLACIÓN	PORCENTAJE DE AGUA RESIDUAL A TRATAR	SISTEMAS DE TRATAMIENTO A IMPLEMENTAR
Fase I	Planta 1	D1	0.25	915	36.74	Fosas Sépticas
Fase II	Planta 2	D2	0.39	200	8.03	Lodos Activados y sistema anaerobio
Fase III	Planta 3	D3	1.18	1375	55.22	Lodos Activados y sistema anaerobio

Fuente: Investigación de campo, Ing. Joel Meléndez Chinchilla, 2017

3. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS CONSIDERABLES DE ACUERDO AL CONTEXTO LOCAL Y OPINIÓN TÉCNICA PROFESIONAL QUE JUSTIFIQUE LA O LAS OPCIONES PROPUESTAS

En esta sección nos ocuparemos de describir las alternativas que se pueden considerar en base a los resultados de laboratorio. Si es necesario indicaremos el nivel de tratamiento requerido es decir el grado de limpieza o remoción de contaminantes que se esperaría de las "unidades de tratamiento", a la vez se hará una descripción de cada una de estas unidades y el conjunto que varias de ellas conforman para una planta de tratamiento. Se presentaran las ventajas y desventajas para el caso particular del Municipio de San miguel Tukurú.

3.1. Tecnología Existente de tratamiento para las aguas residuales

Considerando los resultados de laboratorio que anteriormente se describen es susceptible de evaluar las siguientes tecnologías:

- 1. Lodos activados y sistema anaerobios con humedales o biofiltros:** S.S: 95 – 100 %. DBO: 96%. Patógenos: 30 – 40% Población 300 hab. En adelante

En cada fase, se integrara un costo aproximado para la planta de tratamiento seleccionada y la proyección de los años de ejecución, tomando en cuenta el caudal proyectado a cubrir y los costos siguientes:

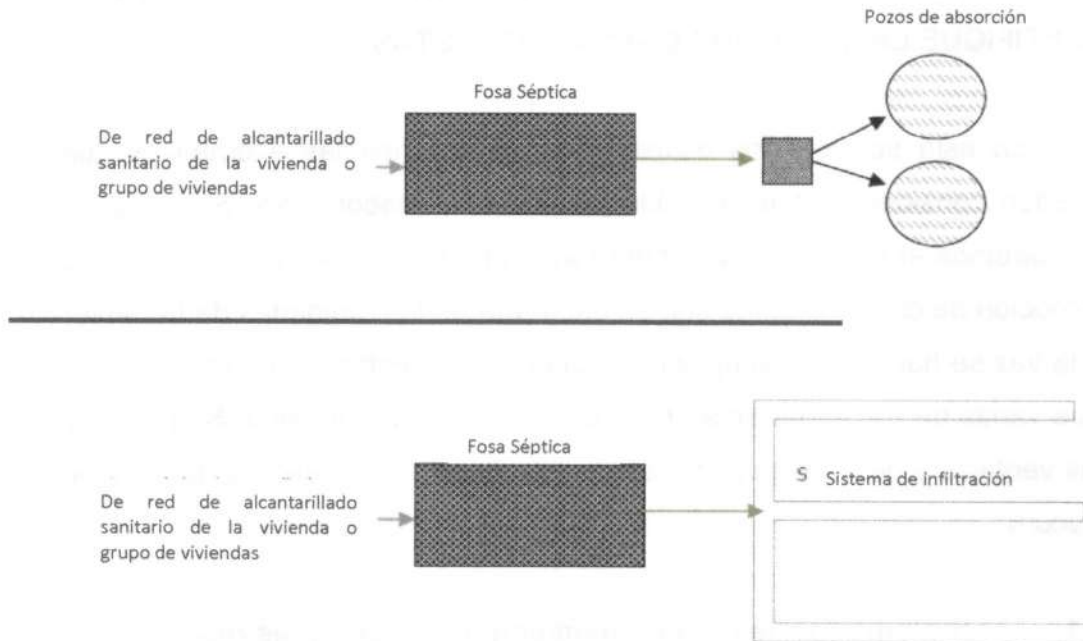
1. valor de la tierra (y espacio no vulnerable para la construcción del sistema de tratamiento)
2. costo de inversión (costo de construcción, licitaciones, etc)
3. costo de operación y mantenimiento (vida útil)



ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

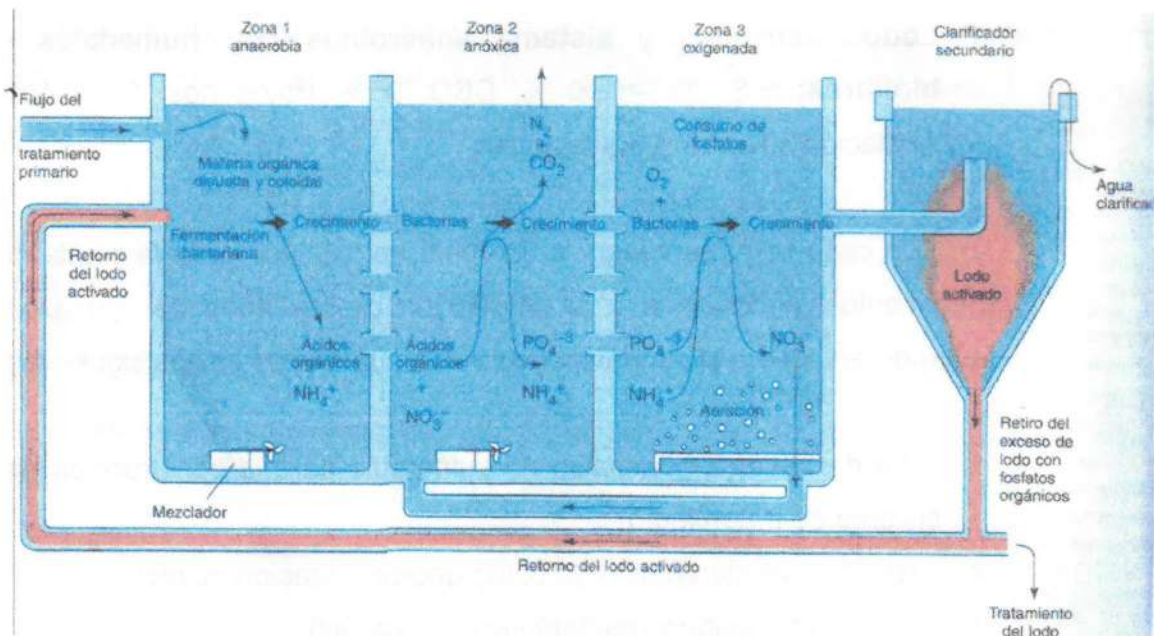
46

FIGURA 1 TANQUES SÉPTICO (OPCIÓN 1)



Fuente: Guía para el Manejo de Excretas y aguas Residuales Municipales, 2 015.

