



PROYECTO:

“Estudio y diseño del mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario de las ciudades de la Paz Centro, Mateares y Nagarote, Departamento de León”

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO CIUDAD DE NAGAROTE

ANEXO 7

VALORACIÓN AMBIENTAL (CORRECCION 2)

Octubre, 2019

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	7
2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	7
2.1 Macro Localización.....	7
2.2 Micro Localización.....	8
2.3 Área De influencia Directa.....	10
2.4 Área de influencia Indirecta.....	13
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	15
3.1 Medio Físico.....	15
3.1.1 Clima.....	15
3.1.2 Descripción de la Geomorfología	17
3.1.3 Descripción del Paisaje, Recreacional, Estético y Artístico.....	18
3.1.4 Características del suelo	21
3.1.5 Hidrología Superficial	24
3.1.6 Aguas Subterráneas.....	27
3.2 Medio Biótico.....	30
3.2.1 Flora.....	30
3.2.2 Fauna.....	32
3.2.3 Áreas Protegidas y Ecosistemas Frágiles	34
3.3 Medio Socio-económico y Socio-cultural	34
3.3.1 Características de la población Urbana	34
3.3.2 Servicio en el Área de Estudio	35
3.3.3 Descripción de Alternativas Técnicas del Proyecto	43
3.3.4 Valoración ambiental de las alternativas técnicas propuestas	57
4. ANÁLISIS DE RIESGO	60
4.1 Situación de Riesgo del Municipio.....	60
1.	62
4.2 Amenazas Naturales	62
4.2.1 Sismicidad.....	62
4.2.2 Vulcanismo	64
4.2.3 Amenazas de Inundación.....	65
4.2.4 Amenazas socio-naturales (antrópicas).....	67
4.2.5 Evaluación de Amenazas en el Sitio del Proyecto.....	68
4.2.6 Conceptualización – Metodología de Análisis de Riesgo físico General del Municipio	71
4.2.7 Análisis de Riesgo del Sitio	72

5.	VALORACIÓN AMBIENTAL.....	73
5.1	Identificación y Valoración de Impactos en situación sin proyecto.....	73
5.2	Identificación y Valoración de posibles impactos en situación con proyecto, alternativa seleccionada 80	
5.3	Histograma de emplazamiento.....	98
6.	PRONOSTICO DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL AL IMPLEMENTAR EL PROYECTO	105
6.1	Etapa de Construcción.....	105
6.1.1	Medio biótico.....	105
6.1.2	Medio abiótico.....	105
6.1.3	Medio Social.....	106
6.2	Etapa de Funcionamiento del Proyecto.....	106
6.2.1	Medio biótico.....	107
6.2.2	Medio abiótico.....	107
6.2.3	Medio Social.....	108
7.	PLAN DE CONTINGENCIA.....	109
8.	PLAN DE MEDIDAS AMBIENTALES.....	116
8.1	Plan de Manejo de Residuos solidos.....	125
8.1.1	Manejo de Residuos sólidos no peligrosos en la etapa de construcción.....	125
8.1.2	Manejo de residuos sólidos no peligrosos en la etapa de operación y funcionamiento	125
8.2	Manejo de Lodos de la PTAR.....	125
8.3	Manejo de arenas retiradas en el desarenador.....	126
8.4	Plan de manejo de aguas pluviales.....	126
8.5	Plan de cierre de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales actuales de la ciudad de Nagarote 127	
8.6	Plan de Monitoreo.....	129
8.7	Plan de Seguimiento a medidas ambientales.....	132
9.	CONCLUSIONES.....	134
10.	ANEXOS.....	136
11.	BIBLIOGRAFÍA.....	139

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Macro Localización sitios del proyecto. Fuente recopilación propia.....	8
Figura 2:	Micro Localización área del proyecto. Fuente recopilación Esp. Ambiental.....	9
Figura 3:	Área de influencia directa del proyecto Mejoramiento y Ampliación Alcantarillado Sanitario del área urbana de Nagarote. Fuente PROCON.....	10
Figura 4 :	Ubicación área de influencia Indirecta del Proyecto PTAR El Patriarca. Fuente elaboración propia	14
Figura 5 :	Segmento Mapa Climático según Köppen, Ciudad Nagarote, fuente INETER.....	15
Figura 6 :	Sección Mapa Provincias geomorfológicas de Nicaragua, Planicie del Pacífico. Fuente INETER	17

