

**ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
DISEÑO DE LA FASE II DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL
ÁREA CENTRAL UBICADA EN SAN BENITO, DEPARTAMENTO DE PETÉN**

Elaborado por:

**Ing. Agr. Hugo Lionel Sánchez Rodas
Colegiado No. 1,780
Licencia No. 272
DIGARN-MARN**

Bajo la Coordinación de:

**MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (MARN)
PROGRAMA DE DESARROLLO DE PETÉN PARA LA CONSERVACIÓN DE LA RESERVA DE
LA BIOSFERA MAYA –PDPCRBM-**



1. TABLA DE CONTENIDO

1. TABLA DE CONTENIDO	1
2. RESUMEN EJECUTIVO.....	3
3. INTRODUCCIÓN.....	4
4. INFORMACION GENERAL.....	5
5. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	7
6. DESCRIPCION DEL MARCO LEGAL.....	27
6.1. Código de Salud.....	27
6.2 Constitución Política de la República de Guatemala.....	28
6.3 Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto 68-86 28.....	28
6.4 Código Penal, Decreto 33-96 Reformas al Código Penal.....	28
6.5 Acuerdo Gubernativo 236-2006. Reglamento de las Descargas de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos.....	29
6.6 Acuerdo Gubernativo 431-2007. Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental.....	29
6.7 Reglamento de la Empresa Municipal de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Flores y San Benito, Departamento de Peten / Modificación al Reglamento de Operación y Mantenimiento de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de la Empresa Municipal de Agua Potable Alcantarillado de las Municipalidades de Flores y San Benito, Departamento de Petén.....	30
7. MONTO GLOBAL DE LA INVERSIÓN.....	31
8. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO.....	33
9. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIÓTICO.....	43
10. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL.....	53
11. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	64
12. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	67
13. PLAN DE GESTION AMBIENTAL (PGA).....	77
14. ANÁLISIS DE RIESGO Y PLANES DE CONTINGENCIA.....	88
15. ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD.....	98
16. BIBLIOGRAFÍA.....	99
17. ANEXOS.....	100

Listado de Fotografías

Fotografía No. 1	Fase I en Funcionamiento. Actualmente Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	4
Fotografía No. 2	Monitoreo	6
Fotografía No. 3	Calidad de Aire	6
Fotografía No. 4	Derrumbe de Taludes de la Planta, Fase I	8
Fotografía No. 5	Derrumbe de Taludes de la Planta, Fase I	8
Fotografía No. 6	Vertedero de San Benito	26
Fotografía No. 7	Flora del Terreno	44
Fotografía No. 8	Arbustos y Árboles	44
Fotografía No. 9	Tortugas en Lagunas Existentes	44
Fotografía No. 10	Aves en Lagunas Existentes	45

Listado de Figuras

Figura No. 1	Descomposición Aerobia	10
--------------	------------------------	----

Listado de Tablas

Tabla No. 1	Caudales de Diseño	9
Tabla No. 2	Bases de Diseño	10
Tabla No. 3	Cronograma de Construcción de la Obra	16
Tabla No. 4	Monitoreo de Ruido	41
Tabla No. 5	Especies	48
Tabla No. 6	Especies Indicadoras de Fauna para el área del Proyecto	49
Tabla No. 7	Datos Generales del Departamento de Petén	53
Tabla No. 8	Registro de Usuarios del Sistema de Alcantarillado Sanitario	60
Tabla No. 9	Matriz de Impactos	71
Tabla No. 10	Síntesis de Evaluación de Impactos Ambientales	76
Tabla No. 11	PGA Agua	79
Tabla No. 12	PGA Suelo	80
Tabla No. 13	PGA Atmósfera	81
Tabla No. 14	PGA Especies y Poblaciones Terrestres	82
Tabla No. 15	PGA Socioeconómico	82
Tabla No. 16	Acciones a tomar durante un Evento Sísmico	93

Listado de Mapas

Mapa No. 1	Ubicación Geográfica del Proyecto	12
Mapa No. 2	Ubicación Político-Administrativa	13
Mapa No. 3	Ruta de Acceso de Maquinaria, Etapa de Construcción	14
Mapa No. 4	Geología	34
Mapa No. 5	Uso de Suelos	36
Mapa No. 6	Clima	39
Mapa No. 7	Hidrológico	40
Mapa No. 8	Áreas Protegidas	52
Mapa No. 9	Comunidades	54
Mapa No. 10	Áreas Socialmente Sensibles y Vulnerables	59
Mapa No. 11	Área de cobertura del sistema de drenajes y alcantarillado en el Área Central de Petén	60

Listado de Gráficas

Gráfica No. 1	Conoce usted el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Municipal?	55
Gráfica No. 2	Conocimiento del Sistema por Sector	56
Gráfica No. 3	Cuenta usted con conexión al Drenaje Municipal?	56
Gráfica No. 4	Incidencia de Conexión por Sector	56
Gráfica No. 5	Estaría dispuesto a Conectar sus Drenajes al Drenaje Municipal?	57
Gráfica No. 6	Sabía usted que el Lago Peten Itzá se ve afectado por las aguas residuales que producimos los vecinos del Sector?	57
Gráfica No. 7	Cuál sería su contribución como vecino para conservar la salud del Lago?	58
Gráfica No. 8	Identificación de Impactos	72
Gráfica No. 9	Comparación de Impactos	72
Gráfica No. 10	Evaluación de Riesgo Naturales	90
Gráfica No. 11	Evaluación de Riesgo Antrópico Social	90

Listado de Diagramas

Diagrama No. 1	Árbol de Problemas	65
Diagrama No. 2	Árbol de Objetivos	66

Listado de Flujogramas

Flujograma No. 1	Fase de Operación	21
------------------	-------------------	----

2. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento, contiene el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto ***Diseño de la Fase II de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Área Central Ubicada en San Benito, Departamento de Petén.*** El proyecto se encuentra localizado en Barrio Vista Hermosa, San Benito; siendo el área de influencia los municipios de San Benito y Flores los cuales son parte del área central de Petén.

El estudio trata el suministro e instalación de la planta de tratamiento de efluentes provenientes de las descargas de los municipios de San Benito y Flores. La solución técnica propuesta, es la construcción de dos líneas simultáneas de tratamiento, las cuales consistirán en tres lagunas cada una para un total de seis lagunas.

- Dos Lagunas Primarias Anaerobias
- Dos Lagunas Secundarias Facultativas
- Dos Lagunas Terciarias de Maduración

Estas se diferencian entre si, por la profundidad, siendo las más profundas las primarias, en las cuales se lleva a cabo un proceso anaerobio.

Los objetivos del proceso de lagunas facultativas son:

- 1) Estabilizar la materia orgánica a través de la remoción de DBO;
- 2) La remoción de sólidos suspendidos en las aguas residuales crudas; y
- 3) La remoción de patógenos.

Los objetivos principales del proceso de lagunas de maduración son:

- 1) La remoción de patógenos y coliformes fecales; y
- 2) La continuación de remoción de DBO.

Se desarrolló una descripción de las características teóricas del proyecto en fase de construcción y operación de la planta de tratamiento, incluyendo datos generales de la empresa responsable del proyecto, datos generales de ubicación, etc.

Seguidamente se definen y evalúan las condiciones ambientales existentes previo al desarrollo del proyecto, que permitieron, tanto la evaluación aproximada de la magnitud de los potenciales impactos, como su integración dentro del mismo, estableciéndose los componentes más frágiles del medio, que sirvieron como indicador guía durante el análisis para establecer su carácter ambiental.

Como resultado del análisis realizado, los impactos ambientales identificados como potenciales y/o posibles de producirse como consecuencia o resultado directo del desarrollo o ejecución del proyecto propuesto, se consideran los típicos que se generan en toda obra de construcción, tales como movimiento de tierras y acarreo al botadero municipal, polvo, ruido, movimiento de maquinaria y personal, los cuales concluirán al terminar la obra, siendo todos los identificados prevenibles y/o mitigables.

Así mismo se evaluaron los impactos potenciales para la obra en operación, de ello se derivó que los impactos operativos si la obra lleva un adecuado mantenimiento serán positivos para las comunidades generadoras, área de influencia Directa e Indirecta.

Finalmente se presentan los planes de contingencia, seguridad ambiental y de protección para la salud humana que garantiza la correcta y segura implementación del proyecto a corto, mediano y largo plazo.

3. INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene datos correspondientes al suministro e instalación de la planta de tratamiento de efluentes provenientes de las descargas de los municipios de San Benito y Flores.

La propuesta técnica se ha desarrollado en base a recomendaciones y valoraciones, típicas de efluentes y en la experiencia de EMAPET en el tratamiento y remoción de grasas y aceites como parte del proceso de tratamiento.

La solución técnica propuesta, está basada en la instalación de seis lagunas, las cuales servirán como sistema gradual de tratamiento. Replicando el sistema que funciona actualmente, el cual fue evaluado por medio de Análisis de Laboratorio Físico Químico, Microbiológico y Metales Pesados al caudal del Efluente, los cuales resultaron dentro de los estándares establecidos en el Reglamento 236-2006.

FOTOGRAFÍA 1.

Fase I en
Funcionamiento
Actualmente
Planta de Tratamiento
de Aguas Residuales.



El objetivo principal de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) de la **Fase II Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, San Benito, Petén**, es identificar y evaluar los impactos positivos y negativos en los factores ambientales físicoquímicos,

ecológicos, biológicos, estéticos y socioeconómicos del terreno en donde se realizará el proyecto, incluyendo las recomendaciones necesarias para mitigar los impactos negativos que se produzcan en cada actividad del proyecto, prestando especial atención a la situación

actual de la planta, para tomar medidas estructurales encaminadas a la reducción de la vulnerabilidad de la ruta a amenazas naturales.

Objetivos específicos

- Determinación del área de influencia ambiental de acuerdo a las características del proyecto.
- Evaluar los diferentes impactos ambientales atribuidos o asociados al análisis y preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto de construcción.
- Estudiar con profundidad los impactos ambientales adversos identificados en la matriz de impactos ambientales.
- Recomendar medidas para minimizar impactos ambientales adversos que no es posible evitar.
- Proponer un perfil de proyecto que contenga los renglones de trabajo necesarios que tiendan a disminuir el riesgo en caso de eventos naturales de índole hidrometeorológicos y sísmico.
- Cumplir con las disposiciones legales contenidas en el Decreto 68-86, Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente y las reformas contenidas en el Decreto 1-93 y modificado por el Decreto 90-2000 y el Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, Acuerdo Gubernativo 431-2007.

4. INFORMACION GENERAL

4.1 DATOS DEL PROYECTO

Nombre	Diseño de la Fase II de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Área Central Ubicada en San Benito, Departamento de Petén
Ubicación	Barrio Vista Hermosa, San Benito, Peten
Responsable del Proyecto	EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO – EMAPET-
Correo electrónico	info@emapet.org / sdl@dinamicabioambiental.com
Teléfonos	79260821 / 79261009
Web site	www.emapet.org

4.2 REPRESENTACIÓN LEGAL:

Nombre del Representante	Ing. Augusto Javier Pinelo Guzmán
Dirección para notificaciones	2ª Avenida 0-50 zona 2, Santa Elena, Peten
Teléfono	79260821 / 79261009
Nombramiento	Gerente General
Duración	Indefinido

4.3 PERSONAL QUE PARTICIPÓ EN EL ESTUDIO

El Estudio fue realizado por Hugo Lionel Sánchez Rodas, Ingeniero Agrónomo Colegiado No. 1,780, Licencia Ambiental de Registro de Consultor Profesional Individual No. 272, DIGARN-MARN.

FOTOGRAFIA 2 Y 3. Monitoreo, Calidad de Aire.



El objetivo principal de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) de la **Fase II Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, San Benito, Petén**, es identificar y evaluar los impactos positivos y negativos en los factores ambientales fisicoquímicos, ecológicos, biológicos, estéticos y socioeconómicos del terreno en donde se realiza el proyecto, incluyendo las recomendaciones necesarias para mitigar los impactos negativos que se produzcan en cada actividad del proyecto, prestando especial atención a la situación actual de la planta, para tomar medidas estructurales encaminadas a la reducción de la vulnerabilidad de la ruta a amenazas naturales.

Objetivos específicos

- Determinación del área de influencia ambiental de acuerdo a las características del proyecto.
- Evaluar los diferentes impactos ambientales atribuidos o asociados al análisis y preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto de construcción.
- Estudiar con profundidad los impactos ambientales adversos identificados en la matriz de impactos ambientales.
- Recomendar medidas para minimizar impactos ambientales adversos que no es posible evitar.

- Proponer un perfil de proyecto que contenga los renglones de trabajo necesarios que tiendan a disminuir el riesgo en caso de eventos naturales de índole hidrometeorológicos y sísmico.
- Cumplir con las disposiciones legales contenidas en el Decreto 68-86, Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente y las reformas contenidas en el Decreto 1-93 y modificado por el Decreto 90-2,000 y el Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, Acuerdo Gubernativo 431-2,007.

5. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

5.1 SINTESIS GENERAL DEL PROYECTO

DATOS HISTORICOS

Durante los años 2,001 a 2,005, se puso en ejecución un programa con financiamiento de la entidad bancaria gubernamental alemana denominada *Kreditanstalt für Wiederaufbau* (KfW), para desarrollar los sistemas de agua potable y alcantarillado de Flores y San Benito, en Petén.

Los diseños de los sistemas fueron desarrollados por la compañía alemana GWK, que también actuó después como supervisora de la obra. Con los diseños que se obtuvieron se procedió a adquirir los terrenos necesarios, incluyendo el terreno para la planta de tratamiento de aguas residuales en San Benito y se realizó una licitación pública para la construcción de las obras. Asimismo, se formuló un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental para el proyecto de abastecimiento de agua y alcantarillado EMAPET Flores-San Benito.

La licitación fue ganada por la compañía Solel Boneh que hizo las construcciones entre 2,003 hasta noviembre de 2,005. En ese mes se produjo una falla estructural en tres taludes de las lagunas de la planta de tratamiento de aguas residuales, por lo que las obras no fueron recibidas pero han estado en operación por la administración de la Empresa Municipal de Agua de Petén (EMAPET). Lo construido incluyó pozos como fuente de agua, equipamiento de los pozos, líneas de bombeo, tanques de distribución, redes de distribución de agua potable así como un sistema de alcantarillado que tiene varias estaciones de bombeo para conducir las aguas residuales hacia la planta de tratamiento.

La planta de tratamiento fue diseñada para el sistema de lagunas de estabilización con tres procesos: anaerobio, facultativo y maduración. Para fines de construcción, se diseñaron fases, de las cuales sólo se construyó la primera fase (Fase I), con capacidad para 27 litros por segundo como caudal medio, quedando en planos los esquemas de las próximas fases, y con el terreno disponible para todo lo planeado. La presente consultoría permitirá elaborar los estudios y análisis necesarios para construir la segunda fase del sistema.

PROBLEMÁTICA

Ocurrieron derrumbes de los taludes de diques en dos lagunas, la planta está operando pero con deficiencia por lo que se limitó la cantidad de conexiones domiciliarias de

alcantarillado para permitir operar las lagunas de la planta a un nivel menor que el normal, con la finalidad de evitar un derrumbe que interrumpa totalmente el funcionamiento.

FOTOGRAFIA 4 y 5. Derrumbe en Taludes de la Planta Fase I



Los arreglos con la compañía consultora, que se retiró de Guatemala, aún están en fase de negociación por lo que no hay certeza cuando se procederá a la rehabilitación de la planta.

La Mancomunidad para el Desarrollo Sostenible de los Municipios de la Cuenca del Lago Petén Itzá, debido a la importancia de concluir la planta para brindar atención a la población de Flores y San Benito, solicitó al MARN el apoyo financiero necesario para implementar la Fase II de la planta, con recursos del PDPCRBM.

DISEÑO DE LA FASE II DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE SAN BENITO

El presente estudio trata del suministro e instalación de la planta de tratamiento de efluentes provenientes de las descargas de los municipios de San Benito y Flores. El diseño de la fase dos, se desarrollo en base al Estudio de Factibilidad Técnica y Financiera que se realizo durante esta consultoría, en la cual se desarrollaron los siguientes documentos:

ESTUDIO DE MERCADO

Caracterización de la obra

Cuantificación de la demanda actual y esperada

Cuantificación de la capacidad de tratamiento actual y esperado

Evaluación preliminar del potencial, Certificados de Emisiones Reducidas (CER's), o créditos de carbono.

ESTUDIO TÉCNICO

Levantamiento topográfico

Estudio de Suelos

Cálculos preliminares de Ingeniería Sanitaria

Estudio de Uso del Efluente para Irrigación

Pre diseños

ESTUDIO FINANCIERO**ESTUDIO SOCIO-ECONÓMICO**

Caracterización del área de influencia

Aspectos generales sociales

Impactos Socioeconómicos derivados del Proyecto

Análisis Social

El diseño de la Planta, fue elaborado en base a los criterios determinados por los documentos anteriormente mencionados, los cuales generaron los datos base para dicho diseño.

La planta fue diseñada para manejar los siguientes parámetros:

Tabla 1 Caudales de Diseño

POBLACION A 10 AÑOS	19200.7681 HABITANTES
FACTOR CAUDAL MEDIO	0.00156481
DOTACION AGUAS RESIDUALES	116 L/H/DIA
CAUDAL MEDIO 10 AÑOS	30.0456464 L/SEG
CAUDAL MAXIMO 10 AÑOS	80.2300497 L/SEG
CAUDAL MINIMO 10 AÑOS	19.5296701 L/SEG
CAPACIDAD TOTAL DE LA PLANTA	2595.94385 M3/DIA

Tabla 2 Bases de Diseño

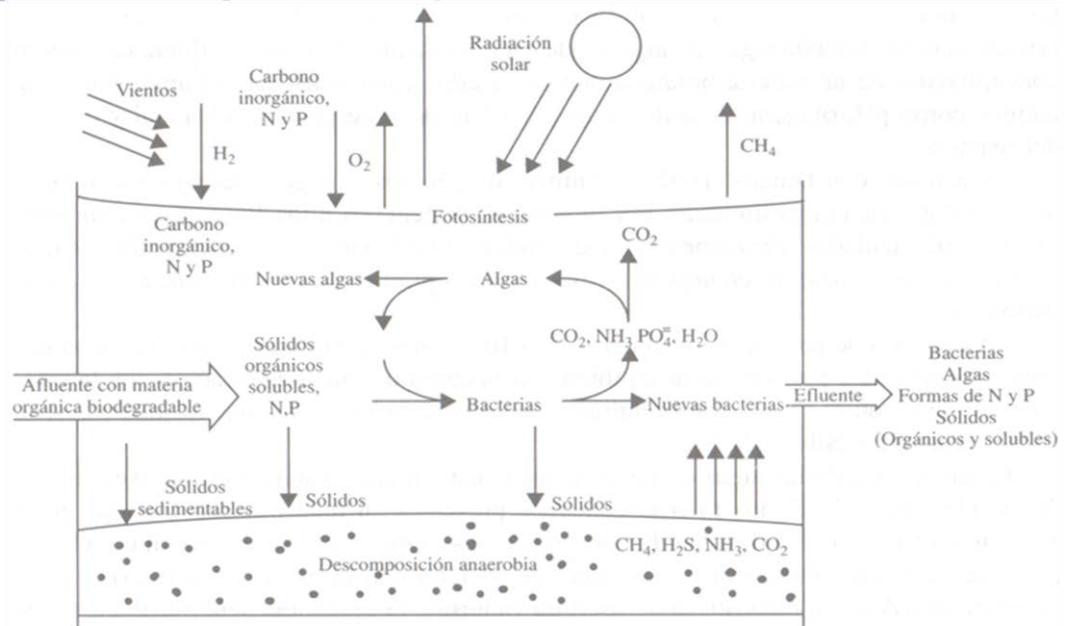
DOTACION DE AGUA POTABLE		128 L/H-D	
PORCENTAJE DE RETORNO		0.9	
APORTE DE AGUAS RESIDUALES		115.2 L/H-D	
APORTE CONEXIONES ILICITAS		10 L/H-D	
APORTE CONEXIONES COMERCIALES		10 L/H-D	
DOTACION DE AGUAS RESIDUALES		135.2 L/H-D	
VELOCIDAD MINIMA		0.6 M/S	AL FINAL DEL DISENO
VELOCIDAD MAXIMA		3 M/S	AL FINAL DEL DISENO
FUERZA DE TRACCION MINIMA	FH	>0.12	KG/M2
DIAMETRO MINIMO		6 PULGADAS	
TIPO DE TUBERIA A UTILIZAR		PVC	NORMA 3034
DISTANCIA MAXIMA ENTRE POZOS DE VISITA		120 M	
PROFUNDIDAD MAXIMA DE FLUJO		<0.90D	DIAMETRO INTERNO DEL TUBO
PROFUNDIDAD MINIMA DE FLUJO		>0.10D	DIAMETRO INTERNO DEL TUBO
PENDIENTE MINIMA		LA QUE DE UNA FH>0.12 Kg/M2	
PERIODO DE DISENO		20 ANOS	
FACTOR DE USO SIMULTANEO		HARMON	
PROFUNDIDAD MINIMA DE ZANJA		0.90M+D	DIAMETRO EXTERNO
TASA DE CRECIMIENTO GEOMETRICO		3 %	

Ver datos en Memoria de Diseño Anexo E

El diseño consiste en seis lagunas, dos Primarias, dos Secundarias y dos Terciarias.

En el sistema de lagunaje busca la remoción de la materia orgánica (expresada como DBO₅) lo cual se realiza a través de procesos biológicos aerobios y anaerobios. Dependiendo del proceso predominante, en este caso anaerobias, facultativas y de maduración.

Figura 1. Descomposición Aerobia



Las cuales llevaran un proceso específico en paralelo, ampliando el sistema actual con dos líneas más de tratamiento que contendrán las siguientes características:

Las lagunas anaerobias

Son las más pequeñas dentro del sistema de tratamiento de aguas residuales por lagunas de estabilización.

Por lo general tienen una profundidad entre 2.00 metros y 5.00 metros y reciben cargas orgánicas volumétricas mayores a 100 g DBO₅/m³ d. Estas altas cargas orgánicas producen condiciones anaerobias estrictas (oxígeno disuelto ausente) en todo el volumen de la laguna.

Las lagunas anaeróbicas funcionan de modo similar a los tanques sépticos abiertos y trabajan en forma óptima en los climas calientes, tropicales y subtropicales, dado que la intensidad del brillo solar y la temperatura ambiente son factores clave para la eficiencia en los procesos de degradación.

Uno de los problemas que generan estas lagunas son los olores que emanan de ellas. Los diseñadores siempre han mostrado preocupación por este tema. No obstante, los problemas de olor pueden minimizarse con un diseño adecuado de las unidades, siempre y cuando la concentración de SO₄²⁻ en el agua residual sea menor a 500 mg/l

Lagunas facultativas

Reciben las aguas sedimentadas de la etapa primaria (usualmente el efluente de una laguna anaeróbica).

Son diseñadas para remoción de DBO₅ con base en una baja carga orgánica superficial que permita el desarrollo de una población algal activa. De este modo, las algas producen el oxígeno requerido por las bacterias heterotróficas para remover la DBO₅ soluble. Una población saludable de algas le confiere un color verde oscuro a la columna de agua.

Las lagunas facultativas en ciertos casos, pueden tornarse rojas o rosadas cuando existen bacterias fotosintéticas púrpuras oxidantes del sulfuro en su composición. Este cambio en la ecología de las lagunas facultativas ocurre debido a ligeras sobrecargas. De esta manera, el cambio de coloración en estas lagunas es un buen indicador cualitativo del funcionamiento del proceso de degradación.

Las lagunas de maduración

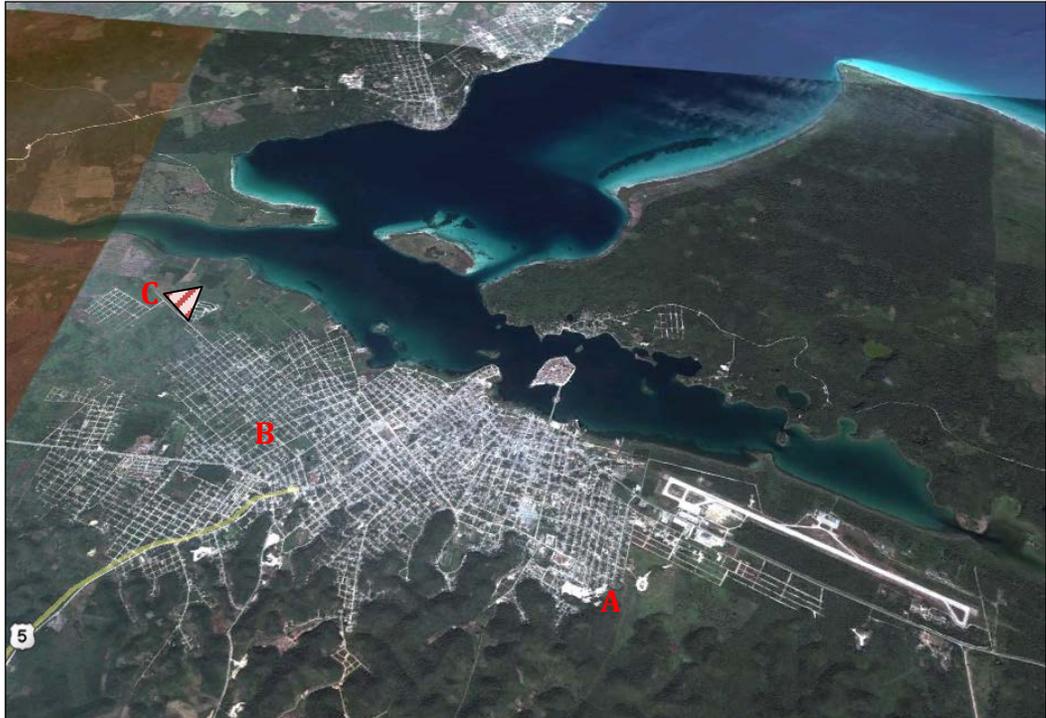
Reciben el efluente de lagunas facultativas y su tamaño y número depende de la calidad bacteriológica requerida en el efluente final. Son reservorios de poca profundidad, entre 1.00 m. y 1.50 m. Presentan menos estratificación vertical exhibiendo una buena oxigenación a través del día en todo su volumen.

5.3 UBICACIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA

Los municipios de Flores y San Benito son parte del área central de Petén y específicamente conforman el área con mayor concentración urbana de la región.

Departamento	Peten
Municipio	San Benito y Flores

MAPA 2. Ubicación Político-Administrativa.



A	Santa Elena / Flores
B	San Benito
C	Área de Construcción de la PTAR Fase II

Fuente: DIBASA.

COORDENADAS GEOGRAFICAS

16° 55'	N
51.21"	
89° 55'	O
52.97"	

COORDENADAS UTM

933557.68	X
1876420.89	Y
HUSO	15

VIAS DE ACCESO

ACCESO AL TERRENO Y PROYECTO ACTUAL INSTALADO

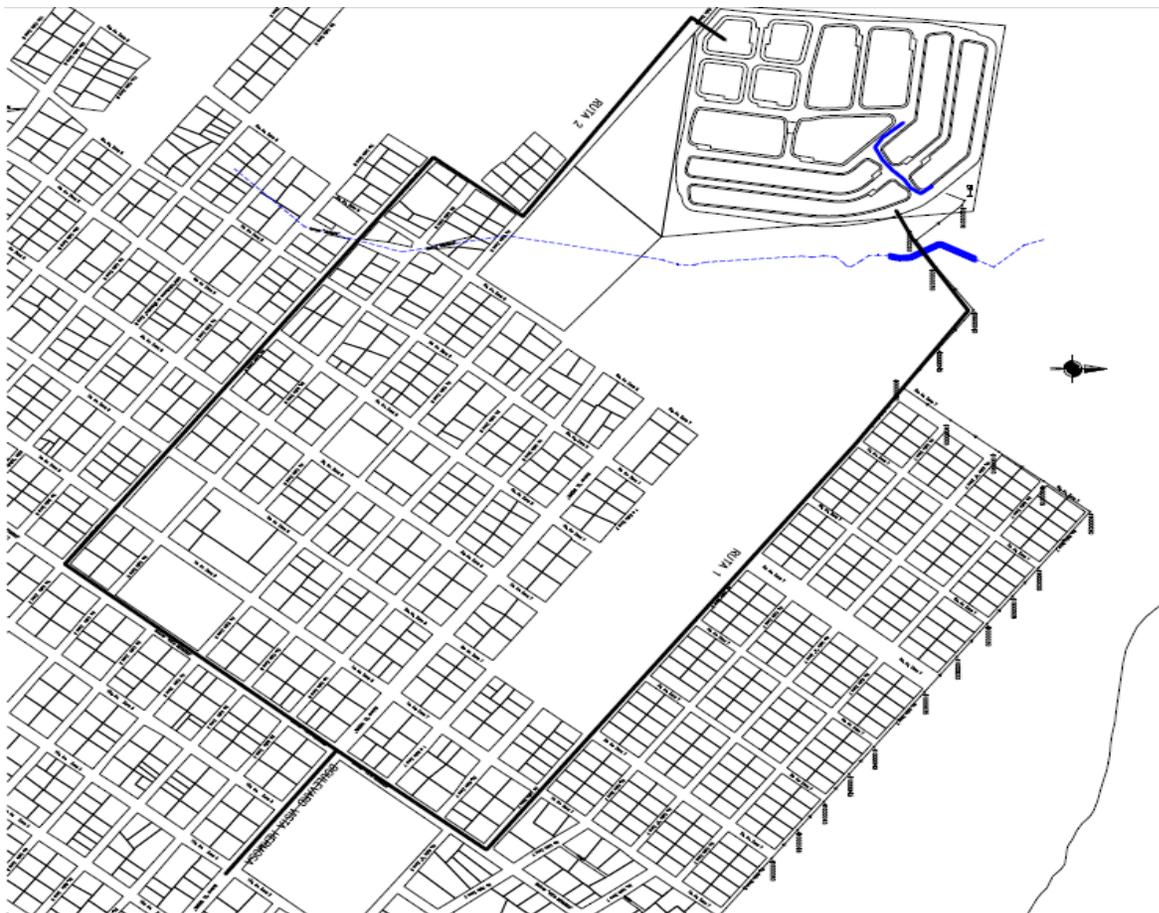
La principal vía de acceso desde ciudad de Guatemala es por la ruta CA-09 Norte, en el kilómetro 250 LI se encuentra la bifurcación hacia Petén (RN-14), la cual tiene una longitud de aproximadamente 250 kilómetros, hasta el cruce hacia San Benito, Petén, se cruza a la izquierda y se pasa por Santa Elena, una distancia aproximada de 8km. Al llegar a la municipalidad de San Benito se sigue aprox. 2 kilómetros hacia Barrio Vista Hermosa, al oeste sobre una calle de terracería hasta llegar a la actual PTAR.