FIGURA 2 – LODOS ACTIVADOS. Canal de rejas, canal desarenador, sedimentador primario, sedimentador secundario y patio de secado de lodos



ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

27

47



FOTOGRAFÍA 5. Sistema anaerobio, (fuente: *Guía para el Manejo de Excretas y aguas Residuales Municipales*, 2015.).



FOTOGRAFÍA 6. Humedales o biofiltros, (fuente: *Guía para el Manejo de Excretas y aguas Residuales Municipales*, 2015.).



3.1.1. Consideraciones de operación y mantenimiento

Hay algo fundamental luego de la exposición de las generalidades de los anteriores dispositivos, ninguno de ellos funciona independientemente. Es necesario conjugar varios de ellos para ir paso a paso logrando el grado de limpieza o depuración de los caudales de aguas residuales. Al orden de las unidades se le conoce como Flujo de Operación de la planta de tratamiento. Es la base para realizar las mediciones de eficiencia y para plantear el programa de mantenimiento de las unidades. Además brinda la comprensión del funcionamiento como una totalidad y evaluar si se cumple con los requisitos de diseñador. Un buen diagrama de flujo de operación se ha de adecuar a las condiciones topográficas, evitar el movimiento de tierra excesivo y facilitar la movilización de personal así como el traslado de lodos, descarga y medición de la calidad fisicoquímica y bacteriológica, sin estorbarse ninguno de estos procesos en el camino.

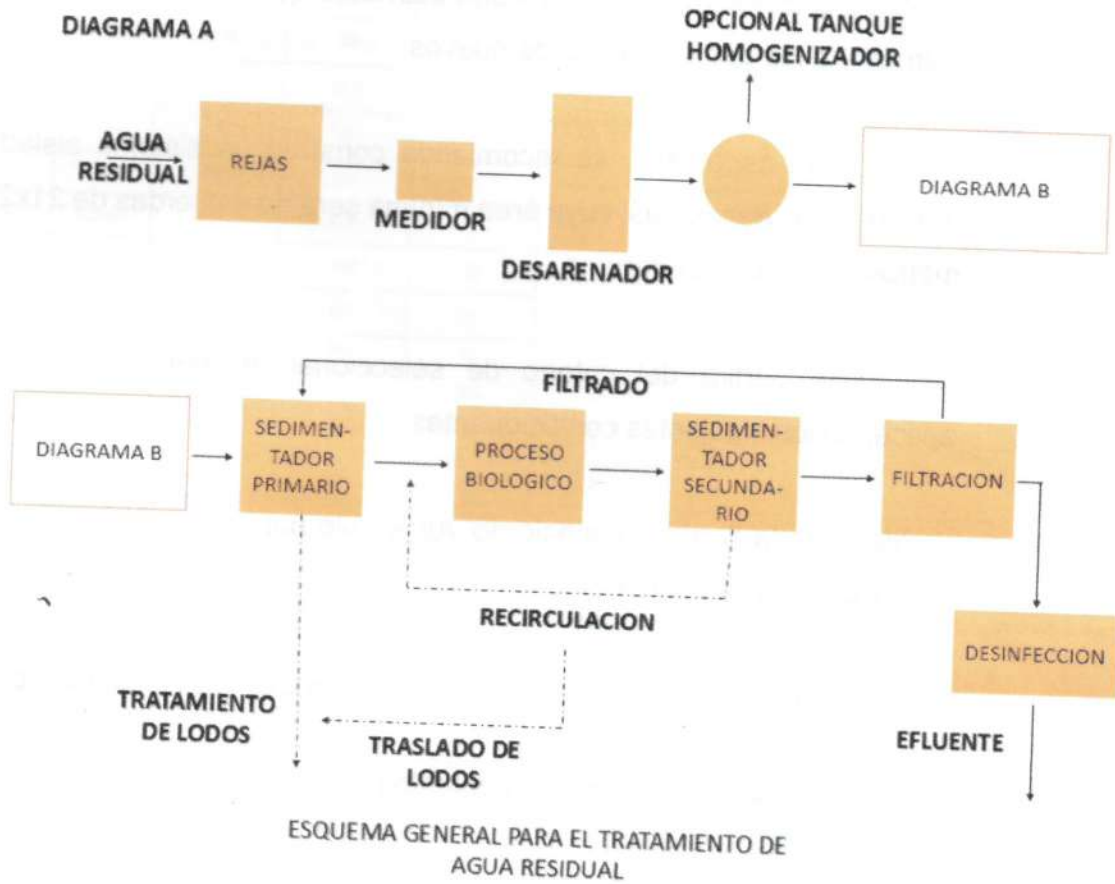
Nota Importante: Como apunte final a este apartado se determinó que ninguno de estos procesos y unidades funcionara aun cuando existe un buen diagrama de flujo y adecuado diseño a la carga contaminante y el caudal de entrada, para ello es necesario calibrar cada una de las unidades y monitorear con pruebas de laboratorio la calidad fisicoquímica y bacteriológica. La calibración debe ser considerada parte fundamental de los contratos de construcción de las plantas de tratamiento, no hacerlo equivale a arriesgar una inversión millonaria que puede fallar en cualquiera de las etapas, como aspecto importante se reitera que la planta de tratamiento utilizara varios procesos y obligatoriamente hay que calibrar cada uno de ellos. Un tiempo

ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

28

recomendable es 6 meses de operación y calibración antes de recibir una planta de tratamiento. Durante este tiempo se debe capacitar a los operarios de la municipalidad y además establecer el canal de monitoreo de laboratorio tanto de las descargas de entrada y salida y de lodos.

Figura 3 - Ejemplo de un diagrama de flujo de operación de una planta de tratamiento.



3.2. Escenarios de estándares para afluentes

Actualmente no hay sistemas de tratamiento operando en el municipio, por tanto no hay caracterización de aguas para reúso provenientes de un proceso de tratamiento se estima que el agua proveniente de los futuros sistemas de tratamiento serán descargadas a los cuerpos receptores, por lo que se recomienda que no se dé el uso agrícola al agua tratada, salvo indicación de los monitoreos de calidad y eficiencia de los reactores de lodos activados que se deben poner en marcha y a los otros dispositivos nuevos.

Para cada fase, se recomienda construir un sistema aislado próximo a las descargas, cuya área mínima será de 4 cuerdas de 21x21 metros cuadrados de terreno.