Figura 7: Segmento mapa geológico hoja 2852-I, Nagarote. Fuente INETER	18
Figura 8: Nagarote en mapa de provincias Hidrológicas de Nicaragua.	24
Figura 9 : arriba, Segmento mapa cuenca Nic.; abajo seg. Mapa subcuencas, cuenca #69, río San Juan, Fuente INETER/ MARENA	25
Figura 10 : Ubicación Municipio de Nagarote, en Sistemas y Subsistemas de la Subprovincia Hidrogeológica Graben Nicaragüense Fuente: Estudio Hidrológico / Hidroquímico de la región del Pacífico de Nic.- INETER 1998	28
Figura 11 : Ubicación Municipio de Nagarote, Segmento Mapa de principales acuíferos de Nicaragua, según Tahal y C. Valle. Fuente INETER	28
Figura 12 : Sección mapa de NEA La Paz Centro Nagarote, León sur, según Tahal. Fuente Biblioteca de ENACAL	29
Figura 13: Sección Mapa Forestal de Nicaragua. Fuente INEC	30
Figura 14: Imagen fuente Google Earth, cobertura vegetal del área de influencia del proyecto. Fuente Google Earth	31
Figura 15: Izquierda, Mapa de organización territorial del sistema de Salud en el municipio de Nagarote. Fuente: SILAIS Nagarote	37
Figura 18: Cobertura vegetal, sitio propuesto para establecimiento de nueva PTAR, Fuente, base imagen Google	44
Figura 19 Mapa de inundaciones, Fuente: informe de Inundaciones PROCON	46
Figura 20 Segmento hoja topográfica señalización de línea eléctrica de alta tensión. Fuente Componente Sanitario	48
Figura 21: Identificación de Predios Alternativos, si no se logra adquirir el Predio de Ampliación de ENACAL. Fuente: ing. Ricardo Alvarado	49
Figura 22: Tratamiento Opción 1: Tren de Tratamiento preliminar + Lagunas de estabilización facultativa primaria + Laguna facultativa secundaria + Laguna de maduración. Fuente: Ing. Ricardo Alvarado.....	54
Figura 23: Opción 1 PTAR: Tratamiento preliminar + Lagunas de estabilización facultativa primaria + Laguna facultativa secundaria + Laguna de maduración	55
Figura 24: Diagrama de Procesos Opción 1 PTAR: Tratamiento preliminar + Lagunas de estabilización facultativa primaria + Laguna facultativa secundaria + Laguna de maduración.....	55
Figura 25: Tren de Tratamiento Opción 2: Tratamiento preliminar + Reactor UASB + Laguna de maduración	56
Figura 26: Opción 2 PTAR: Tratamiento preliminar + UASB + Laguna de maduración	57
Figura 29: Mapa de amenazas naturales de Nicaragua	61
Figura 30 : Ubicación del Municipio de Nagarote, en las zonas de amenazas sísmicas de Nicaragua, Fuente INETER.	62
Figura 31 : Actividad sísmica, lago Xolotlan y sus alrededores Abril del 2014, Fuente INETER.	63
Figura 32: Segmento Ciudad Nagarote, mapa amenaza sísmica, INETER –SINAPRED.....	63
Figura 33: Segmento ciudad de Nagarote, mapa de amenaza ante volcanes, INETER.	65
Figura 34: Segmento ciudad de Nagarote, mapa incidencia de huracanes, INETER- SINAPRED 201866	
Figura 35: Mapa de amenaza Naturales, Nagarote, (1 inundaciones; 2 Falla geológica local). Fuente SINAPRED 2005	67
Figura 36: Ciudad de Nagarote, Sección mapa interactivos de Vulnerabilidad ante inundaciones, INETER / SINAPRED, 2017	69