ACCESO DE MAQUINARIA DURANTE LA CONSTRUCCION

Actualmente la calle que da acceso directo hacia la PTAR, se encuentra bloqueada por la falta de un puente pequeño que cruza un zanjón.

Por lo tanto se sugiere una ruta alterna por la cual podrá dar acceso a la maquinaria durante la etapa de construcción. Así mismo sugerimos que el constructor evalúe la ruta de acceso que más convenga, según el status de las vías de acceso al momento de la construcción. A continuación se presentan las dos posibles Rutas Propuestas.

MAPA 3. Ruta de Acceso Maquinaria, Etapa de Construcción



5.4 JUSTIFICACION TECNICA DEL PROYECTO

Debido a que la programación original del sistema de tratamiento contempla 3 fases de desarrollo, esta sería la segunda fase para ampliar la capacidad de tratamiento de las aguas residuales, la cual será desarrollada en conjunto con la ampliación de la red de drenajes, llegando a cubrir un 70% de la población total del área central, aunque no todos los usuarios se encuentran conectados a la red existe un fuerte movimiento y apoyo en obra civil por parte de las municipalidades para concretar estas conexiones lo cual elevaría el flujo de aguas residuales a ser tratado en los próximos años.

El proyecto, busca el cumplimiento de la reglamentación nacional y local vigente, donde se regula la obligatoriedad de cumplir con el tratamiento de las aguas residuales, dándoles un tratamiento adecuado; el proyecto como tal es parte de un programa integral de protección al Lago y su naturaleza es 100% medida de mitigación de protección contra la contaminación del lago Peten Itzá.

Es de suma importancia para la conservación del Lago Peten Itzá, la agilización e la construcción de esta segunda fase y que esta sirva como ejemplo para replicarlo en otras comunidades aledañas.

5.5 AREA ESTIMADA DEL PROYECTO

Para determinar el área del proyecto, se desarrollo un levantamiento topográfico del área disponible para la construcción, esta rectificación determino que se encuentran disponibles **5.3 hectáreas**.

La superficie total del polígono de las lagunas Fase I y la Nueva Fase II, es de 11 hectáreas.

5.6 ACTIVIDADES A REALIZAR

El presente documento contiene la Fase de Construcción y Operación de la Fase II del sistema de tratamiento de Aguas Residuales de San Benito Peten.

A continuación se detallan las actividades tanto constructivas como operativas.

TABLA 3. Cronograma de Construcción de la Obra

ACTIVIDADES DEL PROYECTO	MES																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Preconstrucción																		
Limpieza y desmonte	■																	
Campamento		■																
Construcción																		
Excavación y nivelación del terreno		■	■	■	■	■	■	■	■									
Uso de bancos de préstamo de material		■	■	■	■	■	■	■										
Habilitar botaderos de material		■	■	■	■	■	■	■										
Control de Derrames		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Uso de maquinaria y equipo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Acarreo de material		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Obras de drenaje		■	■	■	■	■	■	■	■									
Diseminación de material pétreo		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Manejo de desechos sólidos y líquidos		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Capacitación al personal		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Señalización		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Revegetación de áreas intervenidas		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Dotación de equipo de protección personal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Prevención de accidentes e incendios	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Operación																		
Alteración en los patrones de tránsito																	■	■
Reducción de Emisiones			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mantenimiento preventivo y correctivo																	■	■
Desarrollo económico y rural			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

PRE-CONSTRUCCIÓN

Análisis y preparación del sitio: Consiste en la selección del lugar en el que se ejecutará la obra, basándose para ello en los planes de inversión y planos constructivos derivados del estudio de factibilidad.

Limpieza y desmonte: Consiste en el chapeo, tala, destronque, remoción y eliminación de toda clase de vegetación y desechos que estén dentro de los límites del derecho de vía, excepto la vegetación que sea designada para que permanezca en su lugar, la cual será definida por el ejecutor ambiental y aprobada por el supervisor ambiental.

Campamentos: Consiste en la instalación de un campamento temporal que funcionara durante la construcción del proyecto, el cual se divide en oficinas administrativas,

prefabricadas o en furgón, garita, comedor, taller, gasolinera, patio de maquinaria, bodegas de almacenamiento de materiales y de desechos clasificados como peligrosos, que en su mayoría son generados por el mantenimiento de equipo y maquinaria (aceite quemado, filtros, solventes, estopas contaminadas con lubricantes).

El campamento dispondrá de instalaciones necesarias como agua potable, servicios sanitarios, electricidad, medios de comunicación y clínica médica. Para la adecuada administración del campamento se deberá cumplir con las siguientes disposiciones:

- Queda prohibida la entrada a todo personal ajeno al campamento sin la debida autorización.
- Queda estrictamente prohibido introducir bebidas alcohólicas, drogas, armas de fuego o punzo-cortantes.
- Tener vigilancia las 24 horas del día.
- Contar con suficiente iluminación.
- Nombrar encargado de mantenimiento, cuya función es la de tener limpio, ordenado y en buen estado el funcionamiento de todos sus servicios.
- Habilitar un botiquín de primeros auxilios o clínica.
- Contar con extintores y equipo de emergencia
- Señalizar las salidas de emergencia en caso de algún incendio, terremoto y otros desastres, para lo cual deberán tomar en cuenta el plan de contingencia del presente informe.

CONSTRUCCIÓN

El proyecto comprende la construcción de 6 lagunas adicionales a las existentes con similares funciones, a) 2 lagunas anaeróbicas; b) 2 lagunas facultativas y c) 2 lagunas de maduración. Las dimensiones de las lagunas pueden ser evaluadas en los planos adjuntos.

Excavación y nivelación del terreno: Se define el corte como el material no clasificado que se excava dentro de los límites de construcción, para utilizarlo en la construcción de terraplenes, dentro de dichos límites. Para la realización del relleno en general, se ordenará y clasificará el material, compactándolo hasta lograr las especificaciones previstas para tal fin.

La nivelación consiste en el movimiento de material, dejando el terreno al nivel establecido y sobre el alineamiento aprobado para la ejecución del proyecto.

En áreas donde será necesario realizar un relleno se dejará al nivel y posteriormente se compacta según los requerimientos del diseño y la supervisión del proyecto.

Explotación de bancos de préstamo de materiales: De estos bancos se extraerán agregados como piedra, piedrín y arcilla. Para su explotación, en algunos casos deberán realizarse actividades complementarias, como: caminos de acceso, eliminación de la vegetación, capa de materia orgánica, basura, arcilla, y piedras mayores.

El contratista de acuerdo a los requerimientos de las Especificaciones Generales para Fase II Planta de Tratamiento de Aguas, seleccionará los bancos que considere necesarios para cubrir la demanda de material, la selección del banco(s) deberá ser realizada con la asesoría

del ejecutor ambiental y la aprobación del supervisor ambiental y del ingeniero civil delegado residente.

Habilitar botaderos de material de desperdicio: Uso de terrenos cuya topografía permite su utilización para depositar material de limpieza, excavaciones y demoliciones. En este caso se recomienda utilizar los basureros con previa aprobación de las autoridades municipales y ambientales con el fin de aprovechar el terreno y cubrir los desechos que brindan un impacto negativo al paisaje y al suelo.

Acarreo de material: Esta actividad se llevara a cabo con camiones de acarreo con capacidad de 12 m³, los cuales utilizaran un sistema de descarga hidráulica.

Obras de drenaje: Se harán antes de realizar el reacondicionamiento y mejoramiento de la Subrasante y consistirá en la rehabilitación o construcción de alcantarillas, cunetas, sub-drenajes, drenajes laterales y torrenteras, que servirán para evacuar aguas superficiales, aguas profundas, drenaje de taludes o captar el agua sobre la corona o taludes y su actividad principal el transporte de las aguas residuales a las diferentes lagunas de tratamiento.

Diseminación de material pétreo: A continuación se especifica cada paso que conlleva esta actividad, de ser necesaria para establecer los accesos internos de la planta y el acceso externo hacia la misma. Esta actividad deberá ser presupuestada y consensuada con los actores involucrados en el financiamiento y desarrollo.

Reacondicionamiento de subrasante: Esta operación consiste en escarificar, homogenizar, mezclar, uniformizar, conformar y compactar la subrasante de una carretera previamente construida, efectuando cortes y rellenos, no mayores de 20 cm. de espesor.

Colocación de la capa sub-base: Consiste en el tendido, humedecimiento, mezcla, conformación y compactación del material sub-base.

Colocación de la capa base: Es el tendido, mezcla, humedecimiento, conformación y compactación del material clasificado.

Accidentes durante la construcción: Los accidentes son actividades no deseadas que serán prevenidas y atendidas por la empresa constructora.

Capacitación al personal: La empresa constructora elaborara e implementara un programa de capacitación para todo su personal con el fin de reducir accidentes y prevenir impactos ambientales.

Señalización: Constituida por monumentos y marcas de tráfico (material termoplástico o pintados), señales de tránsito horizontal (rótulos pintados en postes y planchas de metal o concreto), que sirven para control del tráfico e indicación de diferentes áreas de trabajo y operación.

Generación de mano de obra: Como consecuencia de los trabajos de construcción de la planta se generarán empleos a todo nivel, tanto para mano de obra calificada como para la no calificada.

Tratamiento de aguas servidas: Las aguas de desecho que serán tratadas, que se vierten desde los servicios sanitarios y aguas de desecho de usos domésticos, generadas en las duchas, cocinas, etc.

Las aguas servidas se recolectarán mediante un sistema de tubería de recolección y se canalizarán hasta las lagunas de tratamiento apropiados para su posterior disposición una vez que se logren los niveles permisibles por la legislación ambiental guatemalteca.

Revegetación de áreas intervenidas: La reconfirmación de dichas áreas incluye: limpieza del área, colocación de una capa de suelo y materia orgánica y por último la compactación del material o tratamiento adecuado para su revegetación o reforestación, según sea el caso. La revegetación incluye: la restauración o recuperación de áreas intervenidas que necesiten de prácticas de reforestación o regeneración vegetal, creando una barrera viva en todo el perímetro del terreno donde está ubicada la Planta de Tratamiento, para lo cual se usaran necesariamente, plántones y/o semillas seleccionadas propias de los bosques del área. Las especies seleccionadas para la revegetación deberán ser plantas nativas y que estén presentes en el área para evitar que nuevas especies desplacen a las de la zona. Es importante solicitar el apoyo a la unidad local de CONAP e INAB, solicitar la posible donación de plantas.

Control de emisiones atmosféricas: El control de emisiones a la atmósfera deberá ejercerse en: funcionamiento de maquinaria pesada y vehículos y lagunas anaeróbicas y tratamiento de lodos.

Dotación de equipo de protección personal: El contratista está obligado a dotar del equipo de protección personal a todos los trabajadores que laboran en el proyecto, el cual consiste en cascos, botas con punta de acero, mascarillas para polvo y gases, anteojos para la vista.

Prevención de accidentes y protección contra incendios: La responsabilidad en cuanto a la salud y la seguridad será compartida por el contratista y cada uno de los empleados. El constructor y el operador de la planta deberán contar con botiquín y capacitación de primeros auxilios.

Cada instalación deberá tener capacidad para responder inmediatamente a una emergencia, cuando el personal se encuentre en ella, utilizando el equipo adecuado para el control y propagación de incendios.

USO DE MAQUINARIA Y EQUIPO

Esta actividad conlleva el traslado de toda la maquinaria al lugar en donde se ejecutará el proyecto. Además del funcionamiento de maquinaria para la nivelación del terreno y remoción de estructuras dentro del terreno si fuere necesario.

El equipo y maquinaria que se empleará en las distintas fases de construcción y operación, como mínimo es: Motoniveladoras, camiones de volteo, escarificadoras, estabilizadoras, regadoras, compactadoras (sheepfoot), esparcidora y conformadora, mezcladora pulverizadora, dosificadora-mezcladora, compactador de llantas neumáticas, tanque distribuidor de asfalto a presión, maquina pavimentadora, etc., toda esta maquinaria requiere de lubricantes y servicios, la misma por su naturaleza son generadoras de ruido, emisiones de monóxido de carbono (CO) y polvo.

Herramientas

- Piochas.
- Palas.
- Azadones.
- Barretas.
- Cobas.

Equipo

- Mezcladoras para concreto.
- Vibradores para concreto.
- Amoladoras.
- Marcos de andamio de metal.
- Escaleras de metal.
- Puntales de metal.
- Formaletas.
- Arrastres Terminadores.
- Sisadores metálicos.
- Bomba aspersora.

Inventario y manejo de sustancias tóxicas y peligrosas

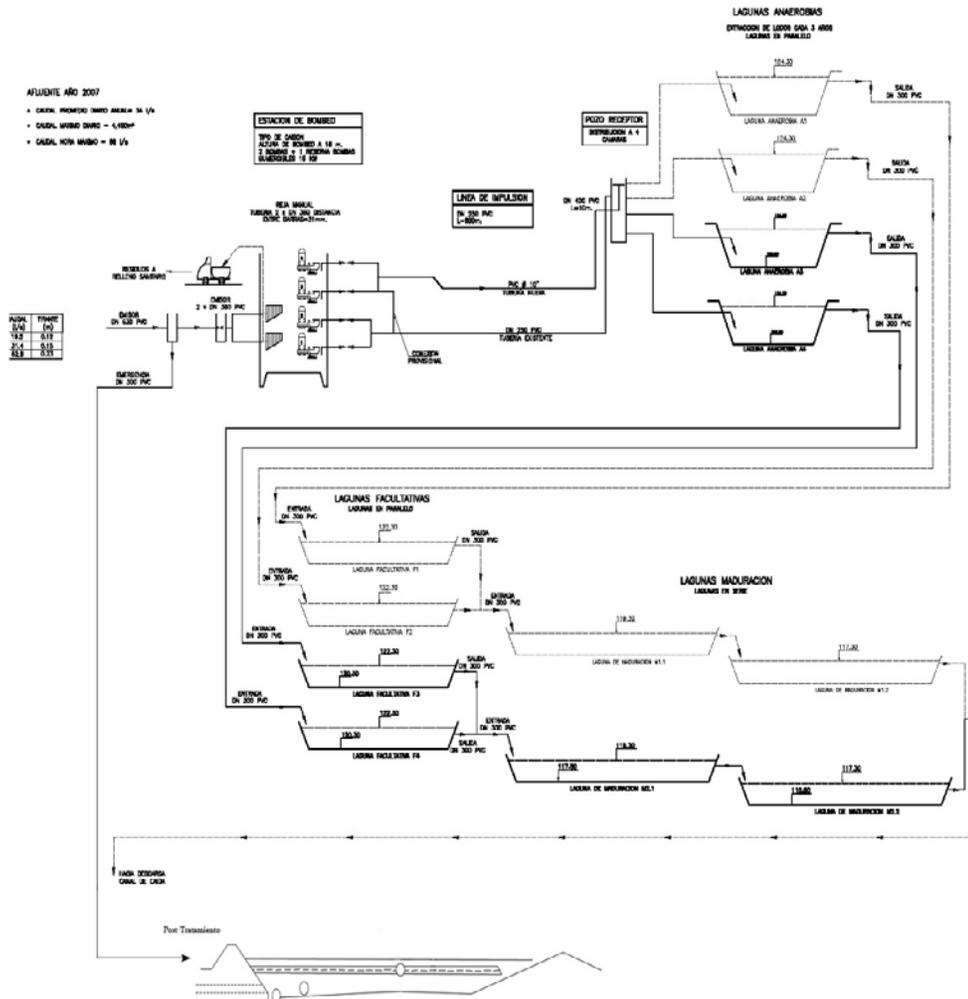
No se manejará alguna sustancia clasificada como tóxica o peligrosa.

MOVILIZACION DE TRANSPORTE Y FRECUENCIA DE MOVILIZACION

Se debe llevar un estricto control de la movilidad de la maquinaria y vehículos, los cuales deberán ser coordinados por el Supervisor de obra. Creando una bitácora de movilización diaria, donde conste, los datos del vehículo, personal que lo conduce y horario de ingreso y egreso al terreno de la plata.

Todo esto con fines de llevar un control estricto, de seguridad, para el personal, que labora en la fase I y este en etapa de construcción en la fase II.

FLUJOGRAMA 1. Fase de Operación.



FASE DE OPERACIÓN

Los principales impactos asociados a esta etapa están relacionados con el incremento del movimiento vehicular, la modificación temporal del paisaje.

Y por último el impacto benéfico social especialmente en la generación de mano de obra y mejora de la economía local.

Mantenimiento preventivo y correctivo: Esta es una actividad que se relaciona con la anteriormente descrita, ya que la alteración en los patrones de tráfico agilizará el deterioro de la carretera, para evitar esto será necesario aplicar el mantenimiento preventivo y correctivo en toda la ruta de manera periódica.

Derrames: El ejecutor ambiental elaborará un plan de acción para la contención de derrames de lubricantes y combustibles generados de algún accidente vial que será distribuido a las autoridades municipales, policiales, bomberos y zonas viales más cercanas.

Los sistemas de captación de dichos líquidos deberán ser diseñados previniendo que estos no sean descargados en aguas superficiales.

Reducción de emisiones: Con el fin de desarrollar un proyecto que aporte al manejo sostenible y a la reducción de emisiones que aportan retención de calor en la atmósfera con efectos de cambio climático, se ha considerado como una alternativa *la captación de biogás* del proceso de degradación de materia orgánica en las lagunas anaeróbicas, con la adaptación de las dos lagunas existentes de la fase I. Se evaluó dicha alternativa, determinando que no es viable la captación del mismo, ya que en el monitoreo realizado, se determinó que no es posible captarlo, a menos que se tapen las lagunas para retenerlo y poder captarlo de esta manera, si se llevara a cabo esta acción, las lagunas perderían su proceso natural de descomposición, por el aumento de calor en las mismas y habría pérdida de los microorganismos que ayudan en el proceso natural de las lagunas.

En el Anexo Estudio de Mercado se detalla a partir de la página No. 18, el **EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL POTENCIAL, CERTIFICADOS DE EMISIONES REDUCIDAS (CERS), O CRÉDITOS DE CARBONO**, donde se evaluó el proyecto como candidato para aprovechamiento de Biogás, en base al mismo se determinó que no es factible su aprovechamiento.

Uso de efluente: Como parte de la alternativa de construcción de pre tratamiento, lagunas y post tratamiento, se evaluó adaptar un área para realizar una o la combinación de las siguientes opciones de *post tratamiento*: humedales, lagunas de Jacinto o caña e irrigación de plantas ornamentales y forestales. La actividad está sujeta a realizarse solo si se obtiene el terreno aledaño o cercano a la planta para transportar el efluente y considerar la adaptación del pequeño caudal de la quebrada a la cual descarga actualmente el efluente.

Igualmente se desarrolló un documento de Uso del afluente y Efluente, en base a los análisis de Aguas Residuales realizados, en este se plasmaron las opciones antes mencionadas, se discutieron las opciones con el proponente y expertos en acompañamiento del PDPCRBM; en las que se discutieron los riesgos ambientales que representa la introducción de especies no propias de la región en una laguna de este tipo, que conducirá posteriormente su caudal hacia el cuerpo receptor Lago Petén Itza, con la alta posibilidad de conducir semillas hacia el mismo y provocar desequilibrio ecológico. El riesgo ambiental de implementar un Humedal es alto, por ello se determinó que este no es viable.

Otro punto que se evaluó con el tema del humedal, es la falta de espacio disponible en el terreno en cuestión.

Vida útil estimada del Proyecto

El tiempo de vida útil de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales será de 30 años, no obstante es importante indicar que una tercera fase será necesaria para cubrir la capacidad de tratamiento de toda la población del Área Central.

Programa de trabajo y calendarización

Se prevé que la obra de construcción se lleve a cabo en el término de 18 meses, sin embargo este programa no es definitivo. El cronograma de trabajo se detalla en la Tabla 1, al principio de este ítem 5.6

5.7 SERVICIOS BÁSICOS

Los principales servicios, para el personal que labora EN LA Fase I del proyecto y construirá la Fase II del mismo, deben contar con los servicios adecuados y bien proporcionados.

ABASTECIMIENTO DE AGUA

Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Flores- San Benito EMAPET.

La fuente de suministro de agua se considera que serán los ríos cercanos al área del proyecto, la misma se transportará en camiones cisternas (regadoras de agua) hacia los sitios donde sea necesaria, especialmente caminos temporales que afecten a poblaciones aledañas.

El agua potable será suministrada en garrafones a las áreas administrativas, operativas y frente de trabajo.

DRENAJE DE AGUAS SERVIDAS Y PLUVIALES

El proyecto, está proyectado, a dar servicio de Tratamiento de Aguas Residuales a las aguas conducidas por el drenaje Municipal de San Benito y Santa Elena.

Cuenta con una caseta con servicio sanitario para uso del personal de plantas.

ENERGIA ELECTRICA

En principio se empleará energía provista por DEORSA 220 V/trifásica/ 60 Hz. Ya se encuentra en marcha un pedido oficial de presupuesto. Actualmente no se cuenta con instalaciones de energía en los alrededores de la planta de tratamiento, se prevé crear un conjunto funcional de iluminación para casos de emergencia, en las instalaciones que se construirán.

VÍAS DE ACCESO

La principal vía de acceso desde ciudad de Guatemala es por la ruta CA-09 Norte, en el kilómetro 250 LI se encuentra la bifurcación hacia Petén (RN-14), la cual tiene una longitud de aproximadamente 250 kilómetros, hasta el cruce hacia San Benito, Petén, se cruza a la izquierda y se pasa por Santa Elena, una distancia aproximada de 8km. Al llegar a la municipalidad de San Benito se sigue aprox. 2 kilómetros hacia el oeste sobre una calle de terracería hasta llegar a la actual PTAR.

TRANSPORTE PÚBLICO

Servicio de Taxis o Tuc tuc. Buses, propios del Sector, aunque al sector de la planta no llega ninguna ruta específica.

MANO DE OBRA

La mano de obra requerida para la ejecución del proyecto se divide en mano de obra calificada y no calificada, la mano de obra calificada la integran: Ingenieros de diferentes disciplinas (Ing. Civil, Ing. Sanitarista, Ing. Ambiental, Ing. de Suelos, Topógrafo, laboratoristas de suelos, operadores de maquinaria pesada, asistentes y otros)

La mano de obra no calificada la integran peones, ayudantes de camión, albañiles, ayudantes de albañil, carpinteros y otros. Este rubro es uno de los más importantes del desarrollo del proyecto ya que provee empleo y desarrollo local. Un aspecto a considerar es la impermeabilización de las lagunas, lo cual requiere precisión y un equipo de trabajo amplio debido al tamaño de las lagunas, lo cual implica que la empresa que instale, no solo lleve su equipo con experiencia sino también contrate mano de obra local para aportar nuevos conocimientos como parte de la transferencia tecnológica que el proyecto debe fomentar.

Entre los materiales que se utilizarán para la realización del proyecto se encuentran: Cemento, material bituminoso, piedra bola triturada, concreto ciclópeo, material selecto y arcilloso, tuberías de diversos diámetros, hierro, madera, geomembrana y otros suministros y materiales de construcción.

La mayoría de los materiales provienen del territorio nacional, excepto el material impermeabilizante, el cual es importado.

Debido a la ubicación del proyecto, el daño a los recursos naturales es relativo, puesto que se realizaran cortes de material o rellenos y hay moderada vegetación dentro de la propiedad que se convertirá en la fase II y área de post tratamiento.

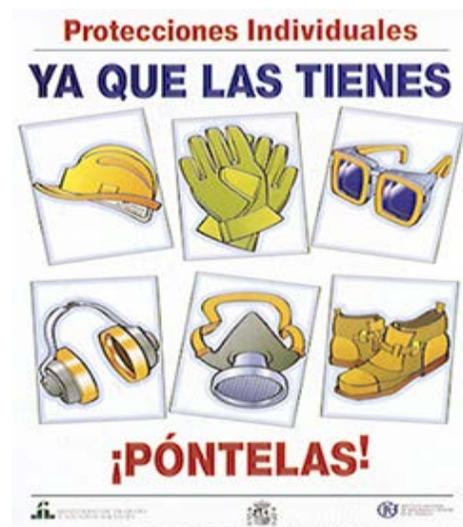
DURANTE CONSTRUCCIÓN

2 Ingenieros civiles a cargo de la obra.
1 encargado de obra o maestro de obras.
Aproximadamente 20 albañiles.

DURANTE LA OPERACIÓN

La planta cuenta con 8 empleados que están encargados del funcionamiento y control de los efluentes que entran y salen de la planta.

Durante las dos etapas Construcción y Operación, es importante que se realice una capacitación acerca del uso e importancia del uso del equipo de protección personal.



CAMPAMENTOS

Campamentos: Consiste en la instalación de un campamento temporal que funcionara durante la construcción del proyecto, el cual se divide en oficinas administrativas, prefabricadas o en furgón, garita, comedor, taller, gasolinera, patio de maquinaria, bodegas de almacenamiento de materiales y de desechos clasificados como peligrosos, que en su mayoría son generados por el mantenimiento de equipo y maquinaria (aceite quemado, filtros, solventes, estopas contaminadas con lubricantes).

El campamento dispondrá de instalaciones necesarias como agua potable, servicios sanitarios, electricidad, medios de comunicación y clínica médica. Para la adecuada administración del campamento se deberá cumplir con las siguientes disposiciones

- Queda prohibida la entrada a todo personal ajeno al campamento sin la debida autorización.
- Queda estrictamente prohibido introducir bebidas alcohólicas, drogas, armas de fuego o punzo-cortantes.
- Tener vigilancia las 24 horas del día.
- Contar con suficiente iluminación.
- Nombrar encargado de mantenimiento, cuya función es la de tener limpio, ordenado y en buen estado el funcionamiento de todos sus servicios.
- Habilitar un botiquín de primeros auxilios o clínica.
- Contar con extintores y equipo de emergencia
- Señalizar las salidas de emergencia en caso de algún incendio, terremoto y otros desastres, para lo cual deberán tomar en cuenta el plan de contingencia del presente informe.

Inventario y Manejo de Sustancias Químicas, Tóxicas y Peligrosas

En la planta de tratamiento no se manejan sustancia toxicas, por lo que no existe peligro de llegar a tener contacto con personas y con el medio ambiente

5.8 MANEJO Y DISPOSICION FINAL DE DESECHOS

Todos los materiales de desecho, generados serán llevados al botadero municipal, para su disposición final.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Desechos Sólidos, Líquidos (Drenajes) Y Gaseosos

Consiste en la recolección y adecuada disposición de desechos sólidos generados por las actividades que se desarrollan en los campamentos provisionales para personal durante la construcción.

Se utilizaran los servicios sanitarios instalados actualmente en la Fase I.

Desechos Tóxicos Peligrosos

Consiste en la identificación, recolección, almacenamiento, entrega, transporte, tratamiento, reciclaje y disposición final, de los desechos peligrosos generados durante el desarrollo de

las actividades del proyecto o instalaciones de la empresa constructora. Durante la etapa de Construcción no se generaran Desechos de este Tipo. No se prevé la existencia de Sustancias Toxicas durante esta etapa

Desechos Movimiento de Tierras

El constructor, deberá elaborar un plan de manejo de la tierra generada durante el movimiento de tierra. Ubicar por medio de la Municipalidad de San Benito un Botadero adecuado para trasladar y compactar el dicho desecho. Este plan deberá formar parte de los insumos del replanteo del constructor y del proceso de licencia de construcción por parte de EMAPET.

Cercano al proyecto se encuentra el Vertedero de San Benito, el cual es un lugar adecuado para la disposición del material producto del movimiento de tierra.



FOTOGRAFIA 6. Vertedero de San Benito

ETAPA DE OPERACIÓN

En la fase de operación, el objetivo de la planta de tratamiento es producir agua ya limpia (o efluente tratado) reutilizable y residuo sólido o fango también convenientes para los futuros propósitos o recursos.

Desechos Sólidos, Líquidos (Drenajes) Y Gaseosos

Líquidos. Para la disposición de los desechos líquidos y sólidos provenientes de los trabajadores del se cuenta con un sistema de baños instalado en la fase i del proyecto, el cual será objeto de mejoras, para cubrir la capacidad del personal que albergara la operación del mismo.

Afluente y Efluente. Para determinar el escenario esperado con la implementación de la Fase II y las posibles mejoras al Diseño de la Nueva Fase, se llevo a cabo un Estudio de Uso del Efluente y Afluente, de la fase actualmente instalada. *Ver Anexo " C "*, en base a ello y a los análisis realizados se determinaron los parámetros de diseño y mejoras de la Fase que presentamos en este documento.

Sólidos. Se instalaran contenedores de basura en las áreas de trabajo, los desechos serán recolectados una vez al día y acarreados a un depósito de mayor capacidad para su posterior traslado al vertedero municipal más cercano.

Lodos. Los sólidos que se remueven propiamente de las lagunas; se prevé implementar un sistema de tratamiento para los mismos, el cual no será en el sitio, se está trabajando en la posibilidad de reactivar el rellenos sanitario, cercano, que está inactivo actualmente, ya que

cuenta con instalaciones apropiadas para el adecuado manejo y secado de lodos así como área disponible. Esta materia orgánica, debe ser analizada, Físico Química, Microbiológica y Metales, para determinar su proceso y el rehusó que se le pueda dar; como Relleno, Abono u Otros. Ver PGA Capítulo No. 13

Desechos Tóxicos Peligrosos

NO APLICA.

5.9 CONCORDANCIA CON EL PLAN DE USO DE SUELO

El suelo de esa área está destinado para vegetación, por lo que no concuerda con el plan, y por lo mismo, más adelante se presentan medidas de mitigación para el recurso edáfico.

6. DESCRIPCION DEL MARCO LEGAL

6.1 CÓDIGO DE SALUD

CAPITULO IV: SALUD Y AMBIENTE SECCION I CALIDAD AMBIENTAL

ARTICULO 68. AMBIENTES SALUDABLES. El Ministerio de Salud, en colaboración con la Comisión Nacional del Medio Ambiente, las Municipalidades y la comunidad organizada, promoverán un ambiente saludable que favorezca el desarrollo pleno de los individuos, familias y comunidades.

ARTICULO 69. LIMITES DE EXPOSICION Y DE CALIDAD AMBIENTAL. El Ministerio de Salud y la Comisión Nacional del Medio Ambiente, establecerán los límites de exposición y de calidad ambiental permisibles a contaminantes ambientales, sean éstos de naturaleza química, física o biológica. Cuando los contaminantes sean de naturaleza radiactiva, el Ministerio de Salud, en coordinación con el Ministerio de Energía y Minas, establecerá los límites de exposición y calidad ambiental permisible. Asimismo determinará en el reglamento respectivo los períodos de trabajo del personal que labore en sitios expuestos a estos contaminantes.

ARTICULO 74. EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL Y SALUD. El Ministerio de Salud, la Comisión Nacional del Medio Ambiente y las Municipalidades, establecerán los criterios para la realización de estudios de evaluación de impacto ambiental, orientados a determinar las medidas de prevención y de mitigación necesarias, para reducir riesgos potenciales a la salud derivados de desequilibrios en la calidad ambiental, producto de la realización de obras o procesos de desarrollo industrial, urbanístico, agrícola, pecuario, turístico, forestal y pesquero.