Se partirá del criterio de seleccionar la mejor alternativa aplicando los siguientes condicionantes:

- Valor de la tierra (y espacio no vulnerable para la construcción del sistema de tratamiento)
- Costo de inversión inicial (costo de construcción, licitaciones, etc.)
- Costo de operación y mantenimiento (vida útil)

ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

4. EVALUACIONES DE LAS SOLUCIONES EN LAS REGIONES PRIORIZADAS

4.1. Evaluación técnica

TABLA 16. CRITERIOS DE IMPLEMENTACIÓN DE DISTINTAS TECNOLOGÍAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Sistema	Necesidad de espacio (m2/hab)	Necesidades de obra	Necesidades de equipo	Necesidades de mantenimiento y persona		Mantenimiento		Costos de construcción	Costos de mantenimiento
				Funcionamiento	Personal	Control	Frecuencia de control		
Fosa Séptica	0,4-0,6	P	NP	MS	P	P	P	P	P
Lecho Filtrante	2,2-2,8	MP	MP	S	P	P	M	M	M
Humedad Artificial	2,5-9	P-B	MP	MS	P	I	M	I	I
Tanque Imhoff	0,05-1	B	P-B	S	P	P	P	I	I
Lecho bacteriano	4-Jul	B	B	C	M	M	M	I	M
Lecho de Turba	0,6-1	P	MP	S	I	P	I	P	M
Filtro de arena	1,2-10	P	P-B	S	I	I	I	I	M
Infiltración percolación	2-Oct	P-B	MP	S	P	P	I	P	P
Escorrentia superficial	6-Oct	P-B	MP	S	I	I	M	P	P
Biodiscos	5-Jul	MP-P	MP	C	M	M	M	I	M
Aireación prolongada	2-Ago	B-M	MP	MC	M	M	M	I	M
Laguna aireada	1-Mar	B	MP	C	I	M	I	P	P
Laguna aerobia	4-Jul	B	MP	S	P	I	I	P	P
Laguna anaerobia	4-Jul	B	MP	S	P	I	I	P	P
Laguna facultativa	Feb-14	B	MP	S	P	I	I	P	P
Lodos Activadas	0,1-0,2	B	MP	MC	M	M	M	M	M
Riego por inundación	Oct-30	P-B	MP	S	I	I	I	P	I
Riego por aspersión	8-Oct	P	P-B	I	I	M	M	I	I
Adsorción	0,02-1	B	B	S	P	P	P	I	I
Decantación	0,04-3	B	B	S	P	P	P	I	I
Microtamizado	0,02-1	B	B	I	P	I	I	M	I

Fuente: Olivares y Pegem 2006, Adaptado de Seoanez 2005

MS=muy sencillo; S=sencillo; C=complicado; MC= muy complicado; MP=muy poco; P=poco; I=intermedio; B=bastante; M=mucho

En la tabla 16 se resumen de forma general los distintos parámetros para los sistemas de tratamiento de aguas residuales. De esta tabla el indicador del costo y la realización del sistema será el costo del espacio o

ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

52

metros cuadrados por habitante. En segunda instancia el análisis financiero, el costo de la operación y mantenimiento.

4.2. PLAN DE CAPACITACIÓN.

Se propone que la municipalidad de San Miguel Tukurú, debe implementar el siguiente programa de capacitación en las siguientes áreas paralelamente al funcionamiento de la planta de tratamiento.

TABLA 17. PROPUESTAS DE FORTALECIMIENTO MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL TUCURÚ. A.V.

TEMA	INSUMOS	REQUERIMIENTOS PROFESIONALES	COSTOS ESTIMADOS Q	PERIODO DE EJECUCIÓN MESES	MODALIDAD
Sistemas de Información Geográfico "uso Catastral"	Software Arc-Gis	Ingeniero con experiencia en el software y aplicación	Q 3,000.00	1,5	Replanteos de campo y dibujo digital
cuantificación de las conexiones de los usuarios al alcantarillado publico	Documentos y registros	Administración de los servicios públicos	Q 4,000.00	2	mantenimiento a la red existente
Implementación del proceso de socialización y manejo de conflictos para la implementación tarifaria	Espacios Municipales	Sociólogo, antropólogo de la Municipalidad	Q 3,000.00	2	Reuniones grupos de sociedad civil
Concientización a la población con relación al costo de la tarifa	Documentación	Sociólogo, asesor ambiental de la municipalidad	Q 1,000.00	2	Visita a los hogares de los Usuarios, información móvil y TV
Curso de Administración de sistemas de alcantarillado y plantas de Tratamiento	Computadoras / fotocopias / proyector	licenciado en administración de empresas + ingeniero civil	Q 4,000.00	2	teoría y prácticas de campo
Curso de parámetros ambientales y toxicología ambiental	proyector/ computadora	Licenciado en biología, química y farmacia ingeniero sanitaria	Q 2,000.00	2	muestreo in situ
Curso de Gestión de proyectos de Tratamiento de Aguas Residuales en énfasis en TDRS	proyector/ computadora/ fotocopias	licenciado en administración de empresas + ingeniero sanitaria + abogado	Q 5,000.00	3	A corporaciones municipales
Implementación de Unidad de Drenajes y Saneamiento Municipal	acuerdo municipal	Ingeniero civil experiencia en construcción y operación de drenajes + licenciado en administración de empresas	Q 5,000.00	2	A corporaciones municipales
Curso sobre muestreo e interpretación de parámetros de calidad de aguas residuales	salón + computadora + proyector	ingeniero sanitaria	Q 4,000.00	2	prácticas de campo a OPMS sociedad civil
Curso de mantenimiento de unidades de tratamiento de aguas residuales	espacios municipales	ingeniero sanitaria	Q 4,000.00	6	prácticas de campo a OPMS sociedad civil
creación del sistema de información de la red de saneamiento: distribución de agua para consumo humano, calidad de agua para consumo humano, monitoreo de red de drenajes, mantenimiento de unidades de tratamiento de aguas	espacios municipales/ acuerdo municipal	ingeniero en sistemas + ingeniero sanitaria + licenciado en administración de empresas	Q8,000.00	2	A corporaciones municipales

Fuente: Ing. Joel Melendez Chinchilla, 2017, en base a la guía, Borren Brown Salazar PROARCA/SIGMA Guía para el Manejo de Excretas y Aguas Residuales Municipales 2004

30

ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

TABLA 18. CRONOGRAMA DE CAPACITACIONES MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL TUCURÚ, A.V.

TEMA	MESES											
Sistemas de Información Geográfico "uso Catastral"												
cuantificación de las conexiones de los usuarios al alcantarillado publico												
Implementación del proceso de socialización y manejo de conflictos para la implementación tarifaria												
Concientización a la población con relación al costo de la tarifa												
Curso de Administración de sistemas de alcantarillado y plantas de Tratamiento												
Curso de parámetros ambientales y toxicología ambiental												
Curso de Gestión de proyectos de Tratamiento de Aguas Residuales en énfasis en TDRS												
Implementación de Unidad de Drenajes y Saneamiento Municipal												
Curso sobre muestreo e interpretación de parámetros de calidad de aguas residuales												
Curso de mantenimiento de unidades de tratamiento de aguas residuales												
creación del sistema de información de la red de saneamiento: distribución de agua de consumo humano, calidad de agua para consumo humano, monitoreo de red de drenajes, mantenimiento de unidades de tratamiento de aguas												

Fuente: consultor, 2 017

El Plan de capacitación está dirigido a la municipalidad respecto a la información del estudio técnico.