INDICE DE FOTOS

Foto 1: Características de equipamiento urbano, calle urbana con revestimiento, tendido eléctrico de media tensión, telefonía, alumbrado público, área central Nagarote	11
Foto 2: Panorámica típica de espacios públicos en la ciudad de Nagarote	12
Foto 3: Panorámica típica de dinámica de la población en las vías céntricas de la ciudad de Nagarote.....	12
Foto 4: Izq. Descarga de aguas residuales pocas tratadas en cause río Obraje PTAR El Patriarca.	13
Foto 5: Características de cobertura vegetal periferia urbana de Nagarote	13
Foto 6: Izq. Aguas abajo de vertido de PTAR El Patriarca, río Obraje.	14
Foto 7: Izq. Panorámica parque central Dcha. Panorámica parque Jenízaro	19
Foto 8: Izq. Cuenca Visual Inmediata en el centro de la ciudad de Nagarote	20

Foto 9: Izq. Cuenca Visual al horizonte volcán Momotombo y Momotombito	20
Foto 10: Izq. Cuenca Visual al horizonte planicie del Pacífico desde ciudad Nagarote	20
Foto 11: Características de condiciones del área de vivienda y servicios en periférica de la ciudad de Nagarote	21
Foto 12: Cauce paralelo a la carretera utilizado para vertido de aguas residuales y residuos sólidos urbanos, en la ciudad de Nagarote	21
Foto 13: Características del Suelo área de PTAR El Patriarca, ciudad de Nagarote	23
Foto 14: Características del Suelo área de PTAR Santa Elena, ciudad de Nagarote	23
Foto 15: Características uso del suelo área urbana, ciudad de Nagarote	24
Foto 16: Características del uso del suelo área periferia, ciudad de Nagarote	24
Foto 17: Izq. Cauce seco del río Obraje, metros antes del vertido de la PTAR El Patriarca	26
Foto 18: Izq. Cauce del río Obraje, 700m. aguas abajo del vertido de la PTAR El Patriarca.....	26
Foto 19: Cauce del río Obraje, 1.5 km aguas abajo del vertido de la PTAR El Patriarca ingreso de vertidos planta generadora eléctrica Che Guevara	26
Foto 20: Características de la cobertura vegetal en el área urbana y periférica de Nagarote.....	32
Foto 24: (1) Tortuga de rio (2) Garrobo Negro	34
Foto 24: Zanate Clarinero.....	34
Foto 24: Cigüeñuela Cuellinegra	34
Foto 24: Garza Blanca.....	34
Foto 25: Característica movimiento comercial área céntrica de la ciudad de Nagarote	35
Foto 26: Izq. Puesto de Salud Miriam Palacios Dcha. Centro de Salud Dr. Raúl Vargas	36
Foto 27: Izq. áreas de viviendas cercana y debajo de estructuras y líneas de alta tensión	37
Foto 28: Modalidad de transporte selectivo urbano en Nagarote	38
Foto 29: Izq. Instituto Fernando Salazar Martínez Dcha. Escuela de primaria	40
Foto 30: Distribución estructura educativa área urbana Nagarote. Fuente: Alcaldía Municipal, 2015	40
Foto 31: Limpieza y ornato de sitios públicos.....	41
Foto 32: Izq. Limpieza de calles, de forma manual, utilizando carretones	41
Foto 33: Fachada, Glorieta Cementerio Monte Carmelo, ciudad Nagarote	41
Foto 34: Izq. Plaza Silvio Mayorga Dcha. parque Genízaro	42
Foto 35: Izq. mirador La Concordia, Nagarote Dcha. Cuenca visual desde el mirador La Concordia	42
Foto 36: Izq. Edificio Rastro Municipal Dcha. Sistema de tratamiento de aguas residuales	43
Foto 36: Características cobertura vegetal, nuevo sitio propuesto para PTAR, fuente, elaboración propia.	44
Foto 37: Características cobertura vegetal, lindero sur y oeste del predio alternativo para la PTAR, fuente, elaboración propia.....	45
Foto 38: Izq. Punto de Descarga vertidos Planta Che Guevara	46
Foto 39: Izq. Punto de vertido Planta Che Guevara, nótese diferenciación del vertido con aguas más claras Dcha. Río Obraje a 2.2 km abajo del punto de vertido de la PTAR El Patriarca, integrando vertido de planta Che Guevara la turbidez se mantiene.	47
Foto 40: Líneas de alta tensión cercana al predio propuesto. Fuente Esp. Ambiental.....	48
Foto 65: Volcán Momotombo.....	64
Foto 66: Llanura de inundación, cauce del rio Obraje aguas abajo punto de vertido de la PTAR El Patriarca.....	66
Foto 67: Llanura de inundación, cauce del rio Obraje aguas arriba punto de vertido de la PTAR El Patriarca	66
Foto 68: Suelo desnudo, fuerte deforestación producto a sobre explotación del suelo en actividades agrícolas, en el sitio del proyecto	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resultados de calidad del agua sobre el Río el Obraje	27
Tabla 2: Flora identificada en el área de influencia del Proyecto	31
Tabla 3: Fauna del Área del Proyecto	33
Tabla 4: Selección de predio para planta de tratamiento aguas residuales "Sonrisa de Dios"	48
Tabla 5: Características de Predios Alternativos.....	50
Tabla 6: Dimensionamiento opción 1: Tratamiento preliminar + Lagunas de estabilización facultativa primaria + Laguna facultativa secundaria + Laguna de maduración.....	54