6.2 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA

ARTÍCULO 48. MEDIO AMBIENTE Y EQUILIBRIO ECOLÓGICO. El estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictaran todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.

6.3 LEY DE PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE, DECRETO 68-86

ARTÍCULO 8. (REFORMADO POR EL DECRETO DEL LEGISLATIVO 1-93, Y MODIFICADO POR EL DECRETO 90-2000) establece que para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación de impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión de Medio Ambiente. El funcionario que omitiere exigir el estudio de Impacto Ambiental de conformidad con este Artículo, será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de Impacto Ambiental será sancionado con una multa de Q5,000.00 a Q 100,000.00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla.

6.4 CÓDIGO PENAL, DECRETO 33-96 REFORMAS AL CÓDIGO PENAL. ARTÍCULO 347 "A", CONTAMINACIÓN.

Será sancionado con prisión de uno a dos años y multa de trescientos a cinco mil quetzales, el que contamine el aire, el suelo o las aguas mediante emanaciones tóxicas, ruidos excesivos, vertiendo sustancias peligrosas o desechando productos que puedan perjudicar a las personas, a los animales, bosques o plantaciones. Si la contaminación se produce en forma culposa, se impondrá multa de doscientos a mil quetzales. Al Director, Administrador, Gerente, Titular o Beneficiario de una construcción industrial o actividad comercial que permitiere o autorizare, en el ejercicio de la actividad comercial o industrial, la contaminación del aire, el suelo o las aguas mediante emanaciones tóxicas, ruidos excesivos, vertiendo sustancias peligrosas o desechando productos que puedan perjudicar a las personas, a los animales, bosques o plantaciones. Si la contaminación fuere realizada en una población, o en sus inmediaciones, o afectare plantaciones o aguas destinadas al servicio público, se aumentará el doble del mínimo y un tercio del máximo de la pena de prisión.

6.5 ACUERDO GUBERNATIVO 236-2006. REGLAMENTO DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES Y DE LA DISPOSICION DE LODOS.

ARTICULO 5. ESTUDIO TECNICO. La persona individual o jurídica, pública o privado, responsable de generar o administrar aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas, que vierten estas o no a un cuerpo receptor o al alcantarillado público tendrán la obligación de preparar un estudio avalado por técnicos en la materia a efecto de caracterizar efluentes, descargas, aguas para reuso y lodos.

ARTICULO 7. RESGUARDO DEL ESTUDIO TECNICO: La persona individual o jurídica conservara el Estudio Técnico, manteniéndolo a disposición de las disposiciones de las autoridades del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales cuando se lo requieran por razones de seguimientos y evaluación.

ARTICULO 20 LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A CUERPOS RECEPTORES.

ARTICULO 38. OBLIGATORIEDAD. Todos los lodos producidos como consecuencia del tratamiento de aguas residuales que representen un riesgo para el ambiente y la salud y seguridad humana deben cumplir los límites máximos permisibles para su disposición final del presente Reglamento.

ARTICULO 39. APLICACIÓN. Los lodos que se regulan en el presente Reglamento son aquéllos generados por el tratamiento de aguas residuales de tipo ordinario o especial.

ARTICULO 40. TECNOLOGÍA Y SISTEMAS PARA EL TRATAMIENTO DE LODOS. Se permite el tratamiento de los lodos por medio de la tecnología o los sistemas que el ente generador considere más adecuados a sus condiciones particulares, incluyendo la incineración a temperaturas mayores de mil quinientos grados Celsius.

6.6 ACUERDO GUBERNATIVO 431-2007. REGLAMENTO DE EVALUACION, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL.**TITULO III SISTEMA DE EVALUACION AMBIENTAL, ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES DE SUS COMPONENTES.**

ARTICULO 4. SISTEMA DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL. Se establece el Sistema de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, en adelante "Sistema", como el conjunto de entidades, procedimientos e instrumentos técnicos y operativos cuya organización permite el desarrollo de los procesos de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental de los proyectos, obras, industrias o actividades que, por sus características, pueden producir deterioro a los recursos naturales, renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional.

6.7 REGLAMENTO DE LA EMPRESA MUNICIPAL DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE FLORES Y SAN BENITO, DEPARTAMENTO DE PETEN / MODIFICACIÓN AL REGLAMENTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE ALCANTARILLADO DE LAS MUNICIPALIDADES DE FLORES Y SAN BENITO, DEPARTAMENTO DE PETEN.

ARTICULO 8: REQUISITOS PARA LOTIFICACIONES, URBANIZACIONES Y VIVIENDAS UNIFAMILIARES.

Requisitos: Para todo proyecto particular o público de construcciones de viviendas unifamiliares, lotificaciones y/o urbanizaciones sujeto a aprobación municipal, los correspondientes diseños de obras de agua potable, alcantarillado sanitario y drenaje pluvial deben ser sometidos a consideración y revisión técnica de EMAPET; y sin cuya aprobación no podrá otorgársele el correspondiente permiso; dicho permiso constituye requisito indispensable para el trámite de la licencia de construcción.

TITULO III ALCANTARILLADO SANITARIO

CAPITULO I: PRESTACIÓN DEL SERVICIO

ARTICULO 28: OBLIGATORIEDAD DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO. EMAPET prestará el servicio de alcantarillado sanitario cuando legal y técnicamente sea factible.

ARTICULO 29: CONEXIÓN AL SERVICIO DE ALCANTARILLADO SANITARIO. En las zonas donde exista red de alcantarillado sanitario, será obligatorio que cada inmueble se conecte al servicio, para lo cual EMAPET hará los trabajos necesarios para hacer la conexión domiciliar debiendo el usuario pagar previamente las tasas correspondientes.

ARTICULO 33: RESPONSABILIDAD DE EMAPET. El mantenimiento de la conexión domiciliar, el sistema de recolección y del tratamiento de las aguas servidas recolectadas cumpliendo normas sanitarias es responsabilidad de EMAPET.

ARTICULO 34: FOSAS SÉPTICAS. En las zonas habitadas que cuenten con servicio de agua potable y donde exista red de alcantarillado sanitario para ingerir las aguas servidas, se prohíbe la construcción de fosas sépticas con sistemas de absorción y de cajas de absorción y las existentes deben eliminarse al construir la red intradomiciliar que será autorizada por EMAPET. En las zonas habitadas que cuenten con servicio de agua potable y donde no exista red de alcantarillado para ingerir las aguas servidas, éstas se dispondrán, en cada inmueble o grupo de inmuebles en una fosa séptica y su correspondiente pozo de absorción u otro medio de tratamiento aprobado única y exclusivamente por EMAPET.

ARTICULO 35: PRETRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES Y PELIGROSAS. Antes de disponer las aguas residuales industriales y/o peligrosas en la red municipal de alcantarillado sanitario, cuando éste exista o en cualquier otro caso, deberán ser sometidas a cuenta del propietario del inmueble o del dueño del negocio en su caso, a un pre-tratamiento adecuado y tanto éste como la disposición final, y aprobados por

EMAPET, de conformidad con las normas sanitarias y ambientales así como las ordenanzas municipales vigentes.

CAPITULO II: PROHIBICIONES

ARTICULO 41: AGUAS DE LLUVIA. Queda terminantemente prohibida la ingerida de aguas de lluvia al sistema de alcantarillado sanitario, debiendo cada vivienda tener separadas las correspondientes tuberías de aguas de lluvia y de aguas residuales por medio de sistemas separativos. El desfogue de las aguas de lluvia podrá hacerse de forma adecuada al frente de las viviendas o en los lugares que las pendientes del terreno lo permitan, debiendo el usuario contar con la autorización de la respectiva Municipalidad.

ARTICULO 42: USO DE FOSAS SÉPTICAS Y SISTEMAS DE ABSORCIÓN. Queda prohibido el uso de fosas sépticas y pozos de absorción y otros sistemas de absorción donde exista red de alcantarillado sanitario.

ARTÍCULO 47: CARACTERÍSTICAS DEL AFLUENTE. La introducción de aguas residuales comunes o de industria, al sistema de alcantarillado sanitario, que excedan las características físico-químicas y bacteriológicas, establecidas para las aguas residuales comunes, quedan prohibidas, debiéndose aplicar en estos casos pretratamientos de las aguas, que serán autorizados y verificados por EMAPET.

ARTÍCULO 48: OTRAS PROHIBICIONES. Queda terminante prohibido:

- a) Descargar aguas de lluvia al sistema de alcantarillado sanitario.
- b) Descargar al sistema de alcantarillado sanitario sin tratamiento previo aprobado por EMAPET aguas usadas en ciertos procesos industriales o aquellas aguas catalogadas por el presente Reglamento como peligrosas, que polucionen o contaminen el agua o que puedan ocasionar un daño a la salud humana o el ambiente. Hacer disoluciones en las descargas industriales con el objeto de variar la calidad de las descargas y evitar el pretratamiento.
- c) Descargar aguas servidas sin tratamiento al lago; o a cualquier otro cuerpo hídrico y al suelo en los casos en que exista sistema de alcantarillado sanitario.
- d) Descargar aguas servidas a cualquier zanjón, cuneta, vía pública o río.
- e) Verter grasas y aceites provenientes de garajes, talleres de mecánica, gasolineras, plantas industriales al sistema de alcantarillado sanitario.
- f) Verter alquitranes y aceites vegetales o minerales y sus derivados, al sistema de alcantarillado sanitario.

7. MONTO GLOBAL DE LA INVERSIÓN

La inversión global asciende aproximadamente a un total de **Q. 48, 298, 306.46**

El proyecto es una Medida de Mitigación Perse, y se calcula que un 5% de esta inversión será destinado para la aplicación de las medidas de Mitigación durante la Construcción de la planta.

Monto para medidas de mitigación **Q 2, 414, 915.00**

PRESUPUESTO INTEGRADO DEL PROYECTO

REGION DE TRABAJO	CANTIDAD	UNIDAD	C. UNITARIO	C. TOTAL
TRABAJOS PRELIMINARES				
LIMPIA, CHAPEO Y DESTRONQUE	54,300.00	M2	Q 11.05	Q 600,015.00
LIMPIEZA DE CAPA VEGETAL	15,204.00	M3	Q 55.20	Q 839,260.80
MURO PERIMETRAL, INGRESO Y ARBOLES				
MURO PERIMETRAL NORTE Y OESTE (MALLA)	697.00	M	Q 787.67	Q 549,005.99
MURO PERIMETRAL SUR Y ESTE (SOLIDO)	732.00	M	Q 964.60	Q 706,087.20
PORTON DE ACCESO	1.00	UN	Q 4,603.88	Q 4,603.88
BARRERA VIVA DE ARBOLES	1,429.00	UN	Q 47.21	Q 67,463.09
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
CORTE CARGA Y ACARREO	193,148.90	M3	Q 34.54	Q 6,671,363.01
DISPOSICION EN VERTEDERO	122,198.82	M3	Q 69.01	Q 8,432,940.49
COMPACTACION DEL FONDO DE LAGUNAS	4,413.12	M3	Q 289.81	Q 1,278,966.31
RELLENO Y COMPACTADO DE VANOS PARA MUROS (POST LEVANTADO)	16,966.75	M3	Q 124.19	Q 2,107,100.68
MUROS DE CONTENCION LAGUNAS				
MUROS CONTENCION LAGUNAS PRIMARIAS	624.00	M	Q 8,218.56	Q 5,128,381.44
MUROS CONTENCION LAGUNAS SECUNDARIAS	604.00	M	Q 7,595.85	Q 4,587,893.40
MUROS CONTENCION LAGUNAS TERCARIAS	598.00	M	Q 5,457.15	Q 3,263,376.12
TALUDES DE LAGUNAS				
CONFORMACION Y COMPACTACION DE TALUDES	33,711.88	M3	Q 124.19	Q 4,186,678.38
U REFUERZO DE BASE PARA TALUDES LAGUNAS	1,324.00	M	Q 220.17	Q 291,505.08
REPELLO DE TALUD LAGUNAS PRIMARIAS	624.00	M	Q 2,097.17	Q 1,308,634.08
REPELLO DE TALUD LAGUNAS SECUNDARIAS	604.00	M	Q 1,408.29	Q 850,607.16
REPELLO DE TALUD LAGUNAS TERCARIAS	598.00	M	Q 1,178.06	Q 704,479.88
INSTALACIONES HIDRAULICAS				
CAJAS DE ENTRADA A LAGUNAS	6.00	U	Q 5,426.28	Q 32,557.68
CAJAS DE SALIDA DE LAGUNAS	6.00	U	Q 5,481.24	Q 32,887.44
SISTEMA DE DRENAJE LAGUNAS PRIMARIAS	2.00	U	Q 29,476.08	Q 58,952.16
SISTEMA DE DRENAJE LAGUNAS SECUNDARIAS	2.00	U	Q 16,837.04	Q 33,674.08
SISTEMA DE DRENAJE LAGUNAS TERCARIAS	2.00	U	Q 6,232.57	Q 12,465.14
POZOS DE VISITA	3.00	U	Q 32,062.59	Q 96,187.77
TUBERIA E INTERCONEXIONES	486.00	M	Q 640.53	Q 311,297.58
GEOMEMBRANAS PARA LAGUNAS				
GEOMEMBRANA DE TALUDES LAGUNAS	17,173.78	M2	Q 129.46	Q 2,223,317.56
GEOMEMBRANA LAGUNAS PRIMARIAS	4,887.84	M2	Q 129.46	Q 632,779.77
GEOMEMBRANA LAGUNAS SECUNDARIAS	6,136.32	M2	Q 129.46	Q 794,407.99
GEOMEMBRANA LAGUNAS TERCARIAS	6,628.00	M2	Q 129.46	Q 858,060.88
EQUIPO E INSTALACIONES DE BOMBEO DE AGUA				
EQUIPO DE BOMBEO	2.00	U	Q 265,788.01	Q 531,576.02
INSTALACION TUBERIA HASTA DERIVADOR DE CAUDAL	586.00	M	Q 241.51	Q 141,524.86
TRABAJOS FINALES				
ROTULOS DE SEGURIDAD	36.00	U	Q 434.71	Q 15,649.56
BOMBEO DE AGUA A LAGUNAS PARA PRUEBAS	122,200.00	M3	Q 7.73	Q 944,606.00
GRAN TOTAL				Q 48,298,306.46

8. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO

8.1 GEOLOGÍA

La zona de influencia está incluida en la Región Fisiográfica conocida como Cinturón Plegado del Lacandón o Arco La Libertad, resultado de plegamientos en intervalos cortos, con pequeños cerros redondeados de origen calcáreo. Los estratos de esta región son de roca caliza y dolomitas; sobre ellos se desarrolla una topografía típica de Kárst. La zona de influencia también presenta macizos montañosos (Montañas Mayas).

Las formaciones geológicas predominantes corresponden a los períodos cretácico y terciario¹. Las partes bajas de topografía suave, contienen sedimentos elásticos marinos e incluye esquistos arcillosos de consistencia arenosa o legamosa con ínter especificaciones calcáreas ocasionales. Las partes más altas de topografía agreste son probables combinaciones de calizas, dolomitas y conglomerados en las zonas kársticas menos desarrolladas y calizas más duras, en donde éste es más intenso. El paisaje kárstico y sus formas son debido a la acción climática tropical sobre roca caliza y dolomitas densas, con gran cantidad de juntas, fracturamientos y diaclasas. Estos procesos son afectados por variaciones micro climáticas, estratificación, composición de las rocas calizas y dolomitas y la acción de los ácidos orgánicos del bosque característico de la zona de vida.

El tipo representativo de Kárst es el denominado Cónico, en el cual hay mogotes, sumideros (siguanes) y depresiones cónicas alternándose armónicamente para configurar topografía ondulada-quebrada, con pendientes superiores a 30% en los mogotes y entre 4 y 16% en las llanuras kársticas.

Regiones fisiográficas:

Montañas mayas:

Las fallas geológicas han originado la formación de la Región Fisiográfica de las Montañas Mayas, localizada en el margen este del Petén. Aquí la estructura es un mega bloque emergido del relieve circundante (horst). El bloque en sí, está compuesto de rocas graníticas y metamórficas expuestas.

Cinturón plegado del lacandón:

Conocida como Arco la Libertad², es el resultado de plegamientos de corto intervalo y gran frecuencia que se perciben mejor en la tierra del Lacandón, formando un arco cóncavo hacia las Montañas Mayas en el este, de roca caliza y dolomitas.

Desarrollados sobre estos estratos y dando homogeneidad a la región, con topografía que da apariencia agreste al área, aunque las características reales tienen poco relieve. La red de drenaje superficial es incompleta y desintegrada.

¹ Instituto Geográfico Nacional, Atlas Nacional de Guatemala. Op. Cit

² Instituto Geográfico Nacional, Formas de la Tierra, Atlas Nacional de Guatemala.... Op. Cit.

Morfología superficial:

El paisaje kárstico debido a los procesos de solución y corrección que determinaron un relieve predominantemente ondulado y quebrado, influenciado por las Montañas Mayas asentadas dentro de este tipo de suelo. Este sistema ocupa una gran parte de los suelos del departamento e influye en la topografía existente. Se observa en los cerros afloramientos de roca caliza y áreas que han sido deforestadas e incorporadas a la agricultura y ganadería. Este terreno carretero posee una topografía que va de quebrada a ondulada desarrollándose la mayor parte del proyecto en suelos de topografía relativamente plana.

8.2 ASPECTOS GEOLÓGICOS REGIONALES

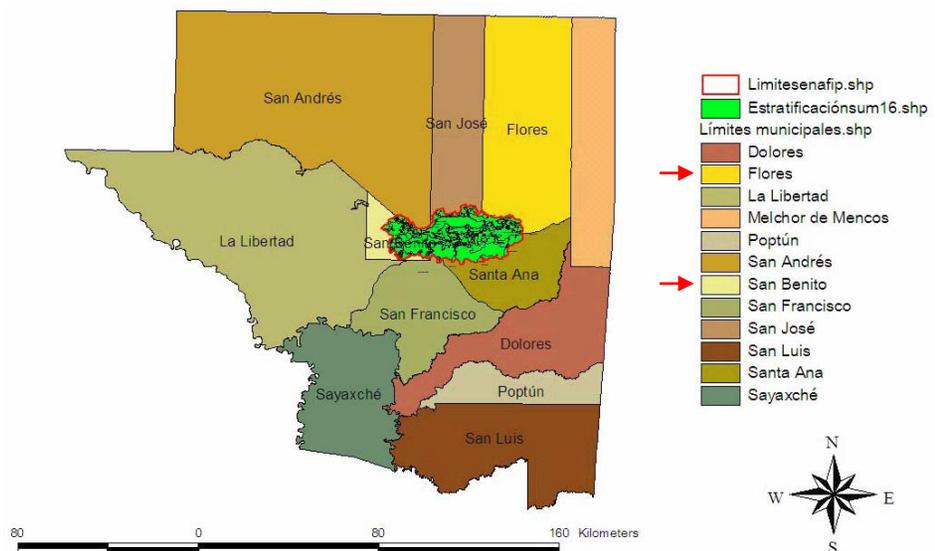
El departamento de Petén se encuentra situado en la región Norte de Guatemala. Limita al Norte con los Estados Unidos Mexicanos (México); al Sur con los departamentos de Izabal y Alta Verapaz; al Este con Belice; y al Oeste con los Estados Unidos Mexicanos. La cabecera departamental se encuentra aproximadamente a 506 km de la Ciudad Capital.

ASPECTOS GEOLÓGICOS LOCALES

La geología regional de la zona indica que la cuenca tiene características kársticas lo que normalmente sugiere un ambiente hidrogeológico complejo.

posee suelos formados en alto porcentaje por Aluviones Cuaternarios, Eocenos, Paleoceno Eoceno, Cretácico, y la presencia de varias fallas, que provocan los movimientos telúricos. Desde el punto de vista geológico, el departamento comprende varias cuencas marinas sedimentarais, dentro de las cuales se depositaron desde fines de la Era Paleozoica hace más del 200 millones de años, grandes espesores de rocas sedimentarias que hoy día componen el subsuelo de dicha región.

Dentro de las rocas que afloran en la superficie se encuentran específicamente profundas rocas calizas que corresponden al período cretáceo y que se originaron hace aproximadamente 100 millones de años.

**MAPA 4. Geología.**

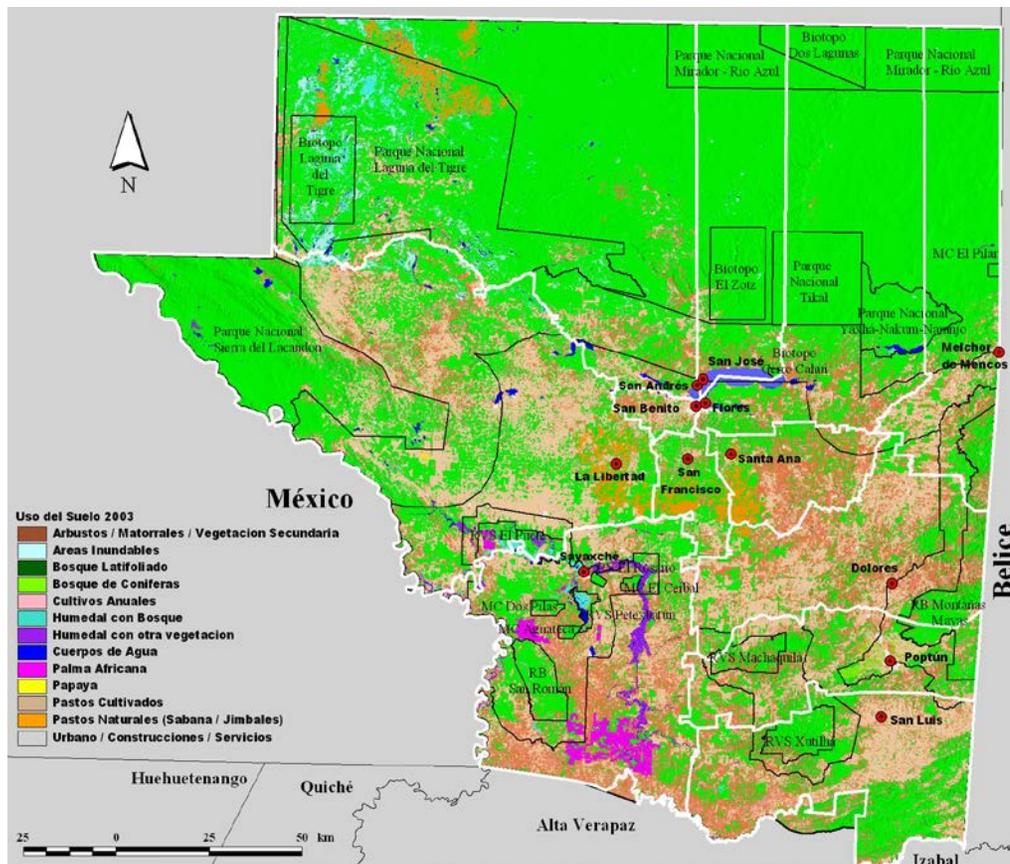
8.3 SUELOS

Para una mayor comprensión de la distribución y clasificación de los suelos, se pueden agrupar en seis clases:

- **Lomas Kársticas:** conformadas por Karts cónico sumamente quebrado, propios del Cinturón Plegado del Lacandón y de las estribaciones de las Montañas Maya. Se localiza la serie Cuxú que se desarrolló sobre rocas calizas suaves y la serie Chacalté en zonas de Karts Cónico. Aproximadamente cubren 7000 Km. Cuadrados en conjunto.
- **Áreas de Karts Aplanado:** desarrollados en zonas de karts fuertemente erosionado, pertenecen a la serie Chocop, Machaquila, Quinil, Sacluc y Zotz; los suelos son arcillados con drenaje lento en las partes bajas y están compuestos de residuos de caliza. Los suelos de Quinil y Zotz se encuentran entre los más fértiles del departamento. Aproximadamente cubren una extensión de 7800 km².
- **Terrazas y planicies kársticas:** se encuentran asociadas a las terrazas y planicies de roca caliza y a las lomas kársticas. Cubren más de 8000 kms². Existen tres series: Joljá, Yaxhá y Uaxactún. La serie Joljá, se ha desarrollado en relieve plano o ligeramente ondulado, la mayoría del calcio ha sido lavado en las áreas llanas. La serie Yaxhá, es la mayor extensión en el departamento; está compuesto de suelo negro, arcilloso, rico en materia orgánica. La serie Uaxactún, contiene suelos rocosos y poco profundos, sensibles a la erosión y a la sequía.
- **Lomas Esquitosas:** éstas pertenecen a la serie Ixbobó y Guapaca; se desarrollan sobre esquistos calcáreos en relieve menos quebrado. Estas áreas se encuentran densamente ocupadas por los agricultores y presentan una topografía ligeramente ondulada en la parte alta de la cuenca del río la Pasión, especialmente los de la serie Guapaca.
- **Sabanas:** se encuentran en Petén dos tipos de sabanas: las sabanas del norte, que presentan suelos llanos, arcillosos-limosos, desarrollados sobre suelos calizos. En este tipo se incluyen la serie Chachaclún y Exkikil, ambas series contemplan suelos ácidos, impropios para la agricultura y utilizados para ganadería extensiva. El otro tipo de sabanas son las denominadas de Pino, se desarrollan sobre suelos francoarcillosos bien drenados, al cual pertenecen la serie Poptún, Suchachín y Machaquilá.
- **Planicies Aluviales:** este grupo se ha desarrollado en la planicie baja interior del Petén, a lo largo de los ríos la Pasión, Usumacinta, y de sus afluentes y en la cuenca del Río Mopán. A este grupo pertenecen las series Petexbatún y Usumacinta, cubriendo alrededor de 400 kilómetros, son suelos arcillosos y mal drenados. La otra serie es la de Mopán y Surstún, que ocupa aproximadamente más de 2000 kms²; son suelos fértiles, pero la falta de drenaje y la adhesividad limitan su uso agrícola.

- Bajos:** el último grupo comprende los suelos desarrollados en las depresiones llamados bajos. Estas depresiones se encuentran inundadas durante parte del año, al cual pertenecen la serie Bolón, Macanché, Saipuy y Yaloch, cubriendo alrededor de 6700 kilómetros cuadrados, principalmente en la parte norte del departamento. Los suelos de Bolón, por su acidez y pobreza en nutrientes y los suelos Saipuy, por su drenaje muy lento, no se prestan a ningún uso económico en las condiciones actuales. Los suelos Yaloch presentan una mayor fertilidad y los suelos Macanché comprenden suelos con mejor drenaje, en relieve ondulado y tierra fértil, utilizados para la siembra de milpa.

MAPA 5. Uso de Suelos.



Análisis del Suelo del Proyecto

Se llevo a cabo un estudio de suelos del proyecto, en el cual se determino las siguientes que; se puede cimentar sobre el terreno estudiado cuando se cumpla y cuando se utilice lo aquí en estas recomendaciones:

- Capacidad de carga máxima del suelo
 $q_a = 20 \text{ T/m}^2$, en el 2do. Estrato a 1.20 m. O de acuerdo al criterio del Ingeniero Estructural

- Aceleración sísmica de ($A_0=0.15g$ y $A_f =0.015g$) de la aceleración de la gravedad para las condiciones de diseño imperantes.
- Perfil del Suelo S_2 donde ($T_A=0.40$ y $T_f=0.60$)
- El factor de seguridad a utilizar es de 2.5
- La expansión u hinchamiento del segundo estrato, formado arcillas calizas con poco limo llega al rango de 13.4%
- Los límites de atterber, tienen valores de límite Líquido de 46 e índice de plasticidad de 31, los cuales son de plasticidad alta.
- Se estiman asentamientos de 0.07 mt. Parte alta y de 0.12 en partes bajas donde se encontró saturaciones, Con cargas de 5 ton/m² para las lagunas.
- No se encontró nivel freático, solamente en las perforaciones 3 y 4 se encontró humedades altas debido a posibles filtraciones por las lagunas existentes.
- Los taludes finales mencionados tener una pendiente 1 Vertical y 1.5 Longitudinal.
- Los taludes finales deberán tener un canal recolector de la escorrentía al pie del talud, para evacuar apropiadamente la escorrentía y que no erosionen la extensión de la plataforma.
- Las lagunas que queden en corte, no tendrán problemas de estabilidad en sus taludes naturales con relación de 1 Vertical a 1.5 Longitudinal, simplemente se deberá cimentar el empedrado de protección.
- Se recomienda hacer los trabajos de movimientos de tierra en época de verano, pues los materiales arcillosos en época de verano generan problemas de avances de obra por atracaderos y compactación de los mimos.
- Utilizar el segundo estrato, como núcleo impermeable de los terraplenes, con pendiente 1 V a 1.5 L, compactada a su humedad óptima al 95-100% de su proctor modificado.
- Para limitar el exceso de plasticidad e hinchamiento, al material arcilloso del núcleo se le deberá incluir el 3% de cal.
- La deformación esperada es de 2.0 kg/cm² es de 2.00 mm, que no tendrá ninguna influencia negativa para el proyecto.
- Los rellenos deberán efectuarse preferentemente con limo arenosos (selecto) y/o grava con arena de río y limo de índice plástico ≤ 6 , y con un valor soporte de C.B.R. \geq

30 y con una compactación del 100.00% determinado por medio del proctor estándar (AASHO T-99) a la humedad optima. La compactación en el caso de las terrazas o plataformas de construcción deberán efectuarse por medio de una compactación media adecuada.

Este documento fue la base del diseño estructural propuesto, fue de crucial importancia su elaboración para garantizar el buen funcionamiento de las lagunas para la segunda fase.

Para un mejor conocimiento y parámetro de diseño, adecuado para la fase II, se realizo un Estudio de Suelos en el área a Intervenir, el cual se encuentra anexo a este estudio. (*Ver Anexo "D"*).

8.4 CLIMA

El clima del departamento, en términos generales, puede clasificarse como de tipo tropical cálido y húmedo. Se caracteriza como tropical variable - húmedo con períodos largos de lluvia y con época seca muy desarrollada pero de duración variable, entre los meses de diciembre y mayo, pudiendo tardar su inicio entre enero y febrero, dependiendo de los distintos territorios que constituyen los departamentos.

Según la clasificación Thornthwaite, la mayoría del territorio está dominado por los climas Br A' a', Br B' b'. La parte del noreste tiene un clima C2r A' B'' siendo por lo tanto un territorio seco.

La temperatura media mensual varía entre los 22º, para el mes de enero y 29º, para el mes de mayo. Las temperaturas máximas no obstante varían entre 27º y 37º centígrados y las mínimas entre 17º y 23º centígrados.