Se requerirá la implementación de toda una unidad de operación y mantenimiento de los drenajes y de la tecnología de tratamiento, integrando una cuadrilla de mantenimiento con el personal municipal actual y otro si el volumen de las obras de tratamiento en el tiempo lo requiera. Esta nueva unidad recibirá la capacitación y se hará un plan de financiamiento para su implementación.

ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

54

4.3. Referencias sobre requerimientos de la capacitación a personal municipal en operación y mantenimiento, así como una propuesta de organización administrativa básica para la prestación del servicio

Requerimientos de Capacitación para esta nueva unidad:

- a) Métodos de aforo en el caudal de entrada y salida, con esta información y dispositivos se modulara el caudal en las unidades de la planta de tratamiento
- b) Método de toma de muestras de control de calidad para enviar al laboratorio, correspondiente.
- c) Programa permanente de vacunación al personal de campo durante todo el año.
- d) Impresión y triple copia de todos los manuales de operación de las unidades, previa aprobación del curso de operación y mantenimiento de plantas de tratamiento impartido por un ingeniero sanitaria.

4.4. Medidas de mitigación

- a. Construcción de los sistemas de tratamiento propuestos en este plan
- b. Realización de los análisis físico – químicos, microbiológico y de metales pesados cada año.
- c. Construcción y restauración de los brocales de los desfogues.
- d. Mantenimiento del sistema de alcantarillado público.
- e. Instrumentos ambientales correspondientes a cada planta
- f. Campaña de concientización y educación ambiental dirigida a la población.

CONCLUSIONES

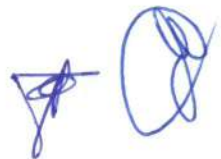
Según los datos de laboratorio se encontró un grado de contaminación media ya que la mayoría de los parámetros analizados de los desfogues municipales cumplen con los límites permisibles que establece la reforma 270-2016 del acuerdo gubernativo 236-2006.

Valores de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) de los tres desfogues se sitúan arriba del límite permisible, indican su grado de contaminación y a su vez que la cantidad de oxígeno presente en las muestras de drenaje no es suficiente.

El análisis microbiológico realizado al agua proveniente de los tres desfogues, mostro que presentan un crecimiento de enterobacterias, esto se determinó ya que los tres desfogues solo cumplen con el reglamento para el año 2019, posiblemente por la presencia de grandes cantidades de solidos de origen orgánico, que provoca el estancamiento de las aguas residuales, en los sistemas de las fosas sépticas debido a que no se les ha dado un mantenimiento adecuado.

Se determinó que los desfogues no cuentan con brocal y que no descargan directamente hacia el recorrido del cuerpo receptor, ocasionando erosión en el suelo.

Las distancias, la topografía del casco urbano, y el nivel en que se encuentra el alcantarillado hacen inviable unificar con un solo colector hacia una sola planta de tratamiento, se tendría que atravesar muchas propiedades privadas y calles principales, además de profundizar más allá de los 4 metros sugeridos por el Centro Panamericano de Ingeniera Sanitara para la colocación de la tubería para trasladar las aguas residuales previo a la entrada de la planta de tratamiento.



ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

56

Actualmente la municipalidad no cuenta con registro de usuario que esté conectados al alcantarillado público.

Se observó que la mayoría de casas que se encuentra a los alrededores de los ríos Polochic y la quebrada Moxpin, descargan directamente el 25 a 28% de sus aguas residuales (aguas jabonosas, sanitarios, entre otros).

Según los resultados de laboratorio, especialmente la relación de la DBO₅ y DQO, la alternativa de lodos activados con sus sistemas complementarios propuestos en este plan, se estima que sea la adecuada, por las características de espacio para su instalación, el nivel de consumo de energía, el grado de eficiencia de remoción de contaminantes y reducción de DBO₅.

RECOMENDACIONES

57

Se sugiere a la municipalidad iniciar el proceso de normalización en el cobro del alcantarillado público junto con el tratamiento de aguas residuales, como política municipal, lo que facilitara el manejo adecuado tanto físico y económico de los sistemas de tratamiento como el mantenimiento de la red del alcantarillado.

Se recomienda la implementación de un plan de manejo y operación de los sistema del alcantarillado público (tuberías de drenaje), para su manejo y mantenimiento, especialmente en aquellas partes en donde puedan ser obstruidas, ocasionando que las aguas residuales rebalsen generando contaminación.

Se recomienda a la municipalidad la realización de las muestra de los análisis de metales pesados a los desfuegos D1 Moxpin y D2 Barrio Guadalupe.

Se recomienda a la municipalidad el estudio de los dos puntos propuestos para la construcción de la planta 1, que conduce el 36.74% del agua residuales de la población del casco urbano del municipio en el barrio moxpin, la planta 2, que conduce 8.03% de agua residual en el barrio Guadalupe y la planta 3, que conduce la mayor cantidad de agua residual con el 55.22% de ella, en el área norte del barrio la piscina lugar que ya se tiene seleccionado para la construcción de la misma, implementando una barrera natural que evite la presencia de olores desagradables.

Se recomienda contemplar, para el plan operativo POA del Año 2018, la mejora de varios sistemas de alcantarillado, y el mantenimiento y la construcción de una planta de tratamiento y los estudios para las siguientes plantas a implementar.

Se recomienda la alternativa de Lodos activados con los sistemas anaerobios y biofiltros. Para la construcción de las plantas de tratamiento por sus características de espacio reducido para su instalación y sus niveles de tratamiento en la reducción de los parámetros medidos, (DBO, SS y Patógenos).

BIBLIOGRAFÍA

- Código Municipal, Decreto Numero 12 – 2002, Del congreso de la República de Guatemala, 2002
- Congreso de la República de Guatemala, Código de Salud, Decreto Numero 90 – 97, Sección III de la eliminación y disposición de excretas y Aguas Residuales.
- Doreen Brown Salazar, Guía para el Manejo de Excretas y aguas Residuales Municipales, Edición: PROARCA/SIGMA, Agosto 2017.
- EPA Environment Protection Agency Procedural Manual for Evaluating the performance of Wastewater Treatment Plants 1972
- Fabián Yanez, PhD. Criterios para la selección de procesos de tratamiento de aguas residuales. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS 1978
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2006. Soil heavy metals (en línea). Consultado 02 de Agosto 2017). Disponible en http://www.fao.org/gtos/tems/variable_Show_jsp?VARIABLE_ID=43
- INE (2008) *Fascículo Informativo*. Instituto Nacional de Estadística, Informe estadístico, Guatemala. Región II, Alta Verapaz
- INFOM – Instituto de Fomento Municipal, Laboratorio de agua, Informe de las muestras de laboratorio de los tres desfuegos. La verbena, Guatemala.
- Laboratorio Químico y Ecológico ECOQUIMSA, Informe de Monitoreo de Agua Residual, San Miguel Tucuru, Alta Verapaz, Mayo 2017.
- Metclaf & Eddy (1995). "Ingeniería de aguas residuales, tratamientos, vertidos y reutilización." 1ra Edición, Madrid, Caracas, Mc. Graw Hill, Vol. 2 y 1

ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

33

59

Oakley Stewart. Salguero Louis, *Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas en Centroamérica*. Manual de Experiencias, Diseño, Operación y sostenibilidad, USAID; acuerdo de Cooperación, 2011

Presidencia de la República de Guatemala, Reglamento de las descargas y reusó de aguas residuales y de la disposición de lodos. Acuerdo Gubernativo Número 236-2006. Y su reforma 270-2016.

Rivas G. (1975) "Tratamiento de aguas residuales." 2da Edición. Ediciones Vega. España – Madrid.

Romero J. (2000) "*Tratamiento de agua residuales. Teoría y principios de diseño.*" 1ra Edición. Centro editorial, Escuela Colombiana de Ingeniería. Colombia, Santafé de Bogotá

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (1999) 20 th Edition.

Tratamiento de aguas Residuales en Pequeñas poblaciones, Copyright 200, por McGran-Hill Interamericana, S.A. Editora: Emma Ariza H. Santafe de Bogotá, Colombia

GLOSARIO

AFLUENTE: el agua captada por un ente generador.

AGUAS RESIDUALES: las aguas que han recibido uso y cuyas calidades han sido modificadas.

AGUAS RESIDUALES DE TIPO ESPECIAL: las aguas residuales generadas por servicios públicos municipales y actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias y todas aquellas que no sean de tipo ordinario, así como la mezcla de las mismas.

AGUAS RESIDUALES DE TIPO ORDINARIO: las aguas residuales generadas por las actividades domésticas, tales como uso en servicios sanitarios, pilas, lavamanos, lavatrastos, lavado de ropa y otras similares, así como la mezcla de las mismas, que se conduzcan a través de un alcantarillado.

ALCANTARILLADO PLUVIAL: el conjunto de tuberías, canalizaciones y obras accesorias para recolectar y conducir las aguas de lluvia.

ALCANTARILLADO PÚBLICO: el conjunto de tuberías y obras accesorias utilizadas por la municipalidad, para recolectar y conducir las aguas residuales de tipo ordinario o de tipo especial, o combinación de ambas que deben ser previamente tratadas antes de descargarlas a un cuerpo receptor.

CARACTERIZACIÓN DE UNA MUESTRA: la determinación de características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales, aguas para reusó o lodos.

CARACTERIZACIÓN DE UN EFLUENTE O UN AFLUENTE: la determinación de características físicas, químicas y biológicas de las aguas, incluyendo caudal, de los parámetros requeridos en el presente Reglamento.

CARGA: el resultado de multiplicar el caudal por la concentración determinados en un efluente y expresada en kilogramos por día.

CAUDAL: el volumen de agua por unidad de tiempo.

COLIFORMES FECALES: el parámetro que indica la presencia de contaminación fecal en el agua y de bacterias patógenas, provenientes del tracto digestivo de los seres humanos y animales de sangre caliente.

34

ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

61

CUERPO RECEPTOR: embalse natural, lago, laguna, río, quebrada, manantial, humedal, estuario, estero, manglar, pantano, aguas costeras y aguas subterráneas donde se descargan aguas residuales.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO: la medida indirecta del contenido de materia orgánica en aguas residuales, que se determina por la cantidad de oxígeno utilizado en la oxidación bioquímica de la materia orgánica biodegradable durante un período de cinco días y una temperatura de veinte grados Celsius.

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO: la medida indirecta del contenido de materia orgánica e inorgánica oxidable en aguas residuales, que se determina por la cantidad equivalente de oxígeno utilizado en la oxidación química.

EFLUENTE DE AGUAS RESIDUALES: las aguas residuales descargadas por un ente generador.

ENTES GENERADORES: la persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar o administrar aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas, y cuyo efluente final se descarga a un cuerpo receptor.

ENTES GENERADORES EXISTENTES: los entes generadores establecidos previo a la vigencia del presente Reglamento.

ENTES GENERADORES NUEVOS: los entes generadores establecidos posteriormente a la vigencia del presente Reglamento.

ESTABILIZACIÓN DE LODOS: el proceso físico, químico o biológico al que se someten los lodos para acondicionarlos previo a su aprovechamiento o disposición final.

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN AMBIENTAL: los documentos técnicos definidos en el Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, Acuerdo Gubernativo No. 23- 2003 y sus reformas, contenidos en los Acuerdos Gubernativos No. 424-2003 y 704-2003; los cuales permiten realizar una identificación y evaluación sistemática de los impactos ambientales de un proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad, desde la fase de construcción hasta la fase de abandono.

ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

62

LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE: el valor asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en las etapas correspondientes para aguas residuales y en aguas para reusó y lodos.

LODOS: los sólidos con un contenido variable de humedad provenientes del tratamiento de aguas residuales.

MANTO FREÁTICO: la capa de roca subterránea, porosa y fisurada que actúa como reservorio de aguas que pueden ser utilizables por gravedad o por bombeo.

META DE CUMPLIMIENTO: la determinación numérica de los valores que deben alcanzarse en la descarga de aguas residuales al final de cada etapa de cumplimiento. En el caso de los entes generadores nuevos y de las personas nuevas que descargan al alcantarillado público, al iniciar operaciones.

MODELO DE REDUCCIÓN PROGRESIVA: el régimen de cumplimiento de valores de parámetros en cargas, con parámetro de calidad asociado, en distintas etapas.

MONITOREO: el proceso mediante el cual se obtienen, interpretan y evalúan los resultados de una o varias muestras, con una frecuencia de tiempo determinada, para establecer el comportamiento de los valores de los parámetros de efluentes, aguas para reusó y lodos.

MUESTRA: la parte representativa, a analizar, de las aguas residuales, aguas para reusó o lodos.

MUESTRAS COMPUESTAS: dos o más muestras simples que se toman en intervalos determinados de tiempo y que se adicionan para obtener un resultado de las características de las aguas residuales, aguas para reusó o lodos.

MUESTRA SIMPLE: la muestra tomada en una sola operación que representa las características de las aguas residuales, aguas para reusó o lodos en el momento de la toma.

PARÁMETRO: la variable que identifica una característica de las aguas residuales, aguas para reusó o lodos, asignándole un valor numérico.

PERSONA QUE DESCARGA AL ALCANTARILLADO PÚBLICO: la persona individual o jurídica, pública o privada, que descarga aguas residuales de tipo

35

**ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN
MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ**

63

especial al alcantarillado público.

PERSONA EXISTENTE QUE DESCARGA AL ALCANTARILLADO PÚBLICO: la persona que descarga al alcantarillado público establecida previo a la vigencia del presente Reglamento.