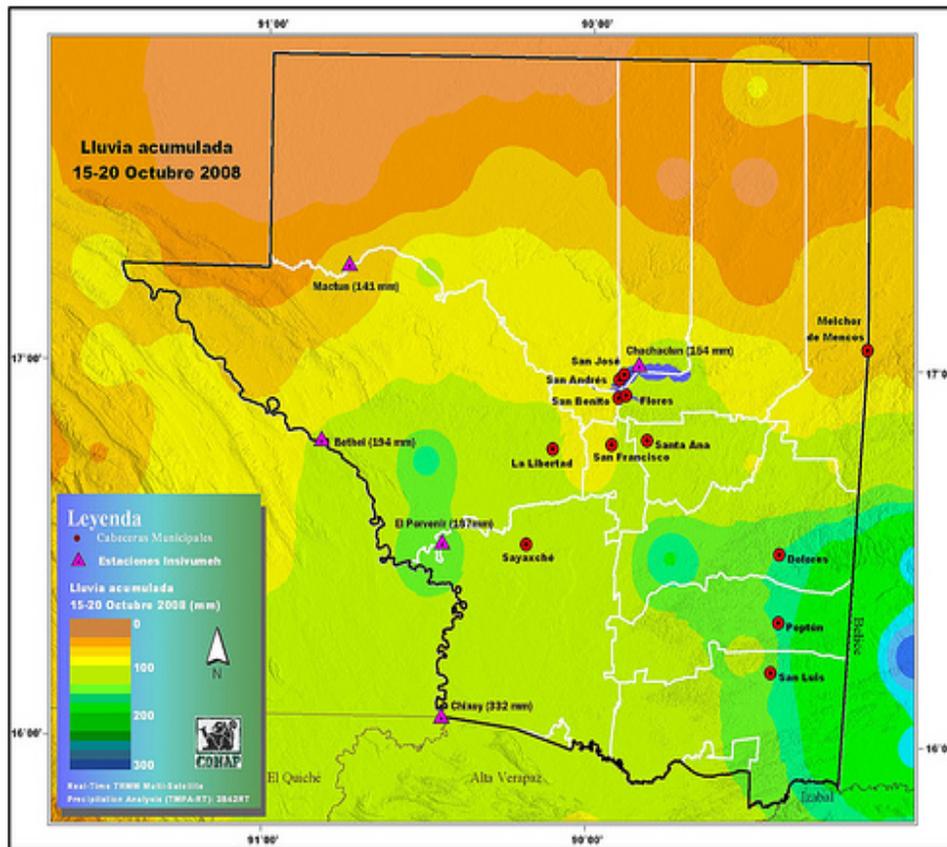
La fuente de humedad más importante la constituye el Mar Caribe. La relativa cercanía del mar produce flujos de humedad asociados con ciclones y tormentas tropicales. No existiendo obstáculos orográficos importantes, con excepción de las montañas Mayas y la Sierra del Lacandón.

En la mayor parte del departamento, las lluvias son de origen ciclónico. La humedad relativa del aire, en su mayoría, es elevada, descendiendo solamente en el medio día de 80-90% hasta 50-60%.

Los vientos dominantes son alisios y soplan del noreste al sureste con velocidades promedio bajas. Durante el período de mayo a octubre, aparecen en forma esporádica tormentas tropicales, como por ejemplo: las estribaciones de huracanes formados por lluvias torrenciales y vientos de 75 km/h.

En lo referente a la precipitación, ésta oscila entre 1200 - 3000 mm, siendo un factor variable.

MAPA 6. Clima.



La estación seca principal bien definida, que abarca de diciembre o enero hasta abril o mayo, ocurre generalmente una canícula-temporada seca durante el período de lluvias que dura varias semanas-, los meses con menos precipitación son febrero, marzo y abril.

Por lo general, las precipitaciones son frecuentes, por las tardes y en las noches, permitiendo durante esta época, que la temperatura disminuya y sea más fresco el ambiente.

8.5 HIDROLOGIA

AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS

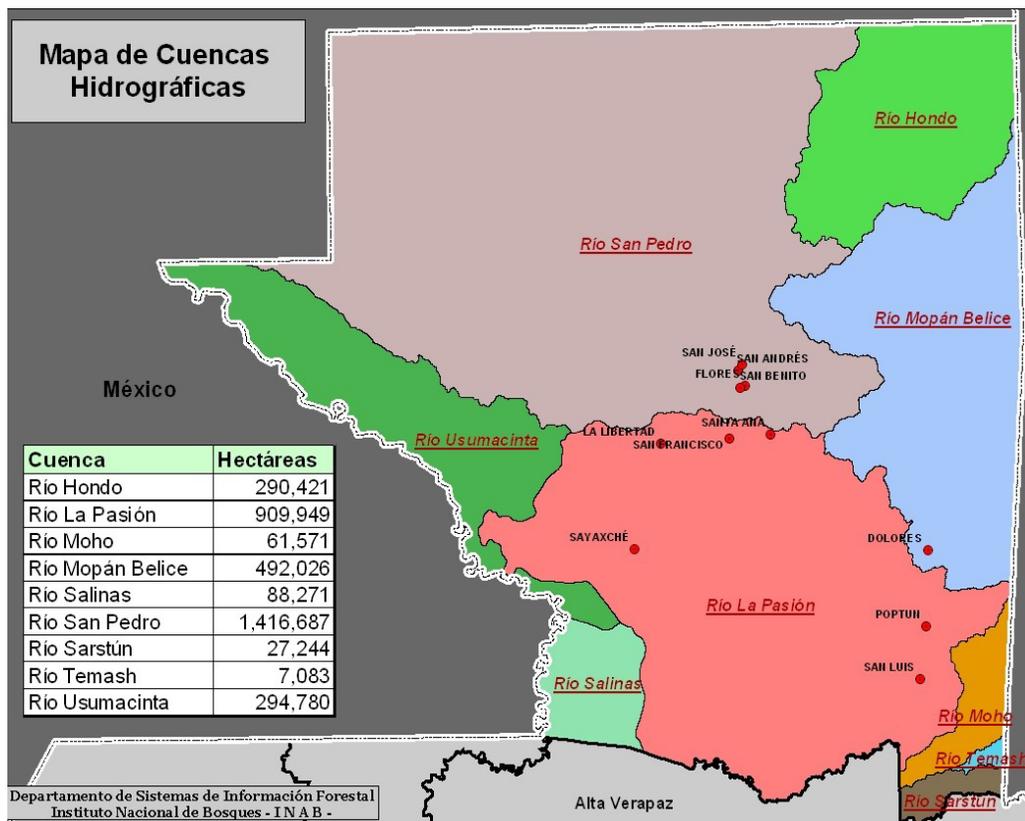
Este departamento está irrigado por varios ríos, aguadas, lagunas y lagunetas y entre estos podemos citar a los ríos siguientes: Salinas, Santa Isabel, Mopan, Machaquilá, La pasión, Usumacinta, Escondido, San Pedro, Azul, Chiquibul, Paxte, San Juan, etc.; las lagunas y lagos siguientes: El Tigre, El Repasto, Petén Itzá cabe mencionar que es que es el más cercano al proyecto, Oquevix, Yaxjá, Macanché, Salpetén, La Gloria, San Diego, etc.

CALIDAD DEL AGUA

La calidad del agua del sector, es bastante buena. Debido a los sistemas que se han implementado como parte del plan maestro de protección de las cuencas del área, Ríos y el Lago Peten Itzá.

Sin embargo, el riachuelo al que desemboca el efluente de la planta, está contaminado por las comunidades aledañas al mismo.

MAPA 7. Hidrológico.



VULNERABILIDAD A LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

El Proyecto, puede ser un ente contaminante de las aguas Sub-terrenas, por ello es importante que se lleve una adecuada impermeabilización del lagunaje, llevando a cabo adecuadamente las medidas constructivas y en la fase de operación cumplir con las bitácoras de mantenimiento y seguimientos adecuadamente. Y velar por que la ejecución de la obra, sea con los materiales recomendados por los expertos.

Parte de la consultoría, integrara una serie de inspecciones y monitoreos que se deberán llevar a cabo durante la *construcción* de la obra, las cuales incluyen, Estructuras, Ambiente, Salud Ocupacional y Controles de Calidad.

8.6 CALIDAD DEL AIRE

RUIDO Y VIBRACIONES

En el sector, no se perciben ruidos mayores a 56.2dB.

En el Interior del Proyecto, se tuvo un promedio de 56.4 dB.

Se monitoreo, el área de Bombeo del Proyecto Fase I, y se percibió, 82 dB.

TABLA 4. Monitoreo de Ruido

		MONITOREO DE RUIDO						
		PLANTA SAN BENITO PETEN						
HORARIO		11AM	11:30AM	12AM	12:30AM	13PM	PROMEDIO	MEDIDA
AREA DE INFLUENCIA DIRECTA		58	55	54	60	54	56.2	dB
INTERIOR DEL PROYECTO		58	55	55	59	55	56.4	dB
EQUIPO DE BOMBEO		85	82	79	79	85	82	dB

OLORES

En el área se percibe una alta concentración de Acido Sulhídrico, que emite un olor a azufre, que se percibe en el área del proyecto, y en sectores aledaños al mismo, levemente.

FUENTES DE RADIACIÓN

NO APLICA

8.7 AMENAZAS NATURALES

AMENAZA SÍSMICA

Zonas más riesgosas: Todos los departamentos, excepto Petén

Todos los departamentos del país están expuestos a la amenaza sísmica, aunque con diferentes grados de riesgo.

El Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM), de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, explica que el departamento con menos riesgo de sufrir un terremoto es Petén, puesto que no tiene una fuente sísmica cercana.

“Es una zona con valores de aceleración y velocidad pequeñas”, resalta.

Las fallas geológicas consideradas de primer orden son las de Jocotán, el Motagua y el Polochic, pues se encuentran entre dos placas tectónicas: la de Cocos y la del Caribe, que afectan la costa sur y el altiplano central del país, según el Instituto de Incidencia Ambiental.

El experto informa que los mayores daños pueden ser causados por la falla del Motagua, debido a que es superficial y su movimiento se produce como un desgarramiento del este hacia el oeste.

AMENAZA VOLCÁNICA

No existen volcanes, cercanos al proyecto.

EROSIÓN

Únicamente por la escorrentilla de lluvia, la zona cuenta con una capa vegetativa, adecuada, que se mantiene bastante verde, debido al clima y ecosistema del área.

INUNDACIONES

En las riberas de los ríos Usumacinta, La Pasión y Salinas, en Petén viven alrededor de unas 120 comunidades las cuales manifiestan su preocupación por la posible construcción de Hidroeléctricas en algunos sectores de la zona debido al riesgo a inundaciones existe en las comunidades que habitan el lugar.

El Río Usumacinta nace en la región de Petén en Guatemala y desemboca en el Golfo de México sirve también como frontera entre ambos países, tiene una longitud de 560 km., con una descarga de aproximadamente 900 mil litros de agua por segundo.

La zona directa de influencia de la planta, no ha presentado Inundaciones por subidas del nivel del lago.

Según el Informe de Rice, la hidrología moderna y la fisiografía de las relaciones inter-lacustres sugieren, sin embargo, que por lo menos los canales de Petenxil funcionaron durante periodos de alto nivel del lago.

Por más de una década los niveles de agua del lago Peten Itza y otros lagos en la cadena del centro de Petén han estado subiendo, aproximándose a los máximos niveles registrados en la historia reciente. Esta alza comenzó después del terremoto de 1976 en las Tierras Altas de Guatemala y ha sido atribuido al incremento anual de la caída de lluvia, al cambio de los sedimentos de la cuenca que podrían haber sellado las aguas lacustres desde capas conductoras de agua subterráneas y geológicas, "cubriendo" desde las costas sureñas de las cuencas que habrían aumentado la corriente de agua de los lagos alterando su volumen de agua. No hay evidencia meteorológica disponible para apoyar la teoría de precipitación y los sucesos geológicos posteriores son igualmente difíciles de confirmar.

Sin embargo, los residentes modernos de Petén tienden a tratar este fenómeno como un suceso raro o anormal, pero el sistema de canales inter-lacustres indica otra cosa.

Como resultado de la baja precipitación durante la temporada lluviosa de 1994 (Junio-Diciembre), atribuido localmente al fenómeno mundial El Niño, hubo considerable evaporación en las cuencas del lago en 1994 y a mediados de 1995, aunque los niveles del agua permanezcan en donde estaban cuando los lagos comenzaron a subir a mediados de la década de 1970.

Mientras los canales inter-lacustres Petenxil eran navegables en la primavera de 1994, la sección Petenxil-Peten Itza a través del istmo estuvo seca en julio de 1995 y otras partes del sistema llegaban a ser difíciles de navegar en canoa. (Rice, Don S. / 1997 *Ingeniería hidráulica en el centro de Petén, Guatemala. En X Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 1996 (editado por J.P. Laporte y H. Escobedo), pp.581-594. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala (versión digital).*)

9. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE BIÓTICO

9.1 ZONA DE VIDA

Bosque Húmedo subtropical (templado)

Este departamento por el tipo de topografía existente en su terreno cuenta únicamente con dos tipos de zona de vida vegetal, según la clasificación propuesta por Holdridge en el año de 1978. Estas son:

- *bh-SÍ Bosque Húmedo Subtropical Cálido.*
- *bmh-SÍ Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido.*

FLORA Y FAUNA PROPIA DEL TERRENO

El terreno que ocupara el proyecto, cuenta con vegetación arbustiva y algunos árboles, los cuales no son maderables ni especies en peligro de extinción, se determino en el plano anexo, Topografía del terreno, el numero de arboles que se encontraron durante el levantamiento topográfico.

Se determino también que es necesario la tala de los arboles del área a ocupar, ya que las raíces cercanas podrían afectar la estructura de las lagunas. Sin embargo se propone en el Plan de Gestión Ambiental la implementación de una barrera viva y muro perimetral, la cual deberá ser desarrollada en apoyo de INAB para determinar las especies de rápido crecimiento no invasivas que puedan utilizarse.

FOTOS No. 7 y 8 Flora del Terreno, Arbustos y Arboles

En cuanto a la fauna propia del lugar, en la actualidad se encuentran Tortugas y Aves que optan por vivir en el área de las lagunas de la Fase I, por lo tanto podemos destacar que el sistema es de beneficio para las poblaciones de Especies del Sector donde se encuentra el proyecto.

FOTO No. 9 Tortugas en Lagunas Existentes

FOTO No. 10 Aves en Lagunas Existentes**9.2 FLORA**

Los estudios realizados por Lundel (1973) en el Departamento de El Petén, dan una suma total de 1400 especies de flora conocidas, de las cuales éstas 1400 son las que han sido localizadas dentro del territorio y se concluye que pueden llegar a ser alrededor de 3000 especies existentes o más.

Los bosques tropicales generalmente están compuestos por una gran variedad de vegetación, tanto arbórea como de palmas, arbustos, bejucos, epífitas, orquídeas, gramíneas y otras plantas. Entre las especies más comunes existentes se puede hacer mención de Caoba, Chico Zapote, Amapola, Santa María, Zapotillo, Cedro, etc.

9.3 FAUNA

En el área de Petén, en General, podemos observar fauna silvestre, el mayor número está constituido por los mamíferos (felinos mayores, primates y especies de valor cinogenético) de los cuales se pueden mencionar algunos: de jaguares, puma o león americano, tigrillo, gato de monte, venado cola blanca, jabalí, murciélago, etc.

Luego lo constituyen las aves que se estiman que de las 675 especies que se encuentran en Guatemala, 303 pertenecen al territorio del Petén. Y por último, dos grupos de anfibios, reptiles y los peces, siendo este último, una menor variedad.

Una de las preocupaciones en áreas de crecimiento urbano acelerado como lo constituye la zona urbana de Peten, es la Migración de Especies propias del Lugar y la Amenaza de Extinción de algunas, por ello mencionamos a continuación la situación general del Departamento.

ESPECIES DE FAUNA AMENAZADAS, ENDÉMICAS O EN PELIGRO DE EXTINCIÓN



Los recursos naturales como los arqueológicos se ven amenazados por una variedad de factores, incluyendo la inmigración de personas desde otras partes de Guatemala, la tala ilegal de árboles, la exploración de petróleo, y la extensión de la frontera agrícola.

Uno de los recursos naturales con mayor amenaza en el Peten es la vida silvestre, víctima de la reducción de hábitat, cacería no sostenible, y captura por el tráfico ilegal de animales. La disminución de poblaciones locales de vida silvestre es obvia y dramática. ¡Los grupos grandes de

Guacamayas Rojas (*Ara macao*) que hubo durante la época de los exploradores se han visto reducidos a sólo 300 aves a lo largo del Río Usumacinta! Aunque hace 15 años atrás, abundaban los tapires y los jaguares hoy casi no se los ve. Nadie ha visto al oso hormiguero ni al águila arpía en estos últimos años; aparentemente se han extinguido en la región.

Fundaciones como ARCAS que fue fundada en 1989 para combatir el tráfico ilegal de animales silvestres en el departamento de Petén. Como primera medida fundó el Centro de Rescate de Animales Silvestres, porque aunque el gobierno de Guatemala comenzaba a cumplir con el tratado de CITES mediante la confiscación de animales silvestres traficados ilegalmente, no había un lugar para cuidar y rehabilitar a los animales decomisados.

La vida silvestre en Guatemala está seriamente amenazada debido a la caza, al tráfico ilegal de animales silvestres, la pérdida del hábitat por la deforestación y por el avance de la frontera agrícola, y a la introducción de especies exóticas invasivas.

El Proyecto y la Fauna; Proyectos como Lagunaje, son de beneficio para la Fauna, ya que representan un área controlada y libre de Peligros, para algunas aves, tortugas entre otros.

En la actualidad se encuentran Tortugas y Aves que optan por vivir en el área de las lagunas de la Fase I, por lo tanto podemos destacar que el sistema es de beneficio para las poblaciones de Especies del Sector donde se encuentra el proyecto.

9.4 AREAS PROTEGIDAS Y ECOSISTEMAS FRÁGILES

De acuerdo al Decreto No. 5-90, parte de los municipios de Flores, San Andrés, San José y Santa Ana, tienen parte de su territorio dentro de la Zona de Amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Maya, que son áreas creadas para aliviar la presión sobre las Zonas de Uso Múltiple y Zonas Núcleos de la RBM.

Dentro de la cuenca existen áreas protegidas de importancia tales como:

- *Biotopo Cerro Cahuí, fundado en 1981, posee una superficie de 638 ha, es manejado por el Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala (CECON).*
- *Sitio Arqueológico y mirador Tayazal, ubicado dentro del Ejido de San Miguel, posee una superficie de 100 ha y está a cargo del Instituto de Antropología e Historia.*

- *Centro de Educación Ambiental y Vida Silvestre Petencito, posee una superficie aproximada de 50 ha, y es manejado por el Centro Universitario de Petén, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.*
- *Cuevas de Actún Can y Jovitzinaj, área recreativas, manejada por la Municipalidad de Flores.*
- *Áreas de reserva forestal de Sacbaquecan en San Andrés. (Matus 2003)*

Situación forestal

Como respuesta a la vocación de los suelos, se considera al bosque el principal componente del ecosistema, que al disminuir afecta a otros componentes: flora, fauna, microflora, microfauna, se exponen los suelos al proceso de erosión y se altera el clima.

Para el caso del proyecto, este se encuentra en un terreno cuya vegetación es predominantemente arbustos, ya que esta creció sobre el material de excavación de la fase I y previo al uso actual del terreno, este poseía una cobertura vegetal de pasto para ganado. En 1983³ se realizó la evaluación de la situación forestal del departamento, comprobando que en los últimos 14 años hubo una disminución forestal de 434,000 hectáreas, talando en ese período 60 millones de metros cúbicos de masa forestal. No todo ese volumen de madera se utilizó comercialmente, aún cuando la tala fue indiscriminada, sólo se aprovecharon tres especies de maderas consideradas de alto valor comercial: Pino del Petén (*Pinus caribea*), Cedro (*Cedrela mexicana Roen*) y Caoba (*Swietenia macrophylla King*). Otras especies de valor comercial reconocido, no fueron extraídas por su alto costo de transporte. Este aprovechamiento selectivo, disminuye el valor comercial.

El mayor motivo de la deforestación lo constituyó la colonización realizada, que entre otras cosas careció de planificación y ordenamiento, provocando un descontrolado avance de la frontera agrícola sin considerar la baja potencialidad de los suelos habilitados. La madera no aprovechada se pudo utilizar en mercados potenciales, dentro y fuera del país, como madera aserrada y chapas.

En la actualidad, en el área de impacto ambiental del proyecto, disminuyó los volúmenes de madera en pie, causando como consecuencia, disminución de extracción. Entre las especies forestales reportadas tenemos:

³ Evaluación de la Situación Forestal en el Departamento de El Petén. Op. Cit. pp 8.

TABLA 5. Especies.

ESPECIES	ESPECIES
<ul style="list-style-type: none"> • Pino del Petén (<i>Pinus caribea</i>) • Cedro (<i>Cedrela mexicana</i> Roen) • Caoba (<i>Swietenia macrophylla King</i>) • Helecho Gigante (<i>Cyanthea princeps</i>) • Palo de mora (<i>Chlorophira tinctorial</i>) • Guarumo (<i>Cecropia mexicana Hemse</i>) • Ramón, Muñeco (<i>Brosimum alicastrum Sw.</i>) • Tolche, Tzolche (<i>Cupania prisca St.</i>) • Ceiba, Jarche (<i>Ceiba pentandra L.</i>) • Saha (<i>Curatella americana L.</i>) • Palo Santa María (<i>Colophyllum brasilensis St.</i>) • Mamey (<i>Mammea americana L.</i>) • Guayabo (<i>Terminalia chiriquensis Pit.</i>) • Canxan (<i>Terminalia amazónica G.</i>) • Pacté (<i>Terminalia excelsa Lich.</i>) • Chicozapote (<i>Manilkara zapota L.</i>) • Balsa (<i>Ochroma lagopus Sw.</i>) • Papaturre (<i>Cocoloba spp.</i>) • Ojché (<i>Phoebe betazenis M.</i>) • Copalché (<i>Misanteca campecheana Lund.</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • Conacaste (<i>Enterolobium cyclocarpum Gr.</i>) • Palo Campeche (<i>Haematoxylon campechianum L.</i>) • Aripin, Cinin (<i>Caesalpinia velatina St.</i>) • Yaxhoceb (<i>Esenbeckia pentaphylla G.</i>) • Palo Jiote (<i>Bursera simaruba Sarg.</i>) • San Juan (<i>Vochysia guatemalensis Spreng</i>) • Sayuc (<i>Vochysia hondurensis spreng</i>) • Zapotillo (<i>Lucuma spp.</i>) • Laurel (<i>Tabebuia palmeri rose</i>) • Matiliguate (<i>Tabebuia pentaphylla</i>) • Chichique (<i>Aspidosperma megalocarpum Muey</i>) • Bellota (<i>Seterculia mexicana Jaca</i>) • Chicozapote (<i>Manilkara zapota l. v. Royen</i>) • Amargoso, tinto (<i>Vatairea lundelii</i>) • Guarumo (<i>Cecropia obtusifolia B.</i>) • Señorita, capok (<i>Pseudo bombax ellipticum H. B. K.</i>)

Situación forestal

Peten es rica en especies de vida silvestre, que están siendo sometidas a extinción debido a la destrucción de su hábitat, disminución de fuentes de alimentación y cacería indiscriminada.

TABLA 6. Especies indicadoras de fauna para el área del proyecto

AVIFAUNA	MAMÍFEROS SILVESTRES	REPTILES
Chololá	Danta o Tapir	Barba amarilla
Pato bola	Jabalí	Cascabel
Chacha	Coche de monte	Mazacuata
Guachoco	Venado	Zumbadora
Paujil Ocutz	Cabrito	Chichicua
Gallareta	Mico	Coral
Gallito	Armado	Cantil de agua
Cachajina	Conejo	Sabanera
Paloma spumuy	Ardilla	Bejuquillo
Tortolita	Taltuza	Víbora
Quetzal	Cotuza	Cheje
Loro	Puerco espín	Lechuza
Carpintero	Tepezcuintle	Tecolote
Siguamonta	Gato de monte	Comadreja
Zensontle de agua	Mapache	Zorrillo
Tigrillo	Mico león	Tacuazín

Los principales arboles forestales de la región que pueden ser utilizados para reforestar el perímetro del terreno donde se desarrolla el proyecto:

PALO DE TINTA *Haematoxylon Campechium L.*

Este palo que por otro nombre llaman palo de Campeche se cría tanto en aquesta América que hay montes de este, en toda la costa de Campeche y en solo la laguna de Términos sacaban tanto los enemigos, que cuando los españoles ganaron aquellos les quitaron once navíos que actualmente estaban en el puerto. De allí sacaban grandísimos intereses.

Familia: Cesalpiniacease

Nombre Común: Tinta, Palo Campeche, Palo de tinta, Campeche.

Descripción: Es un árbol retorcido de casi 8 metros de alto o más pequeños; su corteza es de color gris pálido, y sus ramas se encuentran extendidas y armadas con fuertes espinas que miden 1.5 centímetros de largo. Sus hojas tienen pecíolos cortos, están compuestas de 2 a 4 pares de hojuelas que miden de 1 a 3 centímetros de largo; son finamente nervadas, lustrosas en el haz y ligeramente pálidas en el envés. Sus flores amarillas se presentan en racimos densos, multifloreados, delgados y de pedúnculos cortos. La legumbre mide de 2 a 5 centímetros de largo y de 8 a 12 milímetros de ancho.

Requerimiento Ecológico: Crece abundantemente en pantanos llamados tñtales, con frecuencia extensos, en la parte norte y central del Petén y en el noroccidente de Alta Verapaz.

PALO DE HULE *Castilla elástica Cervantes.*

Sinónimos

Castilla guatemalensis Pittier.

C. gumífera Pittier.

C. lactiflúa O.F. Cook.

Ficus gummifer Bertol

Familia: Moraceae

Nombres comunes: Palo de hule (El Salvador); Árbol de Hule (México) Caucho (España); Hule, Hule Silvestre Ule (Guatemala, Honduras Costa Rica); Cheel K'i `c (Pocomchì); Yaxha Kik (Lacandòn); Kiirchè (Quecchì); Uleule, Mastate Blanco (Panama); Castillo rubber (inglès).

Descripción: Por lo general es un árbol mediano, aunque algunas veces hay ejemplares de gran tamaño. Llega a alcanzar una altura de 30 m y su tronco tiene un diámetro de 60 cm. Algunas veces, éste tiene gambas y la corteza es de color café o gris claro. Su tallo posee abundante látex blanco. Sus ramillas están densamente cubiertas de vellos de color amarillento o pardo verdoso. Las ramas, más o meno verticiladas, son relativamente delgadas. Su poca es de forma redondeada o esparcida cuando crece con suficiente espacio, y alta y angosta cuando los árboles se encuentran demasiado juntos. Sus hojas son simples, alternas, y grandes, miden de 20 a 45 cm de largo y de 8 a 18 cm de ancho; son de color verde oscuro, opaco, más pálidos, algo vellosos o aterciopelados en el envés (reverso de la hoja); la nervadura principal es prominente. Hay receptáculos estaminados (masculinos en grupos de 6, de unos 2 cm de ancho, que tienen pedúnculos. Los receptáculos pistilados (femeninos) son sesiles (sin pedúnculo), con más de 5 cm de ancho, su color es rojo o rojo anaranjado cuando están maduros. Los frutos miden 2 cm de largo y las semillas miden 1 cm.

Los árboles pierden sus hojas al finalizar la época seca y producen sus flores al mismo tiempo.

Una característica del árbol es su extenso sistema radicular, que se encuentra cerca de la superficie y puede llegar a medir 30m de largo.

Se utiliza como planta ornamental; sin embargo, por su extenso sistema radicular, debe plantarse lejos de las construcciones, ya que, debido a su fuerza, llega a romperlas y levantarlas, ocasionando graves daños.

CHICHIPATE *Sweetia panamensis Benth.*

Familia: Fabaceae

Nombre común: Chichipate; Quina Silvestre (Alta Verapaz); Cencerro; Huesillo, Chaktè, Bàlsamo Amarillo, (México); Malvecino (Panama); Carboncillo, Guayacan (Costa Rica); Billy Webb (Belice).

Descripción: Es un árbol de 20 a 40 m de alto, de tronco casi liso, cuyo diámetro alcanza un metro o más; es recto y puede o no tener pequeñas gambas. La corteza es de color café pálido, liso o con fisuras no muy profundas; la parte interior de la corteza es de color amarillo pálido o un gono café. La copa es extendida y a veces plana; sus hojas están compuestas de 9 a 13 folíolos con pecíolos bastante largos; el árbol es perennifolio. Las flores pequeñas, de un blanco cremoso, aparecen en panículos pequeños o grandes. El fruto, de color verde amarillento, es una legumbre aplanada de 5 a 9 cm de largo por 2 cm de ancho y contiene de 1 a 3 semillas.

Se encuentra en bosque húmedo mixto a elevaciones de 800 mnm o más abajo en los departamentos de Alta Verapaz, Peten, Izabal y Huehuetenango. También se ha reportado su presencia en Zacapa, Jutiapa, Chiquimula, Santa Rosa, Guatemala.

GUAPINOL *Hymenaea courbaril L.*

Familia: Caesalpiniaceae

Nombres comunes: Guapinol, Copinol, Palo colorado, Pacay (Peten),

Descripción: Es un árbol que algunas veces llega a medir 30m de alto, el diámetro de su tronco puede alcanzar hasta los 100cm. Su fuste (tronco) es cilíndrico, con pequeñas gambas. La corteza, que es de color gris, lisa y hasta de 3 cm de grueso, exuda una goma pálida. La copa es redondeada. Sus hojas alternas son bi foliadas (formadas por dos hojuelas), lustrosas y muy desiguales en sus bases. Las flores blanquecinas son pocas o numerosas, en panículas (conjunto de flores) densas, con pétalos blanquecinos. El fruto es una vaina leñosa muy dura, de color café rojiza, que mide de 6 a 15 cm de largo por 3 a 6 cm de ancho, es indehiscente (que no se abre por sí sola). Contiene de 1 a 6 semillas rodeadas de un polvo harinoso, de color amarillo y de un olor característico.

LAUREL, BOJON *Cordia alliodora*

Familia: Boraginaceae

Sinónimos: Cerdana alliodora, Ruiz y Pavon. Cordia gerascanthus, Jacq.

Nombre común: Laurel; Laurel Blanco (Centroamérica); Bajón (Guatemala, México); Laurel macho (El Salvador, Nicaragua); Laurel negro (Honduras, Nicaragua, Costa Rica); Laurel real (Costa Rica).

Descripción: Es un árbol hasta el 25 m de alto, tronco recto cilíndrico de 50 m de diámetro y sin ramas hasta la mitad. A veces tiene raíces tabulares poco pronunciadas. La copa es pequeña, esférica y generalmente simétrica. La corteza es gruesa, áspera, de color grisáceo o marrón oscuro. Las hojas alternas son simples, de 7 a 15 cm de largo, elípticas verdes y lisas en la cara superior, más pálida en el envés, generalmente cubierto por pelos estrellados.