PERSONA NUEVA QUE DESCARGA AL ALCANTARILLADO PÚBLICO: la persona que descarga al alcantarillado público establecida posteriormente a la vigencia del presente Reglamento.

PUNTO DE DESCARGA: el sitio en el cual el efluente de aguas residuales confluye en un cuerpo receptor o con otro efluente de aguas residuales.

REUSO: el aprovechamiento de un efluente, tratado o no.

SERVICIOS PÚBLICOS MUNICIPALES: aquellos que, de acuerdo con el Código Municipal, prestan las municipalidades directamente o los concesionan y que generan aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas.

SISTEMA DE ALCANTARILLADO PRIVADO: el conjunto de tuberías y obras accesorias para recolectar y conducir las aguas residuales de tipo especial, originadas por distintas personas individuales o jurídicas privadas, hasta su disposición a una planta de tratamiento de aguas residuales privada.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES: cualquier proceso físico, químico, biológico o una combinación de los mismos, utilizado para mejorar las características de las aguas residuales.



ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS RESIDUALES DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

64

INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES

Lab-0405-2017
Guatemala, 23 de mayo de 2017



Señor
Calixto Coy Có
Alcalde Municipal
Municipalidad De San Miguel Tucurú, Alta Verapaz
Su Despacho

Señor Có:

En relación a lo solicitado mediante oficio 061-2017 DMP/ehcc, adjunto a la presente sírvase encontrar los informes de resultados de análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de las muestras de **agua residual**, cuya identificación comprende los números que se detalla a continuación:

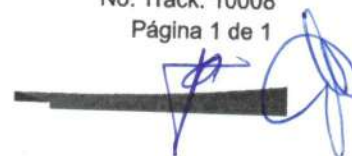
Muestreo del 15/MAYO/2017, de la muestra No. 1497-17 a la 1502-17.

Sin otro particular por el momento, suscribo de usted.

Atentamente,


Ing. Jorge Mario Estrada Asturias
Director







INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM- LABORATORIO DE AGUA

11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala
PBX: 2498-9191

laboratorioinfom@gmail.com

www.infom.gob.gt



INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES MUESTRA No. 1497-17

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA⁽¹⁾

Interesado: MUNICIPALIDAD DE TUCURU	
Punto de muestreo: Barrio La Piscina	
Fuente: Descarga Principal No. 1	
Municipio: San Miguel Tucuru	pH <i>in situ</i> (unidades): ----
Departamento: Alta Verapaz	Temperatura <i>in situ</i> (°C): ----
Fecha de captación: 15-Mayo-2017	Técnica de preservación: Refrigeración
Hora de captación: 15:00	Fecha de recepción: 16-Mayo-2017
Responsable de captación: Elias Heredia León (Persona ajena al Laboratorio de INFOM)	Hora de recepción: 14:00


(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra, proporcionada por el usuario.

RESULTADOS

ITEM	PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	UNIDADES	RESULTADO
1	Demanda bioquímica de oxígeno, DBO ₅	mg/L DBO ₅	50
2	Demanda química de oxígeno, DQO	mg/L DQO	120
3	Fósforo total	mg/L P	0.8
4	Nitrógeno Total	mg/L N	7.0
5	Color	Unidades Pt-Co	320
6	Sólidos en suspensión	mg/L	60
7	Sustancias extraíbles con hexano (aceites y grasas)	mg/L	4.0
8	pH	Unidades pH	6.7
9	Temperatura	°C	20
10	Materia Flotante	Presente / Ausente	Ausente

OBSERVACIONES

- Los resultados de pH y Temperatura corresponden a los medidos en el Laboratorio.


Jorge Mario Estrada Asturias
Ingeniero Químico, Colegiado 685
Director del Laboratorio de Agua





INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-
LABORATORIO DE AGUA
11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala
Teléfono/fax: 2498-9191



36

INFORME DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA RESIDUAL MUESTRA No. 1498-17

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (1)

Interesado: MUNICIPALIDAD DE TUCURU	Cloro residual <i>in situ</i> (mg/L): ----
Punto de muestreo: Barrio La Pisciña	pH <i>in situ</i> (unidades): ----
Fuente: Descarga Principal No. 1	Temperatura <i>in situ</i> : ----
Municipio: San Miguel Tucuru	Técnica de preservación: Refrigeración
Departamento: Alta Verapaz	Fecha de recepción: 16-Mayo-2017
Fecha de captación: 15-Mayo-2017	Hora de recepción: 14:00
Hora de captación: 15:00	
Responsable de captación: Eliás Heredia León (Personal ajeno al Laboratorio INFOM)	

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

RESULTADOS

ITEM	PARÁMETRO BACTERIOLÓGICO	RESULTADO	UNIDADES
1	Grupo Coliforme Fecal	2.4×10^7	NMP/100 mL (2)
2	Grupo Coliforme Total	2.4×10^7	NMP/100 mL (2)

(2) Número más probable en 100 ml de muestra

OBSERVACIONES

- El examen de los grupos Coliforme Total y Coliforme Fecal se realizó a través del Método de Fermentación en tubos por diluciones múltiples.



William Estrada Vargas
Químico Biólogo, Colegiado 2241
Supervisor Microbiológico



Jorge Mario Estrada Asturias
Ingeniero Químico, Colegiado 685
Director del Laboratorio



**INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-
LABORATORIO DE AGUA**

11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala
PBX: 2498-9191

laboratorioinfom@gmail.com

www.infom.gob.gt



39

**INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES
MUESTRA No. 1499-17**

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA⁽¹⁾

Interesado: MUNICIPALIDAD DE TUCURU	pH <i>in situ</i> (unidades):	----
Punto de muestreo: Descarga No. 2 El Moxpin	Temperatura <i>in situ</i> (°C):	----
Fuente: Descarga No. 2	Técnica de preservación:	Refrigeración
Municipio: San Miguel Tucuru	Fecha de recepción:	16-Mayo-2017
Departamento: Alta Verapaz	Hora de recepción:	14:00
Fecha de captación: 15-Mayo-2017	Responsable de captación: Elias Heredia León (Persona ajena al Laboratorio de INFOM)	
Hora de captación: 15:30		

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra, proporcionada por el usuario.

RESULTADOS

ITEM	PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	UNIDADES	RESULTADO
1	Demanda bioquímica de oxígeno, DBO ₅	mg/L DBO ₅	240
2	Demanda química de oxígeno, DQO	mg/L DQO	380
3	Fósforo total	mg/L P	5.0
4	Nitrógeno Total	mg/L N	15
5	Color	Unidades Pt-Co	1100
6	Sólidos en suspensión	mg/L	160
7	Sustancias extraíbles con hexano (aceites y grasas)	mg/L	32
8	pH	Unidades pH	6.7
9	Temperatura	°C	20
10	Materia Flotante	Presente / Ausente	Ausente

OBSERVACIONES

Los resultados de pH y Temperatura corresponden a los medidos en el Laboratorio.

Jorge Mario Estrada Asturias
Jorge Mario Estrada Asturias
 Ingeniero Químico, Colegiado 685
 Director del Laboratorio de Agua





INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-
LABORATORIO DE AGUA
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbená, Guatemala
 Teléfono/fax: 2498-9191



40

INFORME DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA RESIDUAL
MUESTRA No. 1500-17

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (1)

Interesado: MUNICIPALIDAD DE TUCURU	
Punto de muestreo: Descarga No. 2 El Moxpin	Cloro residual <i>in situ</i> (mg/L): ----
Fuente: Descarga No.2	pH <i>in situ</i> (unidades): ----
Municipio: San Miguel Tucuru	Temperatura <i>in situ</i> : ----
Departamento: Alta Verapaz	Técnica de preservación: Refrigeración
Fecha de captación: 15-Mayo-2017	Fecha de recepción: 16-Mayo-2017
Hora de captación: 15:30	Hora de recepción: 14:00
Responsable de captación: Eliás Heredia León (Personal ajeno al Laboratorio INFOM)	

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

RESULTADOS

ITEM	PARÁMETRO BACTERIOLÓGICO	RESULTADO	UNIDADES
1	Grupo Coliforme Fecal	9.3×10^6	NMP/100 mL (2)
2	Grupo Coliforme Total	9.3×10^6	NMP/100 mL (2)

(2) Número más probable en 100 ml de muestra

OBSERVACIONES

El examen de los grupos Coliforme Total y Coliforme Fecal se realizó a través del Método de Fermentación en tubos por diluciones múltiples.



[Signature]
William Estrada Vargas
 Químico Biólogo, Colegiado 2241
 Supervisor Microbiológico



[Signature]
Vo.Bo. Jorge Mario Estrada Asturias
 Ingeniero Químico, Colegiado 685
 Director del Laboratorio

[Signature]



**INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-
LABORATORIO DE AGUA**

11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala
PBX: 2498-9191

laboratorioinfom@gmail.com

www.infom.gob.gt



291

**INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES
MUESTRA No. 1501-17**

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA⁽¹⁾

Interesado: MUNICIPALIDAD DE TUCURU	
Punto de muestreo: Barrio Guadalupe	
Fuente: Descarga Principal del Barrio No. 3	pH <i>in situ</i> (unidades): ---
Municipio: San Miguel Tucuru	Temperatura <i>in situ</i> (°C): ---
Departamento: Alta Verapaz	Técnica de preservación: Refrigeración
Fecha de captación: 15-Mayo-2017	Fecha de recepción: 16-Mayo-2017
Hora de captación: 17:00	Hora de recepción: 14:00
Responsable de captación: Elias Heredia León (Persona ajena al Laboratorio de INFOM)	

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra, proporcionada por el usuario.

RESULTADOS

ITEM	PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	UNIDADES	RESULTADO
1	Demanda bioquímica de oxígeno, DBO ₅	mg/L DBO ₅	250
2	Demanda química de oxígeno, DQO	mg/L DQO	550
3	Fósforo total	mg/L P	27
4	Nitrógeno Total	mg/L N	50
5	Color	Unidades Pt-Co	1300
6	Sólidos en suspensión	mg/L	140
7	Sustancias extraíbles con hexano (aceites y grasas)	mg/L	10
8	pH	Unidades pH	6.8
9	Temperatura	°C	20
10	Materia Flotante	Presente / Ausente	Ausente

OBSERVACIONES

Los resultados de pH y Temperatura corresponden a los medidos en el Laboratorio.

Jorge Mario Estrada Asturias

Jorge Mario Estrada Asturias
 Ingeniero Químico, Colegiado 685
 Director del Laboratorio de Agua



[Handwritten signature]



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-
LABORATORIO DE AGUA
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala
 Teléfono/fax: 2498-9191



27

INFORME DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA RESIDUAL
MUESTRA No. 1502-17

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA (1)

Interesado: MUNICIPALIDAD DE TUCURU	
Punto de muestreo: Barrio Guadalupe	Cloro residual <i>in situ</i> (mg/L): ----
Fuente: Descarga Principal del Barrio No. 3	pH <i>in situ</i> (unidades): ----
Municipio: San Miguel Tucuru	Temperatura <i>in situ</i> : ----
Departamento: Alta Verapaz	Técnica de preservación: Refrigeración
Fecha de captación: 15-Mayo-2017	Fecha de recepción: 16-Mayo-2017
Hora de captación: 17:00	Hora de recepción: 14:00
Responsable de captación: Elías Heredia León (Personal ajeno al Laboratorio INFOM)	

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

RESULTADOS

ITEM	PARÁMETRO BACTERIOLÓGICO	RESULTADO	UNIDADES
1	Grupo Coliforme Fecal	9.3×10^8	NMP/100 mL (2)
2	Grupo Coliforme Total	9.3×10^8	NMP/100 mL (2)

(2) Número más probable en 100 ml de muestra

OBSERVACIONES

El examen de los grupos Coliforme Total y Coliforme Fecal se realizó a través del Método de Fermentación en tubos por diluciones múltiples.



[Signature]
William Estrada Vargas
 Químico Biólogo, Colegiado 2241
 Supervisor Microbiológico



[Signature]
Vo.Bo. Jorge Mario Estrada Asturias
 Ingeniero Químico, Colegiado 685
 Director del Laboratorio

[Signature]



9ª. Avenida 3-08 zona 2 Colonia Alvarado, Mixco, Guatemala
 E-mail: informacion@ecoquimsa.com.gt
 Página Web: ecoquimsa.com
 PBX: (502) 2322 3600

**INFORME DE RESULTADOS DE
 AGUA RESIDUAL**

**MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL TUCURÚ
 BARRIO LA PISCINA**

SAN MIGUEL TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

PREPARADO POR:

LABORATORIO ECOQUIMSA

9a. avenida 3-08 colonia Alvarado zona 2 de Mixco, Guatemala, Centro América
 PBX: 2322-3600
 ecoquimsa.com

Mayo 2017

INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS

Datos del Cliente

Cliente: Municipalidad de San Miguel Tucurú
Responsable: Sr. Elias Heredia León
Dirección: San Miguel Tucurú, Alta Verapaz

Datos de la muestra

Lugar de muestreo:	Barrio la Piscina	Muestra simple o compuesta:	Simple
Referencia cliente:	Descarga principal No. 1	Responsable del muestreo:	CLIENTE
Fecha de monitoreo:	15 de mayo de 2017	Temperatura de almacenaje:	5 °C
Hora de monitoreo:	17:30	Recipiente utilizado:	Plástico
Tipo de muestra:	Agua residual ordinaria	Método de preservación:	INS04-MUE
Código de muestra:	17-1685-1		
Lote:	17-1685		