Las flores son blancas, aromáticas, dispuestas en vistosos panículos hasta 30 cm de largo. Los frutos secos pequeños contienen 1 semilla.

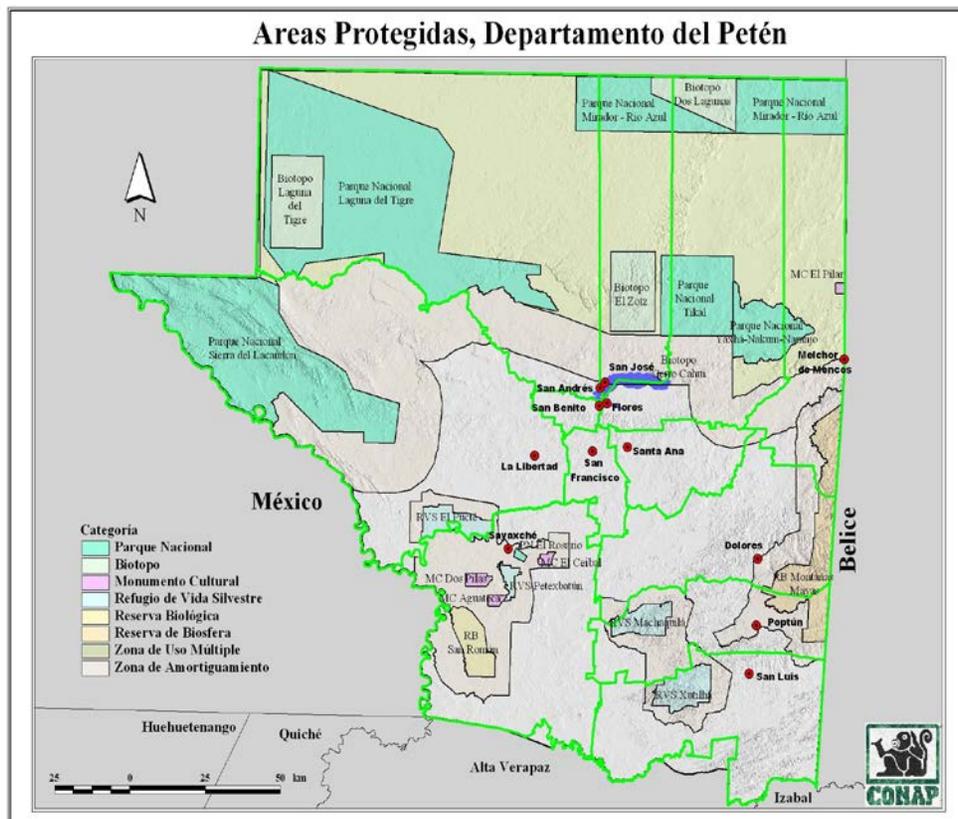
CAIMITO *Chrysophyllum cainito* L.

Familia: Sapotaceae

Descripción: Es un árbol de 10 a 30 m de alto y con un tronco cuyo diámetro puede llegar a medir 1 m; su corteza es acanalada, gruesa y posee abundante látex de color blanco sucio. Es bien característico por su copa densa y ancha con abundante follaje, verde brillante en la parte superior de las hojas y marrón dorado en la parte inferior. Las hojas elípticas son semiduras, de 5 a 15 cm de largo.

Produce flores pequeñas en racimos de color blanco violáceo o amarillo pálido. Los frutos son redondos, de 5 a 8 cm de diámetro, de color verde claro o morado. La cascara también contiene látex y, aunque es fina, tiene consistencia. La pulpa es blancuzca, jugosa y contiene de 7 a 10 semillas dispuestas en forma de estrella (en inglés el nombre es manzana estrella).

MAPA 8. Áreas Protegidas.



10. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

10.1 CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN

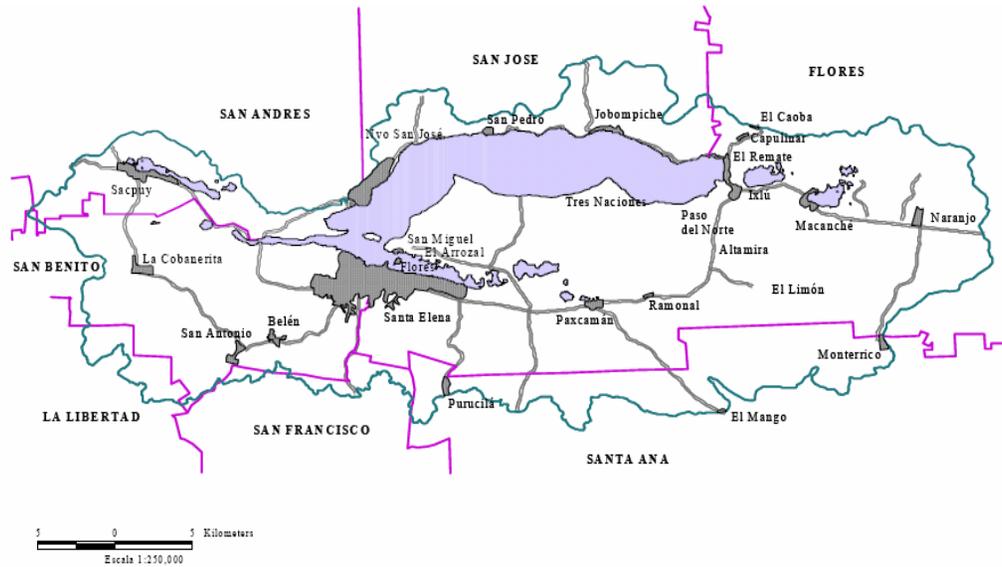
Los municipios de Flores y San Benito son parte del área central de Petén y específicamente conforman el área con mayor concentración urbana de la región.

Se cuenta con una población total en el departamento de 366,735 personas, de estas 60,823 habitan los municipios de Flores y San Benito divididas de la siguiente manera en el municipio de Flores 30,897, de las cuales 16,122 pertenecen al área Urbana y 14,755 al área Rural mientras que al municipio de San Benito le corresponden 29,926 personas de las cuales 24,792 habitan el área urbana y 5,134 al área rural.

TABLA 7. Datos Generales del departamento de Petén.

DESCRIPCION DEPARTAMENTAL	
Nombre del departamento:	Petén.
Cabecera departamental:	Flores.
Población:	366,735 habitantes aproximadamente.
Municipios:	Dolores, <i>Flores</i> , La Libertad, Melchor de Mancos, Poptun, San Andrés, <i>San Benito</i> , San Francisco, San José, San Luis, Santa Ana, Sayaxche.
Clima:	Cálido.
Idioma:	Español, itza', mopán.
Altitud:	127 metros sobre el nivel del mar
Límites territoriales:	Colinda al norte con México, al sur con Alta Verapaz, e Izabal, al este con Belice y al oeste con México.
Extensión territorial:	35,854 km ² .

MAPA 9. Comunidades.



La fiesta titular se celebra del 2 al 15 de enero en honor al Santo Cristo de Esquipalas. Entre las danzas folklóricas que se presentan en este municipio se puede mencionar la danza de "Los Moros" "La Cabeza" "Caballito" y "La Chatona".

10.2 SEGURIDAD VIAL Y CIRCULACIÓN VEHICULAR

Es importante que en el área del proyecto, se lleve un adecuado Plan de Seguridad, de movilización de vehículos. Los vehículos que ingresan a la planta, deben ser registrados en una bitácora de control de visitantes.

Es importante señalar un área de Parqueo, y delimitar los puntos donde puede conducirse dentro del área de la planta, para evitar cualquier accidente vial o de seguridad del personal y las estructuras instaladas y a instalar.

10.3 SERVICIOS DE EMERGENCIA

Es importante colocar señalización en las áreas más vulnerables para los empleados de la planta, como:



Es importante, señalar las áreas, para prevención de accidentes, contar con un plan de emergencias en caso de; el cual debe ser adecuado al proyecto, el cual debe ser creado por el ingeniero encargado de la planta o el ente rector de la misma. En base a las recomendaciones incluidas en el capítulo 14, en el análisis de riesgo y planes de contingencia. Tener a la mano los números de Emergencia, de los cuerpos de socorro, cercanos. *Ver Plano de Emergencia Anexo F.*



10.4 SERVICIOS BÁSICOS

Agua Potable EMAPET.
Energía Eléctrica DEORSA.
Servicio de Transporte, Local y Taxis.

10.5 PERCEPCIÓN LOCAL SOBRE EL PROYECTO

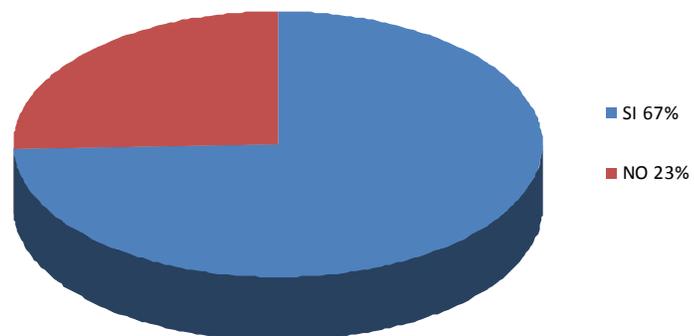
Todos los proyectos, de índole constructivo, que involucraran a una población específica, llevan a cabo un prorrato de la percepción local del proyecto; para saber cuál es la percepción de los vecinos pobladores de San Benito y Santa Elena, se realizó una encuesta de 227 boletas, la cual incluyó aspectos ambientales, sociales y económicos, fue evaluada en tres segmentos, el Segmento de Vivienda, de Comercio y de Industria, se evaluó principalmente el conocimiento de la población del proyecto Fase I y su sentir con respecto a la implementación de la Fase II. *(Ver Anexo B. Estudio de Mercado, Actas y Boletas)*

Los principales resultados de los diferentes aspectos investigados fueron los siguientes:

a) Aspectos Técnico Operativos

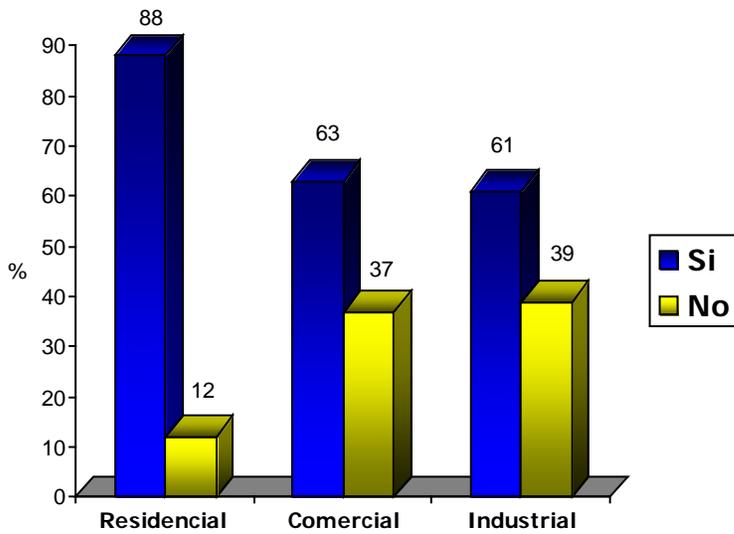
Como puede observarse el 67% de los entrevistados conoce el sistema de tratamiento residuales municipal, es decir aproximadamente 7 de cada 10 habitantes conocen dicho sistema.

1. CONOCE USTED EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPAL?



Grafica 1.

En cuanto al conocimiento del sistema por sector los resultados fueron los siguientes:



Como puede observarse el sector residencial es el que mayor conocimiento tiene del sistema con un 88% de conocimiento, mientras que los sectores comercial e industrial únicamente cuentan con un 63% y un 39% respectivamente.

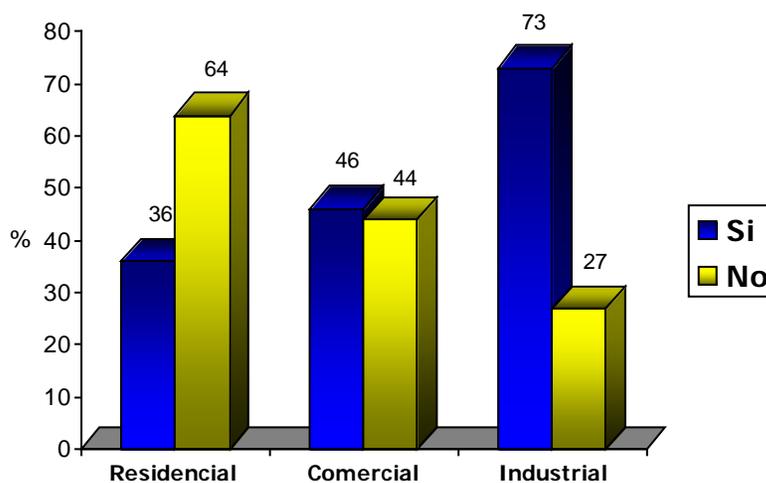
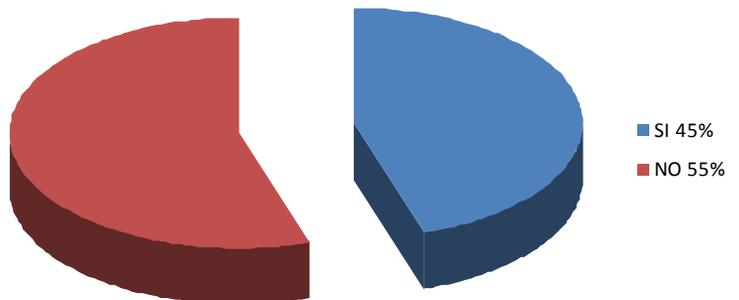
Grafica 2.

Grafica 3.

Respecto a la incidencia de hogares y locales que cuentan con conexión al drenaje municipal.

El 45% de los locales cuenta con conexión al sistema, mientras que el 55% restante aún no está conectado, lo que aproximadamente representa 6 de cada 10 locales.

2. CUENTA USTED CON CONEXIÓN AL DRENAJE MUNICIPAL?



Por sector la incidencia de conexión muestra los siguientes resultados:

El sector que mayor incidencia de conexión presenta es el industrial con un 73% de locales conectados, mientras que el sector residencial únicamente posee el 36% de los locales conectados.

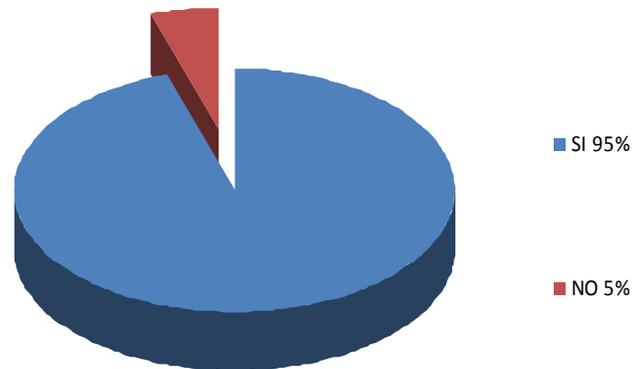
Grafica 4.

Grafica 5.

Así mismo, se evaluó con los locales que no contaban con conexión al sistema de drenajes, la disponibilidad de conectarse al mismo, las respuestas en forma global, fueron las siguientes:

Como se puede observar el 95% de los entrevistados respondieron afirmativamente, en una proporción aproximada de 9 de cada 10 locales desean estar conectados al sistema de drenajes.

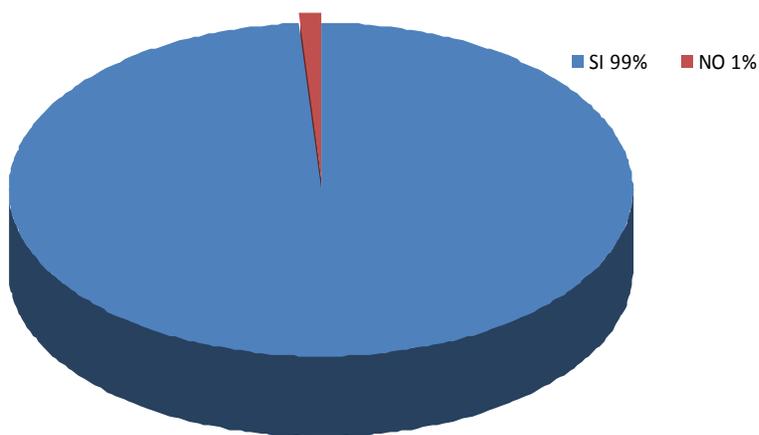
**3. (aplica unicamente a los que respondieron NO)
ESTARIA DISPUESTO A CONECTAR SUS DRENAJES AL
DRENAJE MUNICIPAL?**



b) Aspectos Ambientales

En relación al nivel de conocimiento de la población sobre el impacto ambiental de las aguas residuales sobre el lago los resultados fueron los siguientes:

**4. SABIA USTED QUE EL LAGO PETEN ITZA SE VE AFECTADO
POR LAS AGUAS RESIDUALES QUE PRODUCIMOS LOS VECINOS
DEL SECTOR?**



El 99% de la población reconoce el impacto ambiental producido por las aguas residuales sobre el lago Peten Itzá, por lo que cualquier medida que se implemente para evitar la misma, será reconocida como un beneficio.

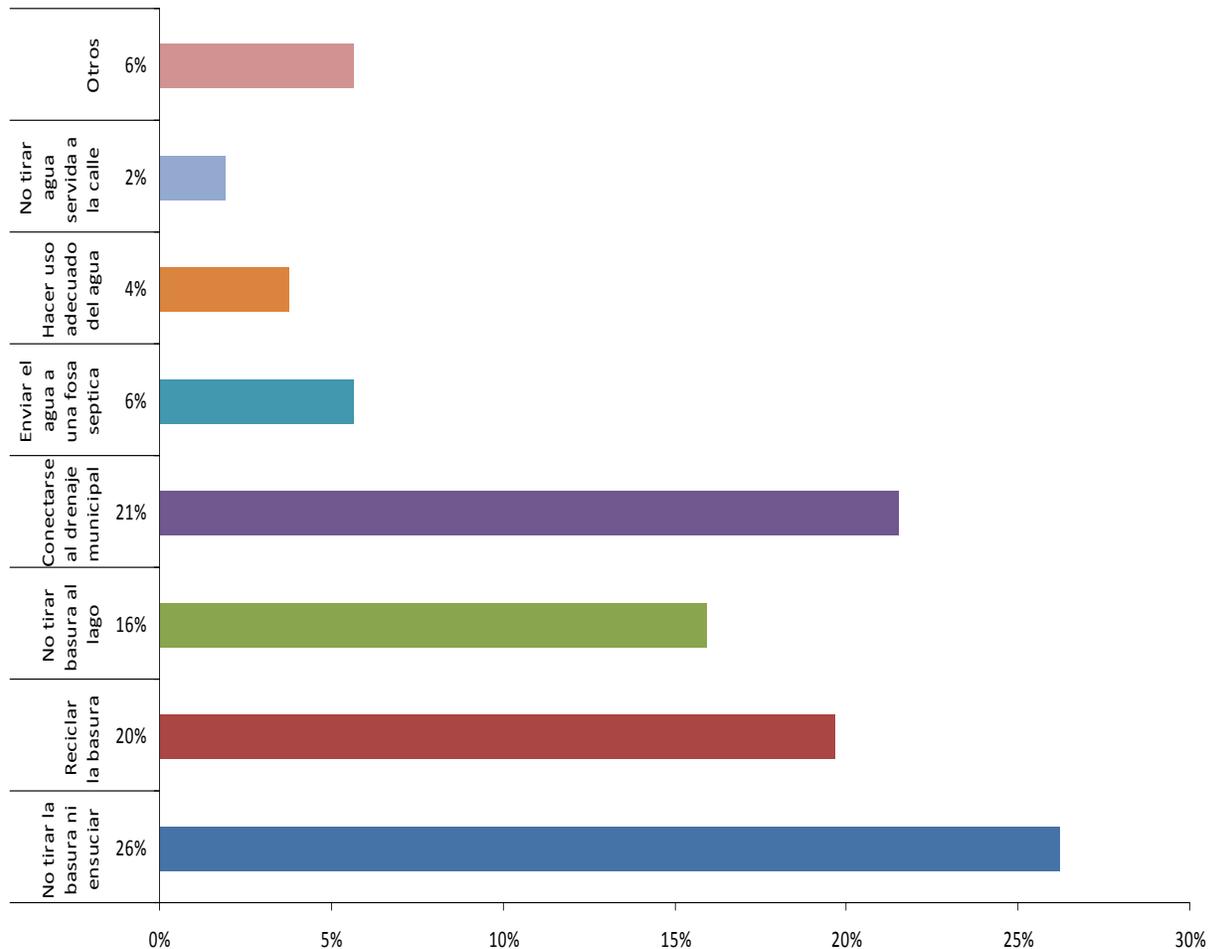
Así mismo, la totalidad de la población desea contribuir con el medio ambiente clasificando su basura.

Grafica 6.

Así mismo, entre las acciones que la población estaría dispuesta a llevar a cabo para contribuir con el medio ambiente están las siguientes:

Grafica 7.

6. CUAL SERIA SU CONTRIBUCION COMO VECINO PARA CONSERVAR LA SALUD DEL LAGO?



Las principales acciones que la población está dispuesta a realizar se encuentran no tirar basura al lago con un 26% y conectarse al drenaje municipal en un 21%, acciones que en conjunto representan un 50% de las respuestas.

10.6 INFRAESTRUCTURA COMUNAL

Cercano al proyecto, no se encuentra ninguna estructura, propia del sector con antecedentes históricos, que sea de gran importancia para la población, ni que pueda verse afectado por la instalación del proyecto.

10.7 DESPLAZAMIENTO Y/O MOVILIZACIÓN DE COMUNIDADES

El proyecto no debería implicar, el desplazamiento ni movilización de comunidades. Desde sus inicios fue pensado, que su construcción debía ser retirada del casco central urbano de la ciudad. Se localizo en este terreno, alejado y de topografía adecuada. Sin embargo, vemos que la urbe, está creciendo rápidamente y podría suscitarse que la ciudad, llegue a los alrededores de la planta.

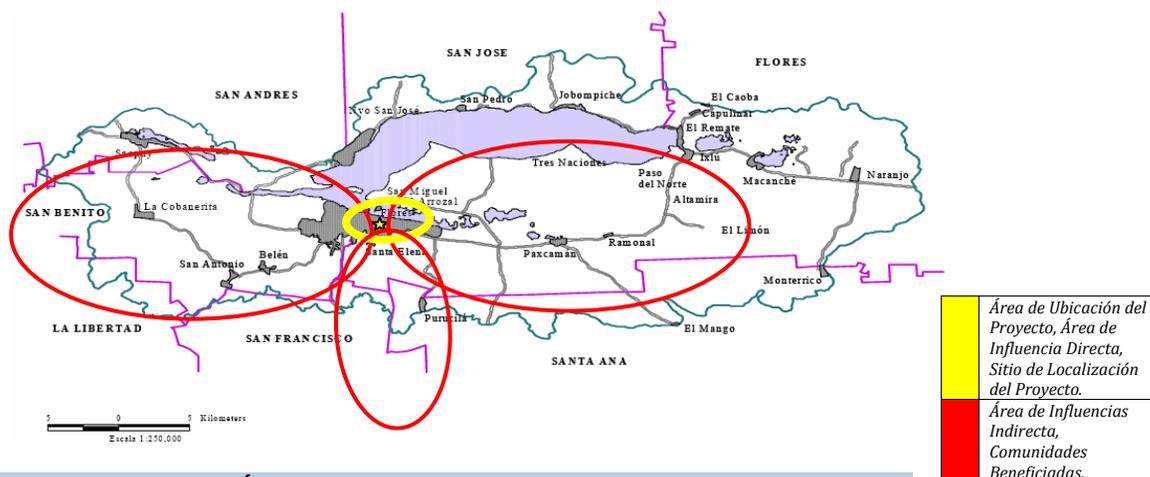
Se informo por medio de una reunión a los vecinos aledaños al proyecto los cuales son un promedio de 10 a 15 familias, que han instalado sus viviendas posteriormente a la construcción de la fase I. En dicha reunión se planteo alternativas de vivienda para ellos, se detallo las medidas de seguridad y protección que se implementaran a todo el perímetro del terreno que hoy ocupa la Fase I y el que ocupara la Fase II.

Su mayor preocupación son los olores que pueda generar el sistema de tratamiento, los cuales se les explico se minimizaran con la segunda fase, ya que al entrar en funciones la fase II, el tratamiento se hará completo a las aguas residuales entrantes, debido a la problemática que esta generándose en la fase I por la falta de 2 de las seis lagunas instaladas.

Sin embargo se determino que se hará la construcción del sistema el lugar propuesto, por acceso, ubicación y poco desarrollo urbano. Por su parte la Municipalidad deberá crear de ser necesario un programa de reinstalación de los vecinos inmediatos si ellos así lo prefieren.

10.8 ÁREAS SOCIALMENTE SENSIBLES Y VULNERABLES

Según información recabada durante la investigación de mercado y estudio socioeconómico, se determino que el proyecto beneficiara directamente a las comunidades de San Benito, Flores y Santa Elena, pero que su alcance indirecto, se verá en todas las comunidades que viven alrededor del lago.

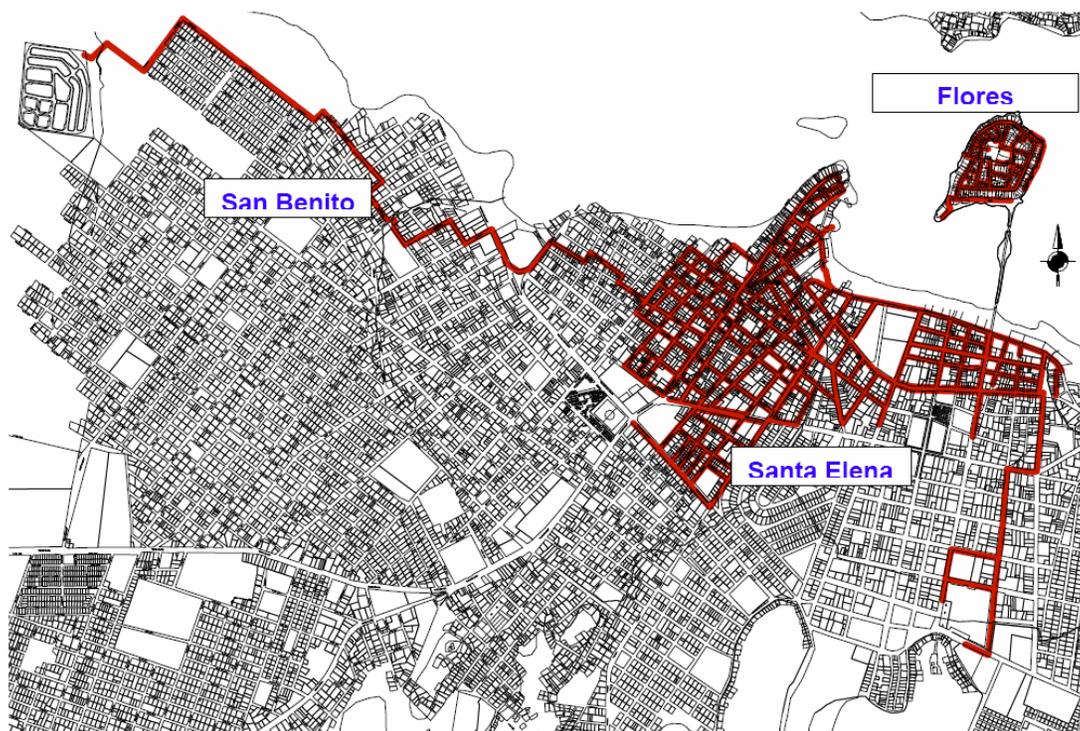


MAPA 10. Áreas Socialmente Sensibles y Vulnerables.

Se cita a continuación información recopilada en el estudio de mercado, la cual fue obtenida de la empresa EMAPET.

En la siguiente ilustración se puede apreciar las zonas beneficiadas en Flores, Santa Elena y San Benito por el sistema de drenajes y alcantarillado.

Mapa 11. Área de cobertura del sistema de drenajes y alcantarillado en el Área Central de Petén



Fuente: EMAPET, 2009

Actualmente el sistema de alcantarillado tiene cobertura únicamente en Flores, Santa Elena y en San Benito (no así en San Miguel) como puede ser apreciado en el siguiente cuadro.

Tabla 8. Registro de usuarios del sistema de alcantarillado sanitario

REGISTRO DE USUARIOS DEL SISTEMA ALCANTARILLADO SANITARIO			
LUGAR	CANDELAS	CONECTADOS	NO CONECTADOS
Flores	402	114	288
Santa Elena	715	273	442
San Benito	1391	884	507
Total	2508	1271	1237

En total existen 2508 candelas del sistema alcantarillado, lo cual representa el 27% de la población total del área central. Esto significa que potencialmente el 27% de la población del área central (únicamente los municipios en mención) pudieran conectarse al sistema de alcantarillado. Sin embargo el número real de usuarios conectado a la fecha de el informe consultado es el 13.44%. (1271 conexiones).

Según el informe *Consultado "Estudio de Línea Base 2009 - Programa De Desarrollo Sostenible De Peten La Conservación de La Reserva De La Biosfera Maya PDPCRBM"* existen varias razones por las cuales no se llegado a la meta de 2,508 conexiones las cuales se detallan a continuación:

- Falta de capacidad del sistema de alcantarillado a soportar el total de conexiones por las lagunas de tratamiento colapsadas.
- En Ciudad Flores desistimiento por los usuarios por la percepción que existen procedimientos aparentemente engorrosos y caros para obtener autorización para cualquier tipo de obra de infraestructura y/ o reparación menor ante la municipalidad y principalmente ante el IDAEH, que al ser declarado la isla Patrimonio Cultural de la nación, ejerce un poder coercitivo sobre la población que debe acatar y presentar todos los estudios, planos, formularios etc. Elaborados por un profesional (arquitecto, Ingeniero etc.) a un costo elevado, antes de realizar cualquier tipo de acción, por mínimo que sea, que afecta su inmueble. De lo contrario serán multados.
- Falta de capacidad de pago de la gente (para poder hacer la obra de conexión dentro de sus viviendas esto en especial aplica en Flores ya que como se explico anteriormente cualquier cambio realizado en su vivienda sea en el exterior o el interior implica la contratación de un profesional para la elaboración de planos).
- Falta de medidas de presión de parte de las autoridades.
- Falta de una campaña dirigida hacia las personas que aún no se han conectado (esto tampoco se ha implementado por el temor a rebasar la capacidad actual del sistema)

Debido a la poca cantidad de usuarios conectados, en este momento, al no estar conectados el 100% de los usuarios al sistema de alcantarillado no es auto-sostenible aún. Sin embargo las utilidades generadas por el sistema de agua lo subvencionan momentáneamente. Según los cálculos de EMAPET al poder conectarse el 100% de los usuarios el sistema será auto sostenible.

En la búsqueda de llevar a cabo un proyecto Socialmente beneficioso, se realizo una encuesta a 224 Habitantes de las comunidades de San Benito, Flores y Santa Elena. En esta boleta se busco conciliar si las personas están consientes de la necesidad de implementar sistemas para tratar las aguas residuales que generan en sus casas y negocios. Por ello distribuimos las boletas en Residencias, Comercios e Industrias.

Se elaboro un estudio de mercado con la información recabada, el cual anexo a este documento en el anexo "B". Del cual puedo detallar las siguientes conclusiones:

Según el trabajo de campo realizado, se puede concluir los siguientes puntos:

ASPECTOS TECNICOS

- El 67 % de la población, tiene conocimiento del sistema de tratamiento instalado.
- Se determino que un 55% de la totalidad de los usuarios comerciales, industriales y residenciales, aun no están conectados al drenaje y de los cuales el 95% está dispuesto a conectarse al drenaje municipal. Los mismos que determinan el target de mercado esperado para la Fase II.

ASPECTOS AMBIENTALES

- El 99% de la Muestra, esta consiente que las aguas residuales, contaminan el Lago; si no son tratadas.
- El 100% de los entrevistados, desea Contribuir con el Ambiente clasificando su basura.
- Las principales acciones que la población estaría dispuesta a realizar son No tirar Basura al Lago en un 26%, y un 21% Conectándose al Drenaje Municipal, lo cual representa un 50% de las acciones que la población estaría dispuesta a realizar.

ASPECTOS ECONOMICOS

- Se determino el 90% de la población, sabe que el Uso del Alcantarillado tiene un costo.
- El 79% de la población tiene el conocimiento de que el dinero colectado con ese pago, es utilizado para el mantenimiento del Sistema de Tratamiento.
- El 96 % de la población, cree que se deben de instalar otros sistemas para tratamiento de las Aguas Residuales.
- La media de pago por el servicio según los Pobladores que conocen el monto que pagan, es de *Q40.00* quetzales mensuales. Quedando los rangos obtenidos, en *Sector RESIDENCIAL Rango Q18 a Q38*, *Sector COMERCIAL Rango Q40 a Q70*, *Sector INDUSTRIAL Rango Q75 a Q300*.

10.9 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE CULTURAL; VALOR HISTÓRICO, ARQUEOLÓGICO, ANTROPOLÓGICO, PALEANTOLÓGICO Y RELIGIOSO.

Peten es un Departamento, de alto valor histórico, para Guatemala y el mundo, cuenta con ciudades arqueológicas, consideradas unos de los más grandes tesoros históricos. No obstante el proyecto, que se desarrollara, cuenta con un área rural, donde no se ha encontrado ninguna estructura o artefacto de valor antropológico, arqueológico ni histórico.

Durante el periodo de excavación de las lagunas, a implementar en esta segunda fase, es importante poner especial atención a los suelos extraídos, atento a la posible y probable aparición de algún indicio de valor histórico y cultural. Y si ese fuere el caso, indicarlo a las autoridades pertinentes.

10.10 PAISAJE

Petén está acompañada de una relajante vista del lago o un acercamiento a las famosas ruinas de Tikal. Pero para los amantes del ecoturismo la isla es además, el punto de partida para diferentes encuentros naturales.

Flores es una pequeña isla en el lago Petén Itzá unida a la costa por una calzada de medio kilómetro. Santa Elena y San Benito, que quedan en tierra firme, se consideran parte del conjunto, ya que forman el grueso de la población. No obstante, la isla reúne los comercios, restaurantes y hoteles del área, así como la plaza principal de la comunidad, formando un núcleo de singular belleza.

Como atracción turística ha conservado gran parte de su personalidad original en calzadas de piedra y casas antiguas.

La ciudad no es el paraíso para los que intentan escapar de las grandes aglomeraciones, ya que tiene una afluencia constante de visitantes. Sin embargo, las mejores horas para gozar un paseo por el pueblo son las del mediodía, durante las cuales las calles se mantienen silenciosas.

Su avenida principal se forma a través de su costa insular, mientras que las que se atraviesan diametralmente llevan hasta el parque central, donde se ubica la blanca y bonita iglesia en el punto más elevado.

Una de las mejores formas de apreciar la belleza del conjunto es navegando por el lago. Se pueden alquilar diferentes medios de transporte, desde económicas lanchas hasta lujosas motos acuáticas. Para los amantes de la naturaleza, el vehículo que menos contamina el ambiente es el kayak.

Piedra sobre piedra La historia de la ciudad se mantuvo oculta tras la selva hasta 1697. Cerca de Flores se encontraba la ciudad Maya de Tayasal, la última en caer bajo dominio de los españoles. Con la llegada de las tropas de Martín de Ursúa, se destruyeron todas las construcciones consideradas paganas y se edificó un fuerte en la isla. De este modo nacería la Flores católica, tras lo que no se podrá encontrar ningún vestigio precolombino en las orillas del lago.

La población de esta zona del Petén se ha incrementado en los últimos años, despertando el peligro de la deforestación. La riqueza natural de esta área guatemalteca podría verse fuertemente mermada por sistemas de cultivo que empobrecen la tierra. Por ello, el Gobierno ha establecido una reserva de biósfera que abarca todo el norte del departamento.

El Petén cuenta con algunas de las joyas naturales más importantes del país, siendo Flores un buen lugar donde iniciar el viaje. Por su ubicación y su dedicación a la industria turística, la oferta hotelera del lugar es amplia y competitiva. Se puede conseguir alojamiento a precios cómodos.

También son numerosas las opciones de viajes organizados para realizar excursiones ecológicas. Casi todos los hoteles tienen su propia agencia turística, así es que, con tiempo y paciencia, puede elaborar una opción ideal, consultando distintos precios.

Paseos a la naturaleza El lago Petén Itzá está subiendo paulatinamente de nivel porque recibe más agua de la que se evapora. En las calles que desembocan en la orilla se puede apreciar cómo algunas casas han sido invadidas por el agua. Las puestas de sol en el lago son espectaculares por el color que toma el cielo y es el momento del día en que parece detenerse el tiempo sobre la isla.

Para acudir a los sitios más alejados hay que pactar el precio con los “cayucos” motorizados. Un lugar cercano es el Petencito, que cuenta con un pequeño zoológico. Otra atracción son las grutas de Actún-Can o Cueva de la Serpiente en donde se pueden apreciar estalactitas y estalagmitas que con el tiempo han adquirido caprichosas formas.

La opción más tentadora es la del Biotopo Cerro Cahuí, una zona selvática declarada reserva natural en 1,982. Las palmeras, caobas y ceibas pueblan el paisaje con sus tonalidades verdosas, mientras, con atenta mirada, es posible encontrarnos ante la prodigiosa elegancia de las orquídeas. Hay conocimiento de que aún los jaguares, armadillos y cocodrilos tienen aquí su hábitat. Sin embargo, resulta más fácil encontrarse con mapaches, tortugas y monos. También hay serpientes peligrosas, por lo que es conveniente no salirse de las rutas marcadas. Esta impresionante fauna se completa con su diversidad de aves: tucanes, loros, martines pescadores y garzas, entre otras especies.

Paisaje del Área de Influencia La zona específica de construcción del proyecto, es una zona de Riqueza Natral inigualable, cuanta con un ecosistema integrado, flora y fauna, que se mezclan con la belleza del Lago Peten Itzá, el cual queda como fondo principal, a la vista, desde el terreno en cuestión.

Cabe mencionar, que la implementación de este tipo de sistemas, fomenta, la conservación de tan bello paisaje, al proteger el lago de contaminantes que dañen su Flora y Fauna actual.

11. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

11.1 ALTERNATIVAS CONSIDERADAS

Para la selección de alternativas, derivado del Estudio Socioeconómico y la Investigación de Mercado, (*Anexo B*).

Basados en las características socioeconómicas de la población objetivo, se desarrollaron los siguientes árboles de problemas y objetivos para establecer un marco lógico que facilite la comprensión del presente proyecto y la toma de decisiones.

ARBOL DE PROBLEMAS

El problema principal es la falta de capacidad física para atender conexiones que actualmente tiene la fase I de la planta de tratamiento.

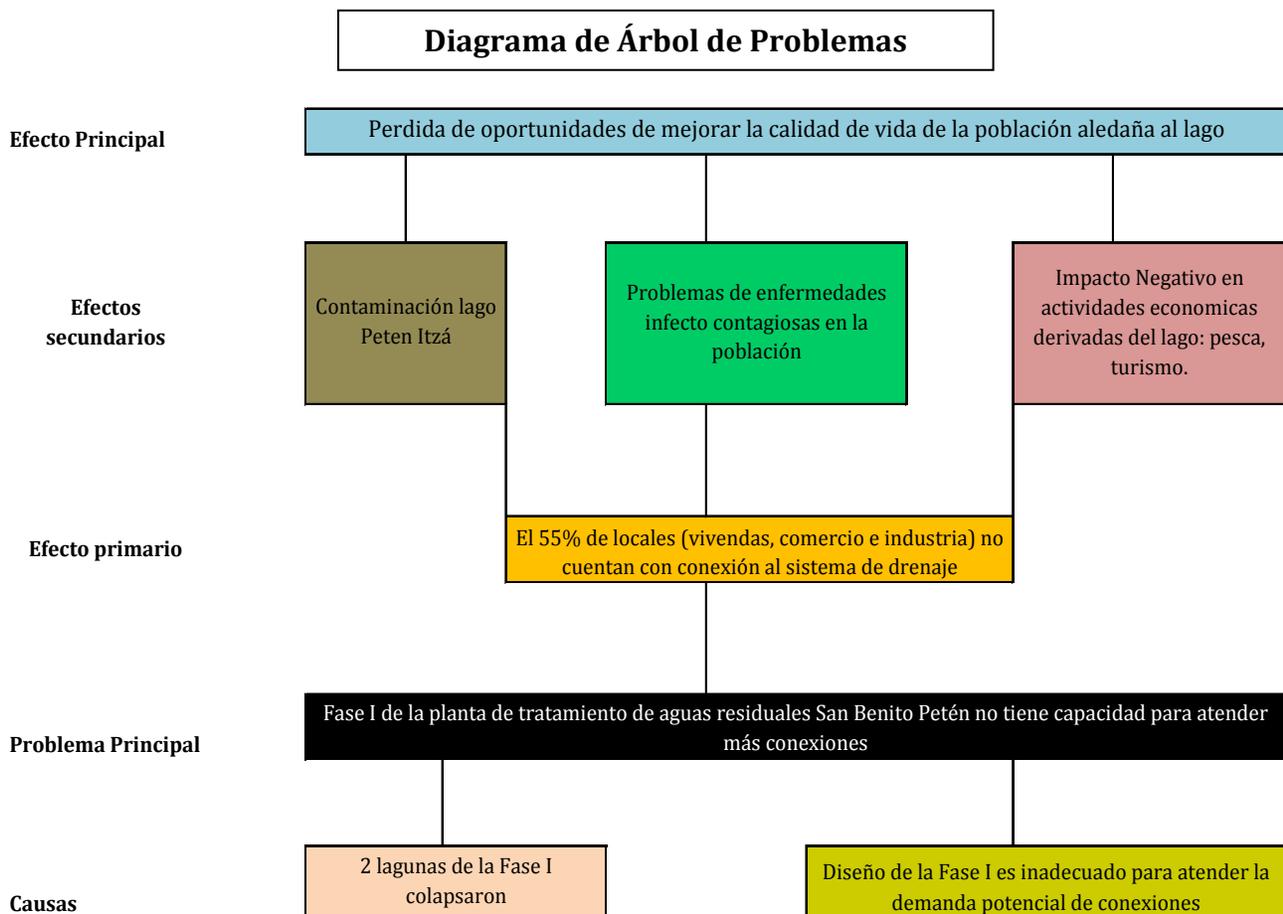
Las causas son principalmente técnicas, ya que dos lagunas de la Primera Fase en funcionamiento están colapsadas debido a un diseño inadecuado de los taludes y por ello presenta un riesgo alto para atender la demanda potencial de conexiones.

El efecto primario de esta falta de capacidad física es que; el 55% de los usuarios de vivienda, comercio e industria aún no están conectados a la red de drenajes.

Este efecto redunda en contaminación del lago Peten Itzá, el cual es la principal fuente de abastecimiento de agua potable de la población, así mismo, ésta se ve afectada por problemas de enfermedades infecto contagiosas y se tiene un impacto negativo en actividades productivas tales como pesca, turismo entre otros.

Por lo que se puede afirmar que el efecto principal es la pérdida de oportunidades de mejorar la calidad de vida de la población que vive en áreas aledañas al lago o que depende económicamente del mismo.

Diagrama 1. Árbol de Problemas.



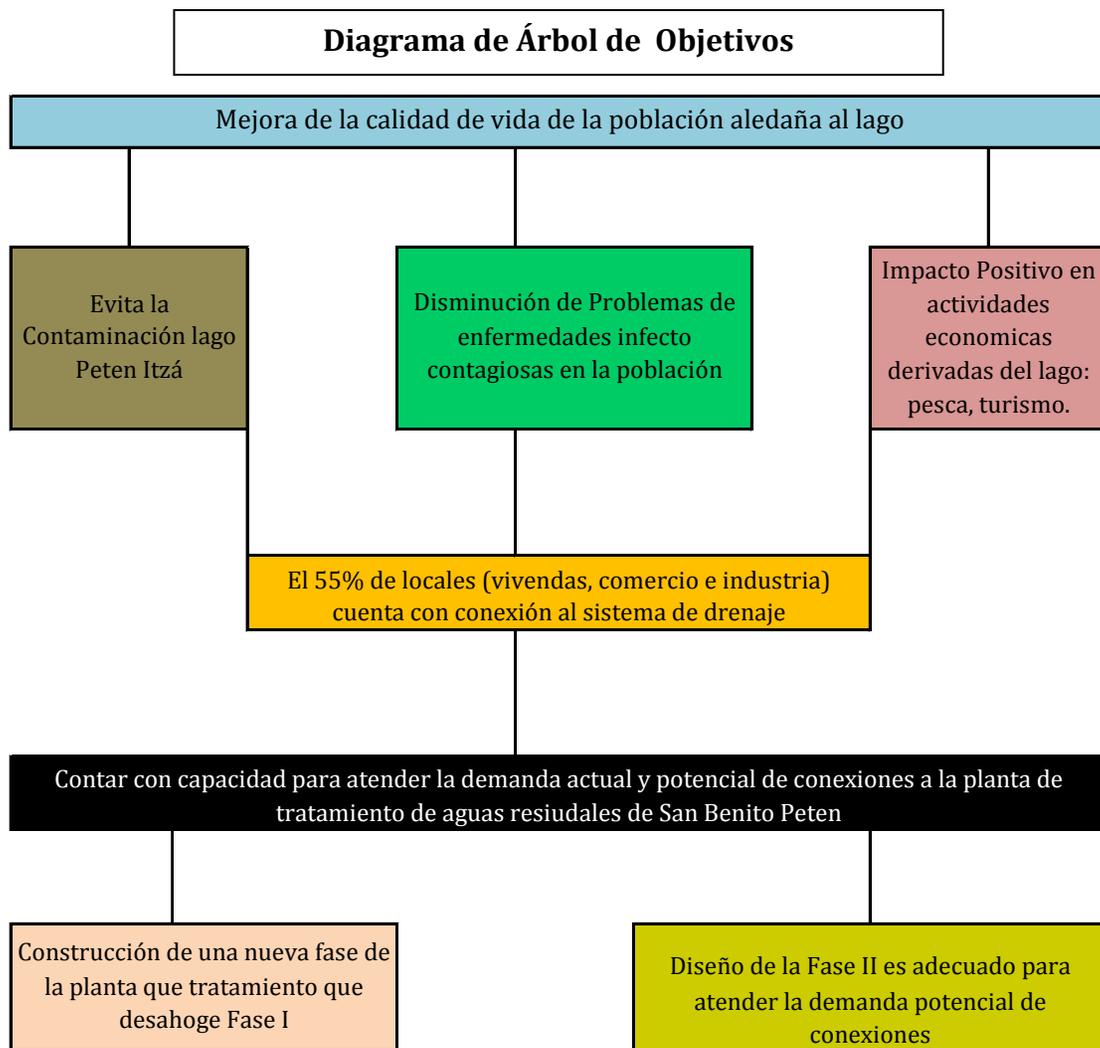
ÁRBOL DE OBJETIVOS

El objetivo principal del presente proyecto es contar con capacidad instalada para atender la demanda actual y potencial de conexiones a la planta de tratamiento de aguas residuales.

La estrategia principal es el diseño y construcción de una fase II de la planta de tratamiento para desahogar la fase I, y posteriormente reparar las dos lagunas colapsadas y contando con la capacidad de conectar al 55% de los locales que actualmente no tienen conexión.

Los efectos esperados son la disminución en el flujo de agua contaminada que desemboca en el lago, la disminución de las enfermedades infecto contagiosas en la población y un impacto positivo para las actividades económicas que dependen directamente del lago.

Diagrama 2. Árbol de Objetivos.



11.2 ALTERNATIVA SELECCIONADA

Llevar a cabo la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales bajo las medidas ambientales y de protección que se consideren prudentes, cumpliendo así con la legislación vigente. Bajo el Sistema de Lagunaje, replicando al actual, con mejoras en el sistema.

La Propuesta de Trabajo Implica:

Colecta el Afluente Tratamiento y Transporte de los Efluentes, el diseño, suministro y montaje del sistema de tratamiento, será alimentado por el proyecto de alcantarillado público, que está puesto en marcha en las comunidades de San Benito, Flores y Santa Elena. Por parte de la empresa EMAPET.

Tratamiento de Efluentes, mediante suministro y construcción de la planta de tratamiento de la Fase II.

Operación y Mantenimiento de la Planta de Tratamiento, monitoreo continuo durante la construcción e instalación, con personal debidamente capacitado en la operación de este tipo de sistema y principalmente con alta experiencia. Se realizarán tareas de mantenimiento preventivo, tanto de las instalaciones físicas, como de los equipamientos y maquinaria en uso para la operación del sistema.

Disposición Final de Lodos Removidos. Los cuales deberán ser tratados individualmente de las aguas. Pueden buscarse alternativas de transformación o disposición, para los mismos, se debe evaluar los lugares disponibles para su tratamiento, para ello deberá hacerse una caracterización, cuando este puesto en marcha el proyecto en su I y II Fase. Ver *PGA Capítulo 13*

12. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

12.1 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La metodología para la identificación de impactos en el presente EIA, utiliza una matriz de identificación de impactos ambientales.

Para la realización del Estudio de Impacto Ambiental, se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- A. Revisión de antecedentes y bibliográfica del proyecto
- B. Revisión de las características del área
- C. Visitas al área del proyecto, con el fin de verificar los aspectos relacionados con el área de influencia ambiental y sus características biofísicas.

En la siguiente exposición se procederá a identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales para las actividades que se llevan a cabo en la Fase II. Se indicará también la metodología utilizada para la calificación de los impactos identificados y la jerarquización de los mismos.

METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN DE IMPACTOS

La metodología que a continuación se explicará fue modificada de la que se utiliza en, Departamento de Ingeniería y Gestión Ambiental, 1,996, con vigencia en la actualidad. Esta metodología, además, se basa en lo requerido por la Comisión Nacional del Medio Ambiente, República de Chile (CONAMA, Chile), que se ajusta también a los requerimientos indicados en los Términos de Referencia para la formulación de Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental para el desarrollo de actividades que se requieren en el presente Diagnostico Ambiental, proporcionado por el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de Guatemala.

Como base común para la evaluación de los impactos identificados se han utilizado criterios cualitativos como la naturaleza del impacto, la magnitud, su importancia, certidumbre, reversibilidad, entre otros. Se utiliza como herramienta de evaluación general de impactos una matriz de evaluación elaborada en forma específica para este proyecto, pero que puede adaptarse a otros similares o con actividades de incidencia mayor sobre el medio.

El procedimiento en esta evaluación ha seguido la siguiente metodología:

☞ Identificación y evaluación de los impactos mediante una matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales. Esta matriz se compone de dos sectores principales. En el primer sector se relacionan las acciones relevantes del proyecto con los impactos identificados en cada factor ambiental; y en el segundo sector se desarrolla la evaluación de impactos.

La producción y operación de la planta, así como la evaluación de las áreas que se trata con medidas de mitigación, compensación y recuperación.

☞ Asociado a lo anterior, se describen y analizan los impactos ambientales identificados mediante métodos cualitativos y cuantitativos.

Este procedimiento permite evaluar los impactos desde diversas perspectivas y obtener una cuantificación global del impacto de un proyecto, ponderando impactos positivos y negativos. Los criterios utilizados son: naturaleza, magnitud, importancia, reversibilidad, duración, certeza, tipo, tiempo en aparecer y relevancia para el monitoreo ambiental. Estos se describen a continuación:

Naturaleza del Impacto:

Este puede ser: Positivo (+)

Negativo (-)

No significativo (n)

Previsible, pero difícil de cuantificar sin estudios previos (x)

Magnitud:

Hace referencia a la intensidad y área afectada. De Intensidad Baja (1) si el área afectada es inferior a una hectárea o no afecta significativamente la línea base. Intensidad Moderada (2) cuando el área afectada comprende entre 1 y 10 hectáreas, pero puede ser atenuada hasta niveles poco dañinos. Intensidad Alta (3) cuando el área afectada por el impacto es mayor a 10 hectáreas.

Importancia:

Sin importancia (0); Menor (1); Moderada (2) e Importante (3).

Certeza:

La certeza del impacto puede ser:

Cierto (c), cuando el impacto ocurrirá con una probabilidad > al 75%.

Probable (p), el impacto ocurrirá con una probabilidad entre 50 y 75%

Improbable (i), el impacto ocurrirá con una probabilidad menor del 50%

Desconocido (d), se requieren de estudios específicos para evaluar la certeza del impacto.

Tipo:

Directo (D): el impacto es consecuencia directa de la construcción u operación del proyecto, el efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental.

Indirecto (In): el impacto es consecuencia indirecta de la construcción u operación del proyecto, supone una incidencia retrasada en el tiempo respecto a la interdependencia o relación de un factor ambiental con otro.

Acumulativo (Ac): cuando los impactos individuales repetitivos dan lugar a otros de mayor impacto, o bien al prolongarse en el tiempo la acción del agente o actividad inductora, se incrementa progresivamente su gravedad al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto –medio con fragilidad ambiental-.

Sinérgico (Sn): la presencia simultánea de varios agentes o acciones supone una incidencia ambiental mayor que el efecto sumado de las incidencias individuales analizadas aisladamente.

Reversibilidad^{R2}

Reversible (1): la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a corto, mediano o largo plazo, debido a los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Irreversible (2): supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales, a la situación anterior a la acción que lo produce.

Irrecuperable (3): la alteración al medio o pérdida es imposible de reparar.

Duración

Temporal fugaz (1): Si el impacto permanece menos de un año.

Temporal (2): El impacto permanece entre 1 y 10 años.

^{R2} V. Conesa, 1997

Temporal pertinaz (4): Permanece por un tiempo mayor de 10 años; este también puede ser llamado impacto permanente o de duración indefinida.

Tiempo en aparecer

Corto plazo (C): aparece inmediatamente o dentro de los 6 meses posteriores a la construcción o puesta en marcha.

Mediano plazo (M): aparece entre 6 meses y 5 años después de la construcción.

Largo plazo (L): se manifiesta 5 o más años después de la construcción o puesta en marcha.

Relevancia para el Monitoreo Ambiental

Baja (↓): No es significativo incluirlo en el monitoreo ambiental.

Media (⇒): Se incluye en el monitoreo con vigilancia espaciada para el control de su evolución.

Alta (↑): Debe incluirse dentro del monitoreo con un programa específico de control de su evolución y de la efectividad de las medidas de mitigación aplicadas.

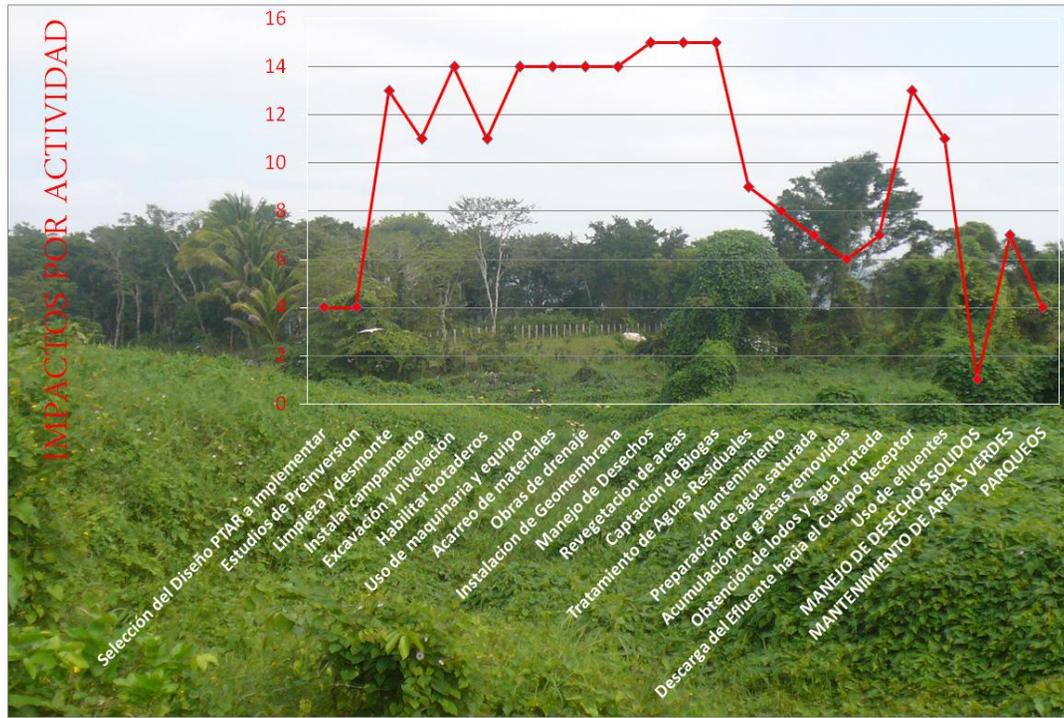
Para la ponderación de los factores se considera que la Magnitud e Importancia son factores principales, por lo que estos se multiplican. Para los criterios de Reversibilidad y Duración, aunque no menos importantes, se ha preferido sumarlos al producto anterior por su menor relevancia significativa. De esta manera el valor máximo para un impacto sería de la siguiente manera:

$$(3 \times 3) + 3 + 4 = 16$$

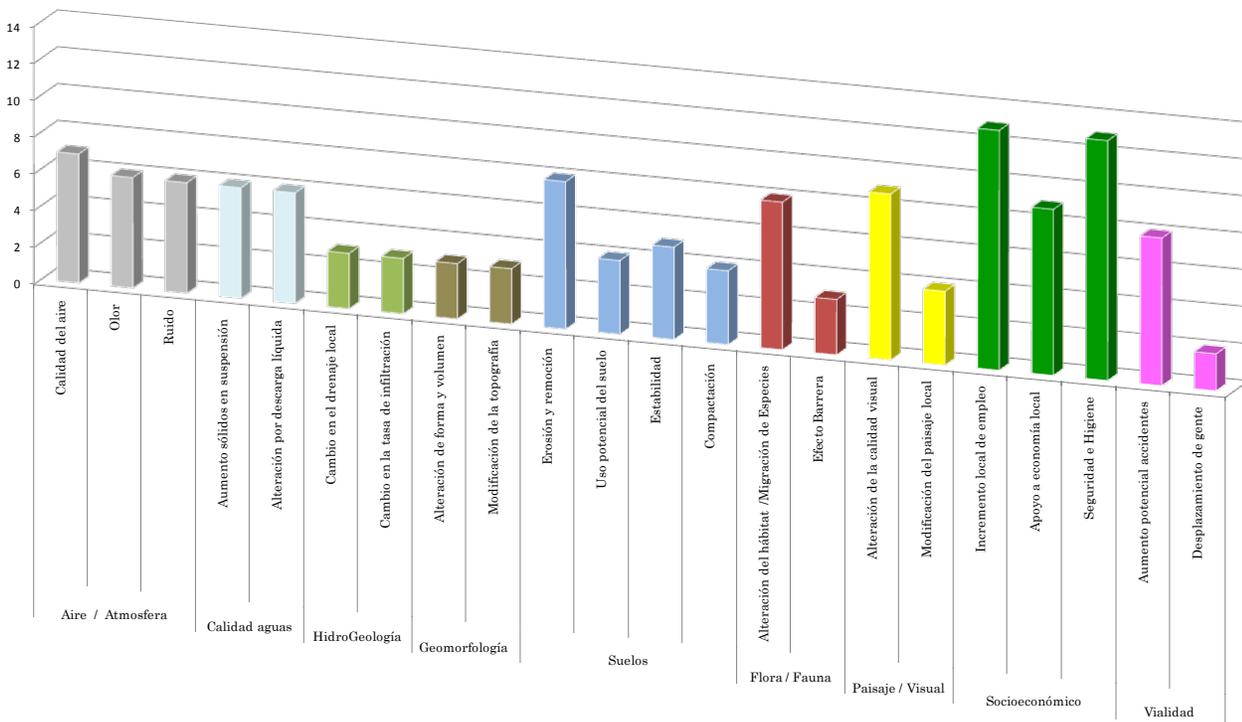
Los criterios de Naturaleza, Certeza, Tipo y Tiempo en Aparecer han sido representados por letras, ya que se ha estimado que constituyen datos de utilidad en la aplicación de las medidas y planes de manejo, pero no presentan una clara naturaleza cuantificable.

La matriz utilizada permite incluir en la evaluación de los impactos, todas las interacciones relevantes, evitando asignar un gran esfuerzo para compilar e interpretar información para interacciones no existentes o no significativas, con respecto a los objetivos planteados como principales en el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental.

GRAFICA 8. Identificación de Impactos



GRAFICA 9. Comparación de Impactos



12.2 ANÁLISIS DE IMPACTOS

La mayoría de los impactos generados por el proyecto son positivos ya que este pretende realizar una mejora sustancial en todo el sector; derivado de esto se desarrollaran mecanismos que coadyuven a potenciar estos efectos positivos.