Datos de Laboratorio

Fecha de recepción de la muestra por el laboratorio: 16 de mayo de 2017
Hora de recepción de la muestra por el laboratorio: 12:15
Fecha de informe: 23 de mayo de 2017

Análisis	Dimensional ⁽¹⁾	Límite de Detección	Resultados
Cianuro	mg/L - CN	0.010	< 0.010
Color	u Pt-Co	1	70
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L - O ₂	10	113
Demanda Química de Oxígeno ⁽²⁾	mg/L - O ₂	10	181
Relación DQO/DBO	---	---	1.6
Fósforo Total	mg/L - P	0.050	0.930
Grasas y Aceites	mg/L	5	9
Materia Flotante	---	Presente/Ausente	Ausente
Nitrógeno Total	mg/L - N	0.50	14.00
pH	---	0.01	6.69
Sólidos Sedimentables	ml/L	0.1	1.5
Sólidos Suspendidos	mg/L	10	80
Coliformes fecales	NMP/100ml	1.8	3,500,000

(1) mg/L = ppm, u Pt-Co = Unidades platino cobalto, NMP/100 ml = número más probable por 100 mililitros

(2) El análisis de DQO (Método: Ciguaynor NQO 29 014-H) es acreditado COGUAYNOR NTGRISOEC 17025 2005 según OGA-LE-051-13

Los presentes resultados son válidos únicamente para la muestra tomada y recibida en la fecha indicada.
Metodología utilizada: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22nd Edition 2012

Laboratorio ECOQUIMSA

Ing. Erick López Estrada
Ingeniero Químico Industrial





9ª. Avenida 3-08 zona 2 Colonia Alvarado, Mixco, Guatemala
 E-mail: informacion@ecoquimsa.com.gt
 Página Web: ecoquimsa.com
 PBX: (502) 2322 3600

INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS

Datos del Cliente

Cliente: Municipalidad de San Miguel Tucurú
 Responsable: Sr. Elías Heredia León
 Dirección: San Miguel Tucurú, Alta Verapaz

Datos de la muestra

Lugar de muestreo:	Barrio la Piscina	Muestra simple o compuesta:	Simple
Referencia cliente:	Descarga principal No. 1	Responsable del muestreo:	CLIENTE
Fecha de monitoreo:	15 de mayo de 2017	Temperatura de almacenaje:	5 °C
Hora de monitoreo:	17:30	Recipiente utilizado:	Plástico
Tipo de muestra:	Agua residual ordinaria	Método de preservación:	INS04-MUE
Código de muestra:	17-1685-1		
Lote:	17-1685		

Datos de Laboratorio

Fecha de recepción de la muestra por el laboratorio: 16 de mayo de 2017
 Hora de recepción de la muestra por el laboratorio: 12:15
 Fecha de informe: 23 de mayo de 2017

Análisis	Dimensional ⁽¹⁾	Límite de Detección	Resultados	Método de análisis ⁽²⁾
Arsénico	mg/L - As	0.0015	0.0019	STM 3114 B
Cadmio	mg/L - Cd	0.0095	< 0.0095	STM 3111 B
Cobre	mg/L - Cu	0.035	< 0.035	STM 3111 B
Cromo (VI) ⁽³⁾	mg/L - Cr	0.010	< 0.010	Merck 1.14552.001
Mercurio	mg/L - Hg	0.0012	< 0.0012	STM 3112 B
Níquel	mg/L - Ni	0.250	< 0.250	STM 3111 B
Plomo	mg/L - Pb	0.070	< 0.070	STM 3111 B
Zinc	mg/L - Zn	0.095	0.097	STM 3111 B

(1) mg/L = ppm

(2) STM Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22nd Edition 2012

(3) Análisis no acreditado.

Los análisis de este informe son acreditados COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005 según OGA-LE-051-13
 Los presentes resultados son válidos únicamente para la muestra tomada y recibida en la fecha indicada.

Laboratorio ECOQUIMSA

Ing. Erick López Estrada
 Ingeniero Químico Industrial
 Colegiado No. 8158

**CUADRO COMPARATIVO INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS
ACUERDO GUBERNATIVO 270-2016**

Datos del Cliente

Cliente: Municipalidad de San Miguel Tucurú
Responsable: Sr. Elías Heredia León
Dirección: San Miguel Tucurú, Alta Verapaz

Datos de la muestra

Lugar de muestreo: Barrio la Piscina
Fecha de monitoreo: 15 de mayo de 2017
Muestra simple o compuesta: Simple
Tipo de muestra: Agua residual ordinaria
Código de muestra: 17-1685-1

Análisis	Dimensional ⁽¹⁾	Referencia: Descarga principal No. 1	Artículo 24. Límites Máximos Permisibles de Descargas a Cuerpos Receptores Para Aguas Residuales Municipales y de Urbanizaciones no Conectadas al Alcantarillado Público.			
			6 de Mayo de dos mil diecinueve	6 de Mayo de dos mil veintitres	6 de Mayo de dos mil veintisiete	6 de Mayo de dos mil treinta y uno
Color	u Pt-Co	70	1,000	750	500	500
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L - O ₂	113	250	100	100	100
Fósforo Total	mg/L - P	0.930	40	20	10	10
Grasas y Aceites	mg/L	9	50	10	10	10
Materia Flotante	---	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Nitrógeno Total	mg/L - N	14.00	150	70	20	20
pH	---	6.69	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Sólidos Suspendidos	mg/L	80	.275	200	100	100
Coliformes fecales	NMP/100ml	3,500,000	< 1X10 ⁷	< 1X10 ⁶	< 1X10 ⁶	< 1X10 ⁶
Arsénico	mg/L - As	0.0019	0.1	0.1	0.1	0.1
Cadmio	mg/L - Cd	< 0.0095	0.1	0.1	0.1	0.1
Cianuro	mg/L - CN	< 0.010	1	1	1	1
Cobre	mg/L - Cu	< 0.035	3.0	3.0	3.0	3.0
Cromo (VI)	mg/L - Cr	< 0.010	0.1	0.1	0.1	0.1
Mercurio	mg/L - Hg	< 0.0012	0.02	0.02	0.01	0.01
Níquel	mg/L - Ni	< 0.250	2	2	2	2
Plomo	mg/L - Pb	< 0.070	0.4	0.4	0.4	0.4
Zinc	mg/L - Zn	0.097	10.0	10.0	10.0	10.0

(1) mg/L = ppm; u Pt-Co = Unidades platino cobalto; NMP/100 ml = número más probable por 100 mililitros
Azul: Se cumple con el valor establecido para dicho parámetro en la correspondiente etapa de cumplimiento.
Rojo: No se cumple

Nota: * El acuerdo gubernativo 236-2006 no aplica para afluentes, pero a solicitud del cliente se hace la comparación