Los impactos negativos resultan básicamente de la etapa de construcción, esto nos indica que los efectos serán puntuales y temporales; de estos efectos negativos destacan los siguientes:

CONSTRUCCION

- 1. Generación de Polvos y Partículas:** Este efecto se dará durante la mayor parte de la fase de construcción ya que tendrá un fuerte movimiento de tierras, transporte de materiales de construcción y movimiento fuerte de vehículos, tanto transporte pesado como liviano. Esta situación irá disminuyendo conforme el avance del proyecto.
- 2. Producción de Residuos Sólidos:** Los desechos sólidos generados, serán principalmente los producidos por trabajadores, básicamente son desechos domésticos los cuales serán trasladados al Relleno Municipal.
- 3. Incremento en el Tráfico de Camiones en el Área:** Como consecuencia directa del desarrollo de las actividades del proyecto el aumento de circulación de camiones por el área a este aspecto, se le debe poner especial énfasis ya que esto provocara molestias, que aunque temporales, tendrán una repercusión directa en el desarrollo normal de las actividades de los vecinos o actividades próximas al proyecto.
- 4. Generación de Ruidos:** El ruido y vibraciones son generados por la actividad constructiva y el tránsito de maquinaria vinculada al proyecto. En muchos casos el efecto del aire es inevitable, no obstante, se desarrollarán una serie de medidas ambientales que pueden prevenir los impactos negativos hasta una condición que respete las normas vigentes Evidentemente la generación de empleo es un aspecto positivo directo para la población de Peten,
- 5. Impacto Social:** La planta de tratamiento generará para la comunidad ingresos de manera directa creando plazas de empleo, durante la construcción y la operación. Es importante promover la compra de materiales de construcción en el área, como parte de la cadena de impacto económico, producto de este tipo de proyectos.

La construcción de la planta, es un impacto positivo, para el medio físico y biótico del Lago, ya que la implementación de sistemas que reduzcan la contaminación que llega actualmente al mismo, cuerpo receptor, será parte importante de la garantía de vida sana del lago.

- 6. Impactos al Ambiente, Olores:** Sin embargo, el funcionamiento de la misma, puede llegar a ser molesto, por la generación de Olores, producto de la descomposición de los desechos.

Por ello, es importante crear barreras vivas alrededor del proyecto, que sirvan como filtro para los malos olores.

Implementar mejoras al sistema como pre y post tratamientos de las aguas tratadas en las lagunas.

- 7. Impactos Negativos:** La construcción en sí genera impactos que pueden considerarse como negativos, sin embargo no son permanentes, estos impactos son: ruido generado por el uso de maquinaria, contaminación del aire por partículas en suspensión causada por el movimiento de tierras y eliminación de cobertura boscosa o remoción del suelo, etc.

Algunos otros impactos catalogados como negativos, de una manera más permanente son: la creación de barreras lo que no permite la libre locomoción de especies animales nativas del área, la eliminación de cobertura vegetal propia del área, lo que causa la migración de especies, el cambio en el paisaje. Pero estos impactos tienen medidas de mitigación que reducen estos impactos negativos. Dichas medidas están descritas en el PGA más adelante.

En las fases subsiguientes se generará polvo, específicamente durante las fases de movimiento de tierras y construcción, lo que podría impactar el área de influencia directa del proyecto, causando posibles molestias a los vecinos del lugar, lo cual se tiene contemplado prevenir y mitigar.

- 8. Impactos Visuales:** El desarrollo del proyecto provoca impacto visual al cambiar el paisaje existente en el área directa del mismo.

OPERACION

- 1. Manejo de los lodos extraídos** los lodos extraídos de las lagunas, en la etapa de operación representan uno de los mayores problemas de mantenimiento de estos sistemas, para ello se determinaron las actividades y análisis de laboratorio que se deben llevar a cabo para su adecuada de remoción, en el manual de operación y mantenimiento adjunto a este documento.

12.3 EVALUACION DE IMPACTO SOCIAL

La generación de empleo local causa un impacto positivo, ya que se emplearán trabajadores para la operación de la Planta de Tratamiento, así como para el control de la misma. La operación de esta planta permite el empleo de mano de obra y trabajo especializado, lo que aumentara los requerimientos de bienes y servicios. A largo plazo se espera que el nivel de

vida mejore en calidad. Debe recomendarse al constructor que tome en cuenta mano de obra local.

En base al estudio de mercado realizado, podemos determinar los siguientes impactos socioeconómicos, en base a las encuestas realizadas a la población de las tres ciudades.

ASPECTOS ECONOMICOS

- Se determinó el 90% de la población, sabe que el Uso del Alcantarillado tiene un costo.
- El 79% de la población tiene el conocimiento de que el dinero colectado con ese pago, es utilizado para el mantenimiento del Sistema de Tratamiento.
- El 96 % de la población, cree que se deben de instalar otros sistemas para tratamiento de las Aguas Residuales.
- La media de pago por el servicio según los Pobladores que conocen el monto que pagan, es de *Q40.00* quetzales mensuales. Quedando los rangos obtenidos, en *Sector RESIDENCIAL Rango Q18 a Q38*, *Sector COMERCIAL Rango Q40 a Q70*, *Sector INDUSTRIAL Rango Q75 a Q300*.

Esto refleja que; a diferencia de las familias que están en contra de la construcción, que son un promedio de 10 a 15 familias, que están viviendo en áreas aledañas al proyecto, hay un alto porcentaje de la población de Usuarios de las Planta y Potenciales Usuarios, que están interesados en que el sistema de tratamiento se construya.

Según el Árbol lógico presentado en el capítulo 11, Selección de Alternativas, el problema principal es que la Planta instalada ya no tiene capacidad para dar servicio a más usuarios, por su situación actual. Pero la implementación de esta nueva fase es la solución a todos los posibles problemas que se generan derivados de la falta de tratamiento de las aguas residuales.

Por lo tanto haciendo un balance socioeconómico, es más la población beneficiada con el proyecto que los que se verán afectados directamente por el mismo.

Se recomienda crear conjuntamente con la municipalidad estrategias de Ordenamiento Territorial, que no permitan construir viviendas a menos de 200m de la planta, esto evitara que existan inconformidades de los posibles futuros habitantes.

La municipalidad puede crear algún plan de reubicación de las familias que viven aledañas al proyecto, siempre y cuando lleguen a un acuerdo.

12.4 SÍNTESIS DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**TABLA 10.** Síntesis de Evaluación de Impactos Ambientales. CONSTRUCCION

Práctica de Construcción	Plazo	Impactos Ambientales Potenciales
Instalaciones temporales	A corto plazo	Aumento en las áreas superficiales impermeables a la infiltración de agua, incremento del agua de escorrentía.
zanjas		Aumento de los impactos visuales, eliminación de aguas residuales, aumento de polvo y ruido
instalaciones sanitarias		Aumento de impactos visuales y de los residuos del suelo.
Movimiento de tierras	A largo plazo	
excavación		Deterioro, apilamiento del suelo y nivelación del lugar, sedimentación y escorrentía, compactación del suelo, aumento de los niveles de sustancia peligrosas en el suelo, efectos secundarios sobre la vida de las plantas y animales, incorporación de los productos de degradación a la cadena trófica, calidad del agua.
nivelación		
apertura de acequias		
tratamiento del suelo		
Drenaje del lugar	A largo plazo	
establecimiento de drenaje		Descenso del volumen de agua subterránea para cortos y largos períodos de tiempo aumento del volumen y la velocidad del flujo de agua, perjuicio corriente abajo, calidad del agua.
desección		
Barreras Vivas		Etapas Final. Positivo para la conservación de la Flora y Fauna.
siembra temporal		Descenso de la erosión y del flujo superficial del agua de tormenta, estabilización de las pendientes de relleno o de corte expuestas, aumento de la infiltración del agua almacenada en el subsuelo, impactos visuales.
siembra y pasto permanente		
Instalaciones permanentes	A largo plazo	
zona de parqueo		escorrentía del agua pluvial, productos del petróleo
desvíos		Impacto visual, sedimento, escorrentía.
tratamiento de efluentes		Posible generación de olores
suministro y tratamiento de aguas		vertidos de agua y calidad
carretera de acceso		Aumento de la escorrentía.

Fuente: DIBASA.

13. PLAN DE GESTION AMBIENTAL (PGA)

13.1 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO Y EJECUTOR DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El responsable de implementar las medidas de mitigación es el Ing. Augusto Javier Pinelo Guzmán o el Gerente General de la Empresa EMAPET quien a la vez es responsable de poner en práctica los planes de contingencia y el Plan de Gestión Ambiental propuesto en el presente estudio.

Se recomienda que, conscientemente, se lleve a cabo lo siguiente:

- A) Implementar correctamente las medidas de mitigación propuestas con el objeto de prevenir, controlar, mitigar y compensar si fuera el caso los impactos potenciales ambientales negativos previstos durante el desarrollo del presente proyecto.
- B) Implementar todas las medidas de seguridad industrial y salud humana propuestas en los planes correspondientes, que contribuyan a evitar y/o minimizar los riesgos implícitos en los frentes de explotación y área de trituración y en general en el desarrollo del proyecto, que protegen principalmente las vidas humanas o efectos negativos en la salud de los trabajadores.

13.2 SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA AMBIENTAL

Deberán aplicarse las medidas propuestas en el PGA. Como se ha planteado a lo largo del presente documento, el encargado de la planta será quien esté a cargo del mantenimiento de las áreas verdes, modificaciones, y otras actividades que apoyen el adecuado funcionamiento de la Planta de Tratamiento.

A la vez, por medio de hojas de revisión donde se haga constar que los trabajadores utilicen el equipo de protección, limpieza de áreas donde se puede generar algún tipo de contaminación ambiental debido al polvo principalmente.

Control del Funcionamiento: Monitoreo Analítico

Los objetivos del proceso de lagunas facultativas son: 1) estabilizar la materia orgánica a través de la remoción de DBO; 2) la remoción de sólidos suspendidos en las aguas residuales crudas; y 3) la remoción de patógenos. Los objetivos principales del proceso de lagunas de maduración son: 1) la remoción de patógenos y coliformes fecales; y 2) la continuación de remoción de DBO. Para conseguir estos objetivos, es necesario efectuar una serie de mediciones y determinaciones analíticas, como:

1. La concentración de DBO en el afluente del sistema y en el efluente de cada laguna.
2. La concentración de sólidos suspendidos en el afluente de cada laguna facultativa como medida del potencial de acumulación de los lodos.
3. La concentración de sólidos suspendidos en el efluente de cada laguna para determinar las concentraciones de algas.

4. La concentración de huevos de helmintos y coliformes fecales en el afluente del sistema y en el efluente de cada laguna.
5. Mediciones de los caudales como fue mencionado anteriormente.

Estos podrán ser determinados por medio de evaluaciones in situ y análisis de laboratorio, Físicoquímicos, Microbiológicos y Metales Pesados.

Al momento de remover los lodos, es necesario realizar un análisis de los lodos a extraer, que incluya el paquete anterior, para determinar en base a eso el tipo de tratamiento y utilidad de los mismos. No se puede crear un plan de manejo para los mismos sin conocer su contenido.

13.3 PLAN DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL PARA LA FASE DE ABANDONO O CIERRE

Dada la naturaleza del proyecto, este no se piensa abandonar. Debido a la ubicación y ventajas que la planta de tratamiento, éste no es un proyecto que tenga un plazo determinado para abandonarse.

Sin embargo, si por causas ajenas, el proyecto se tendría que abandonar, ésta área deberá ser utilizada para protección y conservación de Flora y Fauna, área verde o áreas de recreación. De ser otra la elección, se hará la propuesta a las autoridades correspondientes para su debida autorización.

El cierre finalmente de las lagunas deberá ser evaluado en su momento y deberá crearse un plan sistemático del cierre y clausura de las mismas, determinando los escenarios posibles que pudiesen existir.

Detalle de Medidas. Tipos de Impactos y Tipos de medidas utilizados en el PGA, para calificar el comportamiento de cada una de las actividades:

C	ETAPA DE CONSTRUCCION
O	ETAPA DE OPERACIÓN
M	MITIGACION
B	BENEFICA
A	ADVERSO
CR	CORRECCION
PR	PREVENCION

TABLA 11. PGA Agua.

Actividad		Impacto		Tipo	Medidas de Mitigación y Compromisos Ambientales			
		Descripción	Tipo		Descripción de medidas	Tiempo de ejecución	COSTO	Responsable
Tuberías	C	M	Contaminación de la capa superficial del suelo con subsuelo excavado, compactación del suelo, erosión del suelo y trastorno de las líneas de drenaje o formas de drenaje natural. Contaminación de los mantos Freáticos Subterráneos.	PR/M	Para minimizar la contaminación de la capa superficial del suelo con subsuelo excavado, pueden tomarse diversas medidas; su aplicación variará dependiendo de las condiciones específicas del suelo. La aplicación adecuada de cal y fertilizante para restaurar de forma inmediata la productividad perdida y la eliminación del exceso de subsuelo después de rellenar la zanja, para reutilizable como relleno. Seguir el patrón similar al drenaje natural del suelo. Dar un constante mantenimiento a las tuberías para mantener el buen estado de estas y no se lleven a cabo derrames.	Etapa de construcción y operación	Q15,564.89	Gerente de EMAPET y EMPRESA CONSTRUCTORA
Construcción de PTRAR	C	A	El efecto de la erosión causada por las diferentes actividades de construcción contribuye pueden causar nubes de polvo y sedimentación de material.	M	Minimizar la erosión durante las fases de construcción y funcionamiento del proyecto, esto puede facilitarse con el uso moderado de rociadores de agua en las áreas de movimiento de tierra, que puedan generar mucho polvo. En las áreas ya intervenidas revegetando con especies de crecimiento rápido.	Durante la etapa de construcción.	Q400,281.78	EMPRESA CONSTRUCTORA
Operación de Planta de tratamiento de agua	O	M	Los Sólidos, puede irse acumulando o formando capas de grasa dentro del sistema de tratamiento, lo cual puede contaminar el agua que ya fue tratada.	PR	Dar mantenimiento mensual a la planta para evitar que haya acumulación de contaminantes o desechos sólidos en suspensión y malos olores. Capacitar a la persona encargada de mantenimiento acerca del control y manejo de la planta, esta capacitación deberá otorgarla EMPRESA CONSTRUCTORA, en base al Manual de Operación y Mantenimiento . EMAPET por su parte deberá contemplar en sus costos de Operación y Mantenimiento la capacitación de su personal para asegurar el adecuado mantenimiento del sistema.	Al Finalizar la Construcción y Primerar Capacitación al personal que se requiera. Según la rotación de personal	Q1,564.96	Gerente de EMAPET y EMPRESA CONSTRUCTORA
Control de la Calidad Ambiental	O	M	Aguas Residuales, Cumplimiento del Reglamento 236-2006	PR	Realizar Trimestralmente Análisis Físicoquímicos, Microbiológicos y Metales Pesados. A las aguas del Efluente de la Planta, toma compuesta como se indica a continuación. Aunque la mayoría de las características físicas, químicas y microbiológicas varían en función de la profundidad de las lagunas y durante las diversas horas del día, es importante recordar que lo que importa es caracterizar la calidad del efluente final. Así, la realización de muestras compuestas, formadas a partir de muestras simples recolectadas cada hora durante las 24 horas del día, producen resultados confiables de los parámetros analizados. La aplicación de técnicas de muestreos compuestos es fundamental en cualquier seguimiento de lagunas.	cada Tres meses a partir de Puesta en Marcha de la Planta (en los costos se refleja el costo anual)	Q15,600.00	GERENTE DE EMAPET

Fuente: DIBASA.

TABLA 12. PGA Suelo.

SUELO								
Medidas de Mitigación y Compromisos Ambientales								
Actividad	Etapa	Tipo	Impacto Descripción	Tipo	Descripción de medidas	Tiempo de ejecución	COSTO	Responsable
	O	M	Caracterización de los Lodos	PR	Previo a la remoción de los lodos debe realizarse Análisis Físicoquímicos, Microbiológicos y Metales Pesados esto para determina el Plan de disposición de los mismos o su posible aprovechamiento.	Previo a la Extracción de los Mismos Un mes antes.	Q5,800.00	GERENTE DE EMAPET
Extracción de Lodos	O	M	Remoción de Lodos	PR	<p>PROCEDIMIENTO DE EXTRACCIÓN DE LODOS. La manera más económica de remover los lodos es la limpieza en seco, donde se vacía la laguna y se secan los lodos expóniéndolos al sol durante la época seca. Cuando los lodos tienen una humedad de alrededor del 20—30%, se puede utilizar un cargador frontal y camión de volteo para removerlos.</p> <p>Se recomienda que, para drenar la laguna, se desvíe el afluente a otra laguna en paralelo.</p> <p>Después de vaciar la laguna, se seca los lodos por un período entre uno y dos meses. La extracción de lodos con la maquinaria debe tomar menos de una semana. Los lodos removidos deben ser almacenados en un sitio que no ofrezca peligro a la población y al medio ambiente por un período de, por lo menos, un año para destruir los huevos viables de helmintos. Después de haberse removido los lodos, se llena la laguna vacía para recuperar la capacidad de tratamiento.</p> <p>Es muy importante remover los lodos del fondo de las lagunas facultativas cuando se llega a una acumulación media de menos que 0.5 metros, y preferiblemente menos de 0.3m. Ya que se forman una capa muy dura resultado del secado por evaporación, si se llegan a una profundidad de más que 0.5 m, será casi imposible secar y remover los lodos con maquinaria. Con una profundidad menos que 0.5 m. se secan los lodos fácilmente por medio de evaporación y la formación de agrietamientos.</p> <p>Las experiencias del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados con las 25 lagunas en Nicaragua muestran que las lagunas necesitarán una limpieza de lodos en promedio de cada 5 a 10 años (INAA, 1996). Por esta razón es fundamental diseñar lagunas facultativas en paralelo (para tener una laguna en operación cuando se limpia la otra) y planificar un programa de mediciones de las profundidades de lodos, remoción y tratamiento de lodos, y disposición final.</p> <p>Si no desarrolle y lleve a cabo esta planificación, las lagunas fracasarán en menos de 15 años de operación por la acumulación de lodos.</p>	Durante la etapa de Operación en promedio cada 7 años, el costo refleja el costo anual de ahorro para esta actividad	Q213,213.46	GERENTE DE EMAPET

Fuente: DIBASA.

TABLA 13. PGA Atmosfera.

ATMÓSFERA								
Actividad	Etapas	Tipo	Impacto Descripción	Tipo	Medidas de Mitigación y Compromisos Ambientales			
					Descripción de medidas	Tiempo de ejecución	COSTO	Responsable
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	C	M	La operación de maquinaria y movimiento vehicular existe producción de monóxido de carbono, y otros gases que contaminan la atmósfera.	PR	<p>Se recomienda darle el mantenimiento adecuado a la maquinaria y vehículos para minimizar la emisión de gases a la atmósfera. Así como implementar el Riego durante las horas de excavación, periódicamente para evitar las nubes de polvo.</p> <p>Según Mara (1976), la liberación de olor en una laguna anaerobia ocurre cuando la carga orgánica volumétrica es mayor que 400 g DBO5/m3 día.</p> <p>Hammer y Hammer Jr. (1996) afirman que las características más importantes de un desecho a ser tratado anaerobiamente son: elevada concentración orgánica, particularmente proteínas y grasas, temperatura elevada (mayor que 25 oC), estar libre de materiales tóxicos y nutrientes biológicos suficientes. Los efluentes líquidos típicos de una industria de procesamiento de carne, con una DBO5 de 1.400 mg/l, contenido de grasa de 500 mg/l, temperatura de 28 oC y pH neutro, presenta estas características.</p> <p>El control de olor puede lograrse de la siguiente manera:</p> <p>Aumentando el pH hacia 8, de modo que la mayor parte del sulfuro formado por la reducción bacteriana de sulfato exista en la forma de ion inodoro bisulfuro (HS-).</p> <p>La corrección del pH puede hacerse mediante la aplicación de polvo calcáreo, de cal o de nitrato de sodio (NaNO3), popularmente llamado de salitre o nitrato de Chile, durante el tiempo suficiente para que surja la fermentación metanogénica.</p> <p>Recirculando el efluente de la laguna facultativa secundaria o de las lagunas de maduración hacia la entrada de la laguna anaerobia, en la proporción 1 a 4 hasta 1 a 6 (un volumen del efluente final para 4 a 6 volúmenes del efluente crudo).</p>	Etapa de Construcción	Q333,568.15	GERENTE DE EMAPET
	O	A	Generación de Malos Olores	M	<p>Se contemplo la creación de una Barrera Viva, simultanea a un Muro perimetral que tendrá 2.90 metros de alto, el cual protegerá en gran parte que el viento lleve el olor hacia otras partes no deseadas.</p>	Etapa de operación	Q66,128.20	
	O	M	Viento	M				

Fuente: DIBASA.

TABLA 14. PGA Especies y Poblaciones Terrestres.

ESPECIES Y POBLACIONES TERRESTRES								
Actividad	Etapa	Tipo	Impacto	Tipo	Medidas de Mitigación y Compromisos Ambientales			
			Descripción		Descripción de medidas	Tiempo de ejecución	COSTO	Responsable
Construcción de PTAR	C	M	Alteración de paisaje.	CR	Plantación de arboles para corregir y mejorar el paisaje del área utilizada para la PTAR. Se implementará una Barrera Viva como medida de mitigación e Olores, la cual servirá también para cobijar aves. Las lagunas son sistemas controlados que sirven de zonas aptas para la vida silvestre regional. Se Recomendó Sembrar Madre Cacao por su rápido crecimiento y tipo de raíz. El proponente deberá solicitar la colaboración de INAB para la obtención de los arboles adecuados. estos deben estar a una distancia prudencial de las lagunas, no menor a 10 metros.	Etapa de construcción	Q105,805.12	GERENTE DE EMAPET
Operación de Planta de Tratamiento	O	M		CR	Mantenimiento de las áreas internas de la planta, la materia orgánica puede provocar saturación en las lagunas. Por ello es importante barrer, recoger y desechar la materia orgánica generada por la barrera viva.	Mantenimiento Mensual del Área de la Planta Durante operación. Mantenimiento Periódico Semanal. Costo Anual Reflejado	Q42,000.00	

Fuente: DIBASA.

TABLA 15. PGA Socioeconómico.

SOCIOECONOMICO								
Actividad	Etapa	Tipo	Impacto	Tipo	Medidas de Mitigación y Compromisos Ambientales			
			Descripción		Descripción de medidas	Tiempo de ejecución	COSTO	Responsable
Construcción de lagunas	C	B	Empleo, personas del sector. Empresas Especializadas	M	Contratar personal del área, para los trabajos que se realizaran en la Obra. Personal calificado, para la supervisión de todas las actividades. Empresas Especializadas en el caso de la Planta de Tratamiento para efluentes de aguas residuales. Capacitar al personal.	18 Meses que durara la Construcción	Q792,000.00	GERENTE DE EMAPET
Operación de Planta de tratamiento de agua	O	B	Mano de Obra Calificada	B	Personal Calificado, que conozca del sistema, responsable y bien capacitado. Se requerirá un Supervisor de Planta, dos operarios como mínimo y una persona de limpieza y mantenimiento de áreas.(jardinería y limpieza)	Salarios Mensuales, Cálculo Anual.	Q114,089.84	
Operación de Planta de tratamiento de agua	O	B	Capacitación	B	Contratación de Empresas especializadas para mejoras al sistema implementado de mantenimiento, sistematización electrónica y controles de mantenimiento preventivos. Acciones en caso de desastres, En caso de Emergencia.	periódicamente, por lo menos dos veces al año.	Q28,000.00	

Fuente: DIBASA.

RESUMEN DE COSTOS MEDIDAS DE MITIGACION

AGUA		Q433,011.63
SUELO		Q500,312.06
ATMOSFERA		Q399,696.35
ESPECIES Y POBLACIONES TERRESTRES		Q147,805.12
SOCIOECONOMICO		Q934,089.84
TOTAL		Q2,414,915.00

PROBLEMAS DE FUNCIONAMIENTO Y SOLUCIONES PARA LAS LAGUNAS***LAGUNAS PRIMARIAS ANAEROBIAS*****Indicadores de Buen Funcionamiento de las Lagunas Anaeróbicas**

Se supone que una laguna anaeróbica está funcionando bien cuando:

- El agua almacenada presenta un color gris.
- Se observa un desprendimiento continuo de gases desde el fondo, que se aprecia como un burbujeo, fácilmente visible si se mira la laguna a contraluz.
- La superficie de la laguna esta total o parcialmente cubierta con una capa solida formada por grasa, aceites y otras materias flotantes.
- Los taludes internos están libres de vegetación, tanto de malezas hierbas como de plantas acuáticas.

Problema de Funcionamiento de las Lagunas Anaeróbicas

La depuración en las lagunas anaeróbicas presenta una tolerancia bastante baja a cambios ambientales, tanto en carga orgánica aplicada como en temperatura y pH.

Seguimiento y Control de Malos Olores

La aplicación de malos olores puede deberse a las siguientes razones:

- Desajuste en la carga orgánica aplicada a la laguna, tanto por encima como por debajo del intervalo utilizado para el diseño. La laguna estará funcionando como laguna anóxica. El operador debe verificar el contenido de materia orgánica del agua residual y confirmar si se trata de una sobrecarga o si el agua residual está demasiado diluida.
- Gran oscilación en el caudal de entrada. Cuando el caudal aumenta o disminuye con respecto al intervalo de diseño, el agua residual permanece, respetivamente, menos y más tiempo del previsto en las lagunas. Esto provoca el rompimiento del equilibrio necesario entre las distintas fases de la depuración anaerobia (hidrolítica, acidogénica y metanogénica), con la siguiente interrupción del proceso.

- Caída repentina de la temperatura ambiental, que da lugar a la disminución de la velocidad de los mecanismos de depuración.
- Variación en la composición del agua residual del efluente crudo. Si se descartan todas las razones anteriores, conviene realizar un análisis detallado de la alimentación, en el que se establezcan los dos aspectos siguientes:
 - ❖ pH del agua residual, que puede presentar valores demasiado altos o bajos (fuera del intervalo 6,5 o 9,0);
 - ❖ presencia de sustancias tóxicas;Cualquiera de estas dos circunstancias es indicación de la existencia de un vertimiento industrial de nueva incorporación a la red de alcantarillado.

Según Mara (1,976), la liberación de olor en una laguna anaerobia ocurre cuando la carga orgánica volumétrica es mayor que 400 g DBO₅/m³ día.

Hammer y Hammer Jr. (1,996) afirman que las características más importantes de un desecho a ser tratado anaerobiamente son: elevada concentración orgánica, particularmente proteínas y grasas, temperatura elevada (mayor que 25 °C), estar libre de materiales tóxicos y nutrientes biológicos suficientes. Los efluentes líquidos típicos de una industria de procesamiento de carne, con una DBO₅ de 1.400 mg/l, contenido de grasa de 500 mg/l, temperatura de 28 °C y pH neutro, presenta estas características.

El control de olor puede lograrse de la siguiente manera:

- Aumentando el pH hacia 8, de modo que la mayor parte del sulfuro formado por la reducción bacteriana de sulfato exista en la forma de ion inodoro bisulfuro (H₂S).
- La corrección del pH puede hacerse mediante la aplicación de polvo calcáreo, de cal o de nitrato de sodio (NaNO₃), popularmente llamado de salitre o nitrato de Chile, durante el tiempo suficiente para que surja la fermentación metanogénica.
- Recirculando el efluente de la laguna facultativa secundario o de las lagunas de maduración hacia la entrada de la laguna anaerobia, en la proporción 1 a 4 hasta 1 a 6 (un volumen del efluente final para 4 a 6 volúmenes del efluente crudo).

Surgimiento de Coloraciones Rosa o Rojo

Este fenómeno es causado por el desarrollo de bacterias fotosintéticas del azufre, lo que constituye un síntoma de falta de carga en las lagunas anaerobias. En este caso, es posible que no produzcan olores desagradables.

Desarrollo de Mosquitos y Otros Insectos

Este problema suele aparecer en primavera y verano, si se han dejado crecer plantas acuáticas o incluso plantas terrestres que han alcanzado el borde del agua. La solución es mantener los taludes siempre libres de plantas.

También es importante evitar que caigan plantas o ramas a las lagunas, pues también sirven de soporte para el desarrollo de insectos. A veces, la capa de costra superficial puede servir de criadero de mosquitos. En este caso, una posible solución es remover esta costra con un rastrillo, para que las larvas de insectos se desprendan y se sedimenten en la laguna. Es preferible evitar siempre el uso de insecticidas.

Crecimiento de Malezas y Plantas Acuáticas

El crecimiento de plantas acuáticas provoca la proliferación de insectos. Además, la presencia de insectos y larvas de éstos atrae a las ranas, que a su vez atraen a los roedores, y éstos, a las serpientes. Si las plantas acuáticas no se retiran periódicamente, pueden incluso comprometer la seguridad de las lagunas, ya que los roedores excavan túneles por los que se producen filtraciones.

Las malezas que crecen sobre la parte seca de los taludes tienen menor relevancia en el funcionamiento de las lagunas, pero ofrecen una impresión de desidia y abandono que debe evitarse en toda instalación, y en especial en una planta de tratamiento de aguas residuales.

LAGUNAS SECUNDARIAS FACULTATIVAS Y TERCIARIAS DE MADURACION

Indicadores de Buen Funcionamiento de las Lagunas Facultativas y de Maduración

- El agua presenta una coloración verde intensa y está prácticamente libre de sólidos sedimentados. La coloración es más pálida para las lagunas de maduración. Las coloraciones verdeazuladas denotan la presencia de algas verdeazules (cianofíceas), que tienen efectos negativos por su menor productividad y tendencia a la formación de agregados que impiden la correcta iluminación de las lagunas.
- La superficie del agua está libre de toda materia sólida.
- Existe ausencia de plantas acuáticas y malezas en los taludes.

Problemas de Funcionamiento de las Lagunas Facultativas y de Maduración

Los problemas operativos más frecuentes en las lagunas facultativas y de maduración son la acumulación de materias flotantes, aparición de malos olores, desarrollo de coloraciones rosa o rojo, anomalías de flujo, crecimiento de malezas y plantas acuáticas y desarrollo de mosquitos y otros insectos.

Surgimiento de Malos Olores

La aparición de malos olores puede deberse a las siguientes razones:

- Sobrecarga.
- Presencia de tóxicos o efluentes industriales en las aguas residuales.
- Períodos prolongados de mal tiempo, con bajas temperaturas e insolación.
- Cortocircuitos.
- Reducción en la mezcla generada por el viento.

La sobrecarga en lagunas facultativas se detecta fácilmente por la disminución en la intensidad de la coloración verde, acompañada por un descenso en la concentración de oxígeno disuelto y el pH y la aparición de malos olores. Siempre que se producen problemas de funcionamiento en las lagunas anaerobias, hay que esperar hasta que las lagunas facultativas presenten problemas de sobrecarga.

Otras posibles fuentes de sobrecarga son el reparto desigual de caudales y los vertimientos industriales clandestinos. La presencia de tóxicos en la alimentación debida a estos vertimientos, provoca un desequilibrio súbito y sin razón aparente en el proceso.

Los cortocircuitos pueden detectarse mediante la medida de oxígeno disuelto en varios puntos de la laguna. Las lecturas muy desiguales pueden ser indicaciones de esta anomalía en el régimen de flujo.

La reducción en la mezcla generada por el viento puede deberse al crecimiento de árboles o a la construcción de edificios alrededor del área, bloqueando así su paso.

Acumulación de Materias Flotantes

Los problemas más frecuentes son causados por la formación de costras y la presencia de papeles, plásticos, grasas y aceites que no han sido eliminados en el tratamiento preliminar. Todos estos elementos deben retirarse inmediatamente. A veces se produce la acumulación de agregados de algas en la superficie, en especial después del desarrollo de algas verdiazules en épocas calurosas. Estas acumulaciones superficiales restringen el paso de la luz, y además pueden causar problemas de olores al podrirse. Los agregados de algas pueden romperse mediante un chorro de agua con manguera, dirigido hacia ellas desde la orilla de las lagunas, provocando así su sedimentación en el fondo.

Otra posible causa de la aparición de costras en las lagunas facultativas poco profundas es la flotación de parte del lodo acumulado en el fondo. Este fenómeno suele ocurrir cuando la temperatura es elevada y se produce un burbujeo muy activo en el lodo, que lo arrastra hasta la superficie.

Cortocircuitos o Caminos Preferenciales

Las anomalías de flujo en las lagunas provocan siempre una disminución en la eficiencia del tratamiento. Cuando estas anomalías son graves, pueden dar lugar a problemas de malos olores, baja calidad del efluente y, en general, poca eficiencia en el proceso de depuración. Los cortocircuitos son causados por diversos motivos:

- Deficiente diseño de las entradas y salidas, morfología poco adecuada de las lagunas, o vientos dominantes que provocan corrientes que no se tuvieron en cuenta en el proyecto.
- Desarrollo del fenómeno de estratificación.
- Presencia de plantas acuáticas en el interior.
- Acumulación de lodos en el fondo, principalmente en las lagunas facultativas primarias.

Crecimiento de Malezas y Plantas Acuáticas

Las lagunas de estabilización no presentan problemas de desarrollo de insectos, mientras se conserven libres de plantas acuáticas u otros soportes para las larvas, como ramas secas y costras. La cría de peces en las lagunas de maduración puede ser una buena solución para el control de insectos. Las especies más indicadas son aquellas adaptadas a ambientes eutroficados, como *Gambusia*, *Lebistes*, *Tilapia* y *Carpa China*.

Control Analítico, Muestreo y Determinaciones

Los programas de monitoreo de la calidad del efluente dependen del destino que se le dé, adquiriendo características específicas, de acuerdo con la ocurrencia y el tipo de uso. Aunque la mayoría de las características físicas, químicas y microbiológicas varían en función de la profundidad de las lagunas y durante las diversas horas del día, es importante recordar que lo que importa es caracterizar la calidad del efluente final. Así, la realización de muestras compuestas, formadas a partir de muestras simples recolectadas cada hora durante las 24 horas del día, producen resultados confiables de los parámetros analizados. La aplicación de técnicas de muestreos compuestos es fundamental en cualquier seguimiento de lagunas de estabilización. Se sabe que gran cantidad de estudios de lagunas producen resultados prácticamente inutilizables, debido a los defectos de las técnicas de muestreo aplicadas.

Los seguimientos experimentales de los sistemas de lagunas son muy importantes, pues permiten:

- Conocer la eficacia del tratamiento en distintas épocas del año y en los distintos aspectos relativos a la calidad del efluente para sus posibles usos.
- Detectar anomalías de funcionamiento y tomar medidas de corrección adecuadas para evitarlas.
- Reunir datos representativos del tratamiento mediante lagunas en la zona o región, que servirían a su vez para mejorar los criterios de diseño y construcción de futuras instalaciones.

14. ANÁLISIS DE RIESGO Y PLANES DE CONTINGENCIA

14.1 ANALISIS DE RIESGO

Evaluacion de Riesgo

Proyecto	Planta de Tratamiento de San Benito Peten, EMAPET
Localizacion	San Benito Peten

Identificacion y Evaluacion de Riesgo Programas y Proyectos		Expuesto al evento	Genera el evento	Nivel de Impacto								Total= A x V
				Insignificante	Minima	Moderada	Severa	Baja	Media	Alta	Extrem. Alta	
Origen del evento	Factor	Amenaza				Vulnerabilidad				R= amenaza x vulner		
	Tipo de Evento	1	4	8	10	2	4	8	10			
Naturales	Meteoreologicos	Huracanes, ciclones y tifones	1				4				4	
		Tornados (vientos fuertes)		4				4			16	
		Tormenta Tropical			8			2			16	
		Onda termica fria	1				2				2	
		Onda termica calida		4			2				8	
		Inundaciones	1					4			4	
		Sequias que provocan perdidas agricolas	1				2				2	
	Otros..Especifique											
	Topograficos o Geotecnicos	Derrumbes	1				2				2	
		Deslizamientos		4			2				8	
		Lahares	1				2				2	
		Flujos de lodo y agua		4			4				16	
		Otros										
	Tectonicos o Geologicos	Terremotos (sismos)		4				4			16	
		Erupciones volcanicas	1				2				2	
Maremotos (tsunamis)		1				2				2		
Otros												
Antropico Social	Derechos humanos	Violacion de derechos humanos	1				2			2		
		Genera pobreza y exclusion social	1				2			2		
		Genera discriminacion (genero, etnia, discapacidad)	1				2				2	
		Ocurrencia de epidemias		4			4				16	
		Otros										
	Seguridad ciudadana	Asesinatos y crimenes	1				2				2	
		Delincuencia organizada	1				2				2	
		Delincuencia Comun	1				2				2	
		Conflictos limitrofes		4			2				8	
		Ocurrencia de guerra									0	
		Ocurrencia de terrorismo		4			2				8	
		Otros										0
	Entorno politico,economico social	Crisis politica (perdida de democracia)	1					4			4	
		Crisis gobernabilidad (alteracion orden publico)	1				2				2	
		Crisis economica (empobrecimiento)	1				2				2	
		Crisis social (conflictos entre pobladores)	1				2				2	
		Otros										0
	Manejo del ambiente	Destruccion de habitats naturales		4				4			16	
		Radiacion solar intensa		4				4			16	
		Descarga de solidos y liquidos a cuerpos de agua			8				8		64	
		Descarga de particulas solidas al aire			8			4			32	
		Contaminacion por ruido superior a 90 DB		4				4			16	
		Contaminacion de suelos		4					8		32	
		Sobreexplotacion de recursos naturales		4				4			16	
Desertificacion			4				4			16		
Incendios forestales		1				2				2		
Total		19	56	24	0	0	42	52	16	0	364	

PARAMETROS DE EVALUACION DE EL RIEZGO

Factor	Escala	Descripcion	
Amenaza	Insignificante	No apreciable	
	Minima	Visible, sin importancia para la estabilidad del sistema	
	Moderada	Alteracion notable, pero en un ambiente reducido	
	Severa	Alteracion notable, extensas consecuencias dañinas y mortales	
Vulnerabilidad	Baja	Poblacion es afectada en forma minima, no existe peligro de muerte	
	Media	Poblacion es afectada focalmente, existe peligro de muerte	
	Alta	Poblacion es afectada extensivamente, existe peligro de muerte	
	Extrem. Alta	Poblacion afectada extensivamente, existe peligro de muerte, sin capacidad de recuperacion	

ESCALA DE RIESGO, SEGÚN LA SUMA DE AMENAZAS POR VULNERABILIDAD

Escala de decision, Riesgo (puntos de riesgo)		
Bajo	menor 400	
Medio	mayor de 400 a 800	
Alto	mayor de 800	

Durante la visita de campo, se observó el área del proyecto para determinar los puntos de Riesgo potenciales, en base a esto y a datos históricos del área se desarrolló la matriz de evaluación de riesgo, según los parámetros evaluados, podemos decir que el proyecto es de *Bajo Riesgo*, según la sumatoria de la evaluación la cual no excede los 400 puntos.

Los riesgos más importantes potencialmente son los Antropicos Sociales, que se refieren a la interacción del proyecto y el medio ambiente; siendo el más alto el que se refiere a la descarga de sólidos y líquidos a un cuerpo receptor. Es importante determinar planes de mantenimiento constantes y eficaces en el área del proyecto, tanto en la fase uno como en la fase dos. El adecuado mantenimiento, será la medida principal de prevención de un derrame o rebalse que pueda afectar al suelo a al lago. La implementación de una laguna de rebalse o el desvío del caudal hacia otra de las lagunas en paralelo, puede evitar algún tipo de desastre.

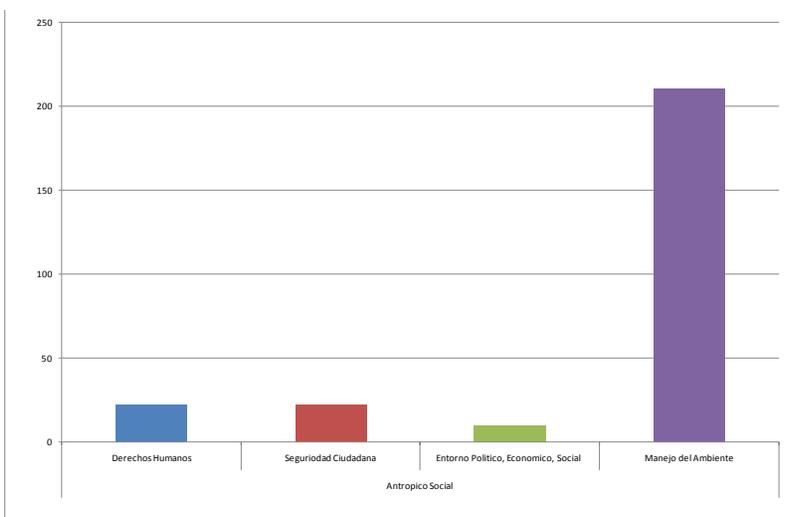
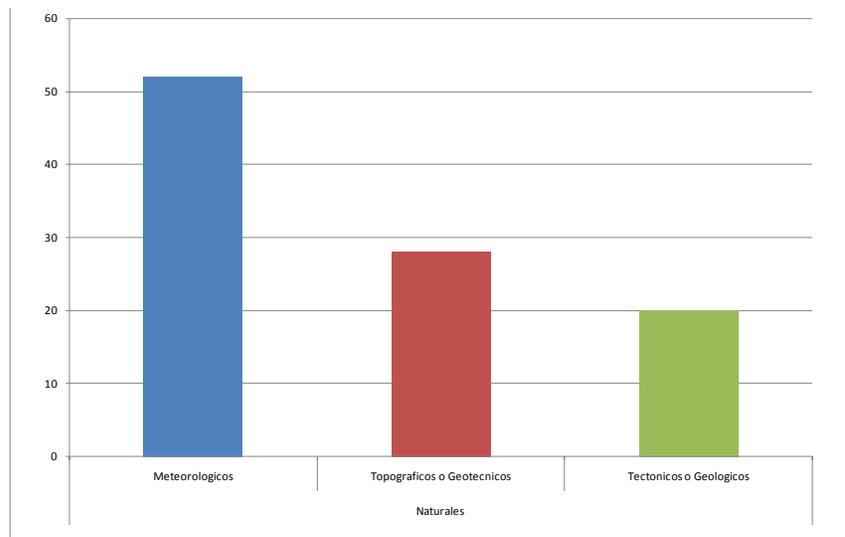
Una adecuada construcción, Bajo estricto control de calidad, garantizara el buen funcionamiento del conjunto y su vida útil. Es importante que el proyecto cuente con un Supervisor de obra externo, que tenga conocimientos de Obra Civil e Hidro sanitarios e Implementar las Supervisiones ambientales de la obra en proceso y en operación, por

medio de un Ingeniero Ambiental registrado como consultor ambiental o una empresa consultora ambiental.

Los factores Naturales, no menos importantes, representan principalmente las inundaciones potenciales, estas no se han registrado en los últimos 10 años, con crecimiento del nivel del lago, hasta el área del proyecto. Sin embargo es importante que se tomen medidas de prevención para las estructuras, en caso el lago eleve sus niveles, evaluar anualmente los registros históricos del mismo, en especial en época de lluvia.

Podemos observar la interacción de los factores en la evaluación en las siguientes graficas.

GRAFICA 10. Evaluación de Riesgo Naturales



GRAFICA 11. Evaluación de Riesgo Antrópico Social

DESCRIPCION DE RIESGOS AMBIENTALES

Los principales riesgos serían fenómenos naturales como inundaciones y lluvias torrenciales, etc., que afecten los trabajos y generen serios impactos al ambiente y a la salud de los trabajadores, por lo que se recomienda llevar a cabo el plan de contingencia incluido en el presente Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental.

Los riesgos de degradación y/o contaminación en la fase de construcción son el polvo proveniente de las máquinas y el movimiento de tierra y el ruido, el cual podría perjudicar la salud de los operarios por ser del orden de más de 75 dB, por lo que se recomienda proveer de tapones de oídos, mascarillas y anteojos para cada operario y trabajador que labore a menos de 20 metros de la maquinaria, la cual deberá contar con alarma de retroceso y tener todos los espejos y luces necesarios para que el operador tenga una mejor visibilidad de su alrededor. Se debe evitar realizar trabajos de excavación durante el tiempo de lluvia para reducir los riesgos de deslaves, y hundimientos.

Objetivo

Establecer principalmente las actividades a realizar antes, durante y después de un desastre, la organización de brigadas de auxilio y rescate, el apoyo a niños, ancianos y minusválidos, así como la atención de heridos y damnificados.

Responsabilidades

El encargado de seguridad y los jefes de áreas son los responsables de la distribución y capacitación del Plan de Contingencia, así como la comunicación interna y externa con entidades como CONRED para obtener apoyo durante la realización de simulacros.

Es responsabilidad de todas las áreas de trabajo prestar el tiempo y personal necesario para realizar la capacitación y los simulacros.

Antecedentes

Es necesario junto con los trabajadores y autoridades planear qué hacer antes, durante y después de un desastre, determinando las actividades que a cada miembro le tocan, así como los ensayos frecuentes de dichas acciones; de esta manera, podremos enfrentarlos de mejor forma.

Dependiendo de la intensidad de los eventos así es la gravedad a los daños humanos y a la infraestructura del proyecto, derivados de situaciones de emergencia que podrían presentar las siguientes situaciones:

- Alarma entre los trabajadores y las familias asentadas en el perímetro del proyecto.
- Suspensión temporal o permanente de servicios básicos y labores.
- Destrucción de bienes.
- Creación de condiciones incompatibles con el logro del bienestar físico, mental y social.
- Pérdida de vidas humanas.

ACCIONES PARA ENFRENTARLOS

En todos los ámbitos: nacional, estatal, municipal y local, así como en todos los lugares donde convivimos: hogar, escuela, trabajo y nuestra comunidad, es necesario contar con planes contra contingencias, que nos permitan estar preparados para saber qué hacer ante estas situaciones, disminuir el temor y limitar los daños.

Estos planes incluyen principalmente las actividades a realizar antes, durante y después de un desastre, la organización de brigadas de auxilio y rescate, el apoyo a niños, ancianos y minusválidos, así como la atención de heridos y damnificados. También es necesario hacer simulacros para poner en práctica las acciones que a cada uno le tocan y así poder efectuarlas de manera correcta y expedita en el momento que se requiera. Debe contemplarse para cada caso; el tipo de desastre, las condiciones y las circunstancias particulares de cada comunidad.

Es necesario junto con las autoridades planear qué hacer antes, durante y después de un desastre, determinando las actividades que a cada miembro le tocan, así como los ensayos frecuentes de dichas acciones; de esta manera, podremos enfrentarlos de mejor forma. En la Coordinadora para la Reducción de Desastres (CONRED) se proporciona orientación en esta materia.

Ante cualquier desastre, lo mejor es mantener la calma, actuar con orden y procurar serenar a los demás; si es necesario, ayudar a niños, ancianos y minusválidos. Cada quién debe saber qué le toca hacer y poder efectuarlo con rapidez y precisión.

En caso de un incendio, lo mejor es no desesperarse y mantener la calma; si el fuego inicia, es pequeño y está en sus manos controlarlo, apáguelo; de no ser posible aléjese del sitio en forma tranquila; si el humo es muy denso cúbrase la nariz, la boca y busque un lugar seguro.

En caso de temblor, mantenga la calma, apague cigarros o cualquier fuente de incendio, colóquese junto a una columna, pilar o debajo de un escritorio, mesa o trabe que le puedan servir de protección. Al terminar éste, diríjase hacia la salida más próxima, en forma tranquila; cuando esté en la calle, aléjese de edificios, postes, cables o anuncios.

14.2 PLANES DE CONTINGENCIA**PLAN DE CONTINGENCIA POR SISMOS****TABLA 16.** Acciones a tomar durante un evento sísmico.

NO.	ANTES	DURANTE	DESPUÉS
1	Reunirse con los trabajadores y definir paso a paso como se debe actuar y proteger la integridad física de cada persona.	Mantener la Calma	Poner atención a las indicaciones de autoridades, entidades de apoyo y líderes de los grupos organizados.
2	Ubicar las zonas de seguridad, en el área de la planta.	Ubicarse en las zonas de seguridad, previamente establecidas por el ejecutor ambiental y aprobadas por el supervisor.	Alejarse de cables eléctricos, vidrios rotos y demás objetos que puedan ocasionar daños físicos.
3	Mantener siempre a la mano un equipo de supervivencia, el cual debe incluir lo necesario para subsistir por un par de días hasta que se reanude la comunicación vial, así también deberá contener un equipo de primeros auxilios para curar personas lesionadas que lo requieran.	Alejarse de ventanas, paredes y objetos que puedan caer y lastimar al individuo.	De estar dentro de una instalación, salir ordenadamente a la zona de seguridad exterior para organizarse con los demás trabajadores o trabajadores.
4	Realizar simulacros periódicos con trabajadores para responder rápidamente durante el evento.	De estar dentro de una instalación, quedarse ahí hasta que el evento haya terminado.	Permanecer afuera hasta que les sea indicado por las autoridades.

Fuente: DIBASA.

Capacitación: Con el fin de hacer seguro y eficiente el trabajo, el encargado de ambiente y/o seguridad organizará e implementará cursos de capacitación de la siguiente manera:

Entrenamiento en la prevención de emergencias, 1 vez al año,
De contingencia mensualmente, debe incluir simulacro de emergencias.

PLAN DE RESPUESTA A EMERGENCIAS

Objetivo

Establecer los lineamientos para la identificación de los riesgos potenciales que puedan afectar al medio ambiente y los mecanismos de su prevención, control y mitigación.

Definiciones

Aspecto ambiental: Elemento de las actividades, productos o servicios de la Empresa que puede interactuar con el ambiente.

Derrame: Sustancia en cualquiera de sus estados, que sale del recipiente que lo contiene y puede causar modificaciones al ambiente, al entrar en contacto con suelo natural o artificial, agua o aire.

Explosión: Manifestación súbita y violenta de un material, liberando luz, calor y produciendo destrucción de materiales, equipos o estructuras que lo contienen y/o aledañas.

Fuga: Salida constante de un material o residuo por un orificio o grieta del recipiente o ducto que lo contiene.

Impacto ambiental: Cualquier cambio al ambiente, ya sea adverso o benéfico, que resulte total o parcialmente de las actividades, operación o servicios de la Empresa.

Impacto ambiental significativo: Impacto que por su efecto sobre el ambiente, importancia para la empresa, legislación aplicable o por requerimientos de partes interesadas debe ser controlado, mitigado o eliminado.

Mitigación: Acciones y actividades encaminadas a la disminución de un impacto ambiental ocasionado.

Riesgo Ambiental: Situación potencial o evento no deseado, propiciado por actividades humanas o fenómenos naturales, que pueden poner en peligro la integridad de los trabajadores o del ecosistema.

Antecedentes

Identificar los impactos ambientales potenciales que pueden generarse por condiciones de riesgo y recopilar la información necesaria de los materiales involucrados o de condiciones específicas, que pudieran ser útiles durante una emergencia, tales como hojas de datos de seguridad, información sobre control de incendios, entre otros.

Descripción del Procedimiento

Con base a los impactos de riesgo identificados, se elabora el plan de preparación y respuesta a emergencias. Todos los riesgos deben estar incluidos en el Plan el cual consta de los siguientes elementos:

Identificación y establecimiento de las medidas de prevención a emplear en el área involucrada, tales como:

- Señalización,
- Dispositivos de seguridad,
- Fosas de captación,
- Diques de contención,
- Revisión de procedimientos operativos,
- Aplicación de procedimientos específicos y/o procedimientos de seguridad, entre otros.

Para verificar el cumplimiento de las medidas de prevención establecidas para detectar condiciones de riesgo que puedan generar un impacto ambiental potencial, se realizan inspecciones mensuales de seguridad y medio ambiente en todas las áreas e instalaciones del proyecto.

Dentro del plan de preparación y respuesta a emergencias además se deben integrar la identificación y establecimiento de las actividades necesarias para dar respuesta a las emergencias que pudieran generarse, donde se señale:

- La estructura de personal que actuará en una emergencia, así como las responsabilidades.
- Los mecanismos de comunicación interna y externa.
- Los materiales y equipos necesarios para controlarla.
- Un directorio de los servicios de emergencia (Dirección y teléfono), y del personal involucrado con el plan.
- Establecer un programa de capacitación y concientización, para el personal, relacionado con el plan. Este programa debe incluir la preparación y desarrollo de simulacros.

En caso de una emergencia o contingencia, una vez controlada esta, se deben establecer actividades inmediatas de mitigación y un programa emergente para la solución definitiva de los impactos causados.

Se debe levantar un acta administrativa del evento, para dar seguimiento a los trabajos de remediación e investigar la causa raíz que dio origen a la contingencia, generando un reporte de investigación de causas y así tomar las acciones pertinentes. Una vez controlada y mitigados los impactos de una emergencia ambiental, debe revisarse y evaluarse el plan de preparación y respuesta establecido, para actualizarlos y ajustarlos.

PLAN DE SEGURIDAD PARA LA SALUD HUMANA

Introducción

Se requieren diferentes elementos de operación para realizar las actividades dentro de la Construcción del tramo, pero de todos el más importante, no solo desde el punto de vista ético, es el potencial humano, al cual debe prestarse una atención preferencial.

Del trabajador se obtendrá el máximo de retribución productiva cuando:

- Se ha efectuado una buena planeación de sus labores,
- Se ha hecho una selección de personal adecuada,
- Se le mantiene en el mejor estado de salud física y de salud mental.

En cualquier tipo de proyecto, se reduce la productividad cuando se afectan los elementos de la operación.

Las enfermedades profesionales y los accidentes de trabajo son factores perturbadores que influyen adversamente sobre uno o más de los elementos de la producción.

Se eliminarán o se reducirán apreciablemente las pérdidas cuando se establece un programa de prevención de los riesgos profesionales. Para una mayor efectividad, la prevención debería comenzar a aplicarse desde la etapa de planeación.

Del estudio de los objetivos de la Salud Ocupacional, de la Higiene Industrial, de la Ergonomía y de la Seguridad Industrial, se deduce fácilmente que estas disciplinas coadyuvan en la tarea de lograr el mejor desempeño del elemento humano y que, de ninguna manera llegan a constituirse en motivo de interferencia con la producción.

Contribuyen directamente en la reducción de los costos de producción. De ahí que pueda expresarse que un trabajo seguro es un trabajo eficiente y que la manera más sencilla de realizar una tarea, generalmente es la más segura.

Consecuencias Indeseables

Al fallar la prevención de los accidentes y de las enfermedades profesionales, se presentarán muchos efectos adversos:

Las personas sufrirán un deterioro de su salud, enfermedades, lesiones leves, lesiones graves y aún la muerte. Indirectamente se afecta la productividad de los individuos, lo cual representa un perjuicio tanto para los trabajadores como para la empresa.

La propiedad se ve afectada puesto que en los accidentes ocurren daños en las edificaciones, en las máquinas, en las herramientas, en los materiales y demás elementos físicos necesarios para la operación.

En determinados sucesos, a pesar de que no se presenten lesiones ni daños materiales, habrá pérdidas de tiempo que también significan pérdidas económicas.

Base Legal

El código de trabajo (1,961) establece preceptos legales para orientar el desarrollo de las actividades de las empresas en las cuales el trabajador puede estar sujeto a riesgos.

El Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo (1,957) tiene como objeto regular las condiciones de Seguridad e Higiene bajo las cuales deberán ejecutar sus labores los trabajadores.

Los artículos del 4 al 6 se refieren a las obligaciones de los patronos en cuanto a tomar medidas de seguridad e higiene para proteger la vida, salud e integridad corporal de sus trabajadores. Lo anterior se logra con proporcionar un ambiente apropiado de trabajo. La maquinaria y equipo a utilizar deberá estar en buenas condiciones y funcionamiento y se debe promover la capacitación del personal en materia de seguridad e higiene.

Los artículos 14 al 24 se refieren a las condiciones generales de los locales y ambiente de trabajo, tales como edificios, superficie de trabajo, pisos y paredes, pasillos, puertas y escaleras, ventilación, temperatura, humedad y limpieza del lugar de trabajo.

El Artículo 48 que norma lo relativo a la dotación de servicios sanitarios, letrinas y mingitorios en un mínimo de 1 por cada 25 hombres, al igual que para las mujeres, separados convenientemente por sexo y dotados de agua y papel higiénico.

Elementos de Protección Personal

La selección de los elementos de protección personal más adecuados, cómodos y confiables, cuando lleguen a ser necesarios para la defensa de la integridad física del personal. El equipo recomendable consiste en: guantes de goma gruesos, botas de hule, batas, mascarilla y gafas protectoras adecuadas para permitir la visibilidad al momento de utilizarlos al mismo tiempo.

Como complemento, deberá prestarse mucha atención a la supervisión de los trabajadores mediante la realización de frecuentes visitas de inspección a los sitios de trabajo para descubrir y corregir las condiciones y las prácticas inseguras.

Antes de suministrar esta clase de protección es preciso adelantar una campaña de educación y de motivación para que tales elementos cumplan su función.

Se explicará a los trabajadores la existencia de ciertos riesgos; la necesidad del uso de los elementos de protección; se mostrará la manera de emplearlos correctamente; se mencionará la forma de establecer cuándo están fallando.

La selección de estos elementos debe ser muy cuidadosa. Debe guiar su adquisición la calidad y no exclusivamente el costo, además de establecerse un servicio de mantenimiento adecuado para estos elementos. A continuación se lista una guía de necesidades de protección:

Cabeza: cascos resistentes a los golpes, no necesariamente dieléctricos. Respiradores adecuados cuando sea el caso. Pañuelos y bayetillas no son sustitutos de los respiradores.

Manos: guantes de cuero con, refuerzo palmar; guantes de caucho con recubrimiento interior de algodón, con refuerzo palmar externo y superficie rugosa para conseguir buen agarre.

Pies: zapatos de seguridad con puntera de acero y suela antideslizante.

Tronco: uniforme de tejido resistente y doble costura; de colores muy visibles (amarillo, naranja, amarillo verdoso). Talla justa sin que apriete demasiado. Deseable manga corta o manga larga muy ajustada en los puños. Bota angosta, lisa (sin doblez). Sin partes sueltas (sobran las presillas). Parches de cuero en las hombreras y en las caderas (según la forma de trasladar los objetos). Capotes impermeables para tiempo lluvioso, de color claro o de color oscuro con franjas amarillas o naranja.

15. ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO POR EL DESARROLLO DEL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD

15.1 PRONÓSTICO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Debido a que el proyecto se sitúa en un área de expansión urbana perteneciente al municipio de San Benito y Flores, la calidad ambiental del área no se verá afectada de alguna manera. Al contrario, se estimulará la conservación por medio de la protección y el cuidado del medio ambiental existente a través de los nuevos pobladores del área.

15.2 SINTESIS DE COMPROMISOS AMBEINTALES, MEDIDAS DE MITIGACION Y DE CONTINGENCIA

Se establecerá un reglamento para el manejo de la planta de tratamiento. Así mismo, se incluirá detalles para futuras construcciones o ampliaciones dentro de la planta.

Aparte de esto, el manejo, cuidado y mantenimiento de la planta de tratamiento, estará a cargo del Ing. Augusto Javier Pinelo Guzmán.

15.3 POLITICA AMBIENTAL DEL PROYECTO

Darle un manejo adecuado al sistema de tratamiento en base al manual de operaciones de la planta en cumplimiento del Reglamento 236-2,006, y otros para mantener una calidad adecuada del agua en los niveles ópticos.

16. BIBLIOGRAFÍA

- CONAMA. 1,986. Ley de Protección y Mejoramiento Ambiental. Decreto No. 48-86 del Congreso de la República de Guatemala.
- CONRED Comisión Nacional para la Reducción de Desastres, ¿Que Hacer en caso de Desastres Naturales? Guatemala 1,999.
- De la Cruz, J. 1,982. Clasificación de Zonas de Vida a Nivel de Reconocimiento. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Instituto Nacional Forestal. Guatemala.
- Dengo, G., Estructura Geológica, Historia Tectónica y Morfológica de América Central, ICAITI, 1,483.
- Universidad del Valle de Guatemala. 1,991-1,948, Guatemala Lugar de Bosques, Volumen I, II, III y V.
- Henry/Heinke. Ingeniería Ambiental. Mc Graw Hill. México 1,997.
- Holdridge, L. 1,983. Mapa de zonas de vida a nivel de reconocimiento. Instituto Nacional Forestal. Instituto Geológico Militar. Guatemala, Centro América.
- INSIVUMEH Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala, Condiciones Climatológicas de la Región Atlántica, Guatemala 2,000.
- Instituto Geográfico Nacional, Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas. 1,482. Guatemala.
- Instituto de Incidencia ambiental-URG. Perfil ambiental de Guatemala. 2,004.
- TODIO, E. & LLAMAS, M. 1,983: Hidrología subterránea. Segunda edición. Tomo I y II. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España. 2,100 p.
- PACHECO, B. L. 1,981: Precipitación efectiva. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 22 p.
- SÁNCHEZ, F. J. 2,004. Cálculo de la Evapotranspiración potencial mediante la fórmula de Hargreaves. Universidad de Salamanca, 3 pp. (En: http://web.usal.es/~javisan/hidro/practicas/ET_Hargreaves.pdf).
- SANDOVAL, I. 1,985: Principios de riego y drenaje. Primera edición. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 284 p.
- SCHOSINSKY, G. & LOSILLA, M. 2,000: Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual. – Revista geológica de América Central. Escuela Centroamericana de Geología. Universidad de Costa Rica. No. 23. pp. 44-54.
- INAB. 2004. Programa de Hidrología Forestal. Guatemala. 30 p.
- MONSALVE, G. 1,999: Hidrología en la Ingeniería. Segunda edición. Escuela Colombiana de Ingeniería. Alfa Omega Grupo Editor, S.A. de C. V. México, D.F. 382
- COOK, K. 2,000: Critical aquifer recharges area ordinances. Water quality program. Washington state department of ecology. United States. 49 p.
- Código de Salud, Decreto Numero 90-97.
- Constitución Política de la República de Guatemala.
- Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto 68-89.
- Código Penal, Decreto 33-96, Reformas Al Código Penal.
- Acuerdo Gubernativo 236-2,006. Reglamento de las Descargas de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos.
- Acuerdo Gubernativo 431-2,007. Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental.

17. ANEXOS

- A. FOTOGRAFÍAS, REUNIÓN CON VECINOS ALEDAÑOS AL PROYECTO**
- *Acta Firmada por Vecinos*