Tabla 7: Dimensionamiento opción 2: Tratamiento preliminar + UASB + Laguna de maduración	56
Tabla 8: Valoración de criterios ambientales comparativa entre opción técnica seleccionada	60
Tabla 9: Priorización de Municipios por Amenazas Naturales.	61
Tabla 10: Ponderación de Amenazas para el Municipio de Nagarote. Fuente INETER	62
Tabla 11: Ponderación de Amenazas Red de Alcantarillado, área urbana de Nagarote	70
Tabla 12: Ponderación de Amenazas predio ENACAL, PTAR, Nagarote	70
Tabla 13: Ponderación de Amenazas Predio Sr. Felipe Reyes PTAR, Nagarote.....	70
Tabla 14: Matriz de identificación de la problemática ambiental del sitio red de alcantarillado, sin proyecto	74
Tabla 15: Matriz de valoración de problemas identificados en el sitio red de alcantarillado, sin proyecto	76
Tabla 16: Matriz de identificación problemática ambiental, sitio PTAR, Sonrisa de Dios, predio Sr. Felipe Reyes, sin proyecto	78
Tabla 18: MATRIZ DE IDENTIFICACION DE PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN, SITIO RED ALCANTARILLADO SANITARIO, NAGAROTE	82
Tabla 19: MATRIZ DE VALORACION DE PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN, SITIO RED DE ALCANTARILADO SANITARIO, NAGAROTE	84
Tabla 20: MATRIZ DE IDENTIFICACION DE PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN ETAPA DE FUNCIONAMIENTO, SITIO RED DE	86
Tabla 23: MATRIZ VALORACIÓN PROBLEMAS IDENTIFICADOS, ETAPA DE CONSTRUCCIÓN, PTAR SONRISA DE DIOS	92
Tabla 24: MATRIZ IDENTIFICACION DE PROBLEMÁTICA AMBIENTAL ETAPA DE FUNCIONAMIENTO PTAR SONRISA DE DIOS.....	94
Tabla 25: MATRIZ DE VALORACIÓN DE PROBLEMAS IDENTIFICADOS, ETAPA DE FUNCIONAMIENTO, PTAR SONRISA DE DIOS.....	96
Tabla 26: Histograma de Emplazamiento Red de Alcantarillado	99
Tabla 27: Histograma de Emplazamiento para PTAR Sonrisa de Dios, predio ENACAL	101
Tabla 28: Histograma de Emplazamiento Sitio para PTAR Sonrisa de Dios, predio Felipe Reyes.....	103
Tabla 29: Comparación Parámetros Físico – Químico actual y eficiencia nueva PTAR	108
Tabla 32: Matriz de Plan de Medidas Ambientales	117
Tabla 33: Plan de manejo de aguas pluviales	127
Tabla 34: Plan de Monitoreo.....	130

1. INTRODUCCIÓN

La empresa PROCON NERIUM SLP, sucursal Nicaragua, en el marco del Estudio de Diagnóstico, Factibilidad y Diseño final del Proyecto de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Nagarote, Departamento de León y en cumplimiento a lo establecido en los Términos de Referencia, ha desarrollado la presente valoración ambiental del Proyecto, teniendo como soporte los estudios de base realizados durante la consultoría (topografía, estudio geotécnico, estudio hidrometeorológico y análisis de agua, entre otros), así como el reconocimiento in-situ de las condiciones ambientales de los posibles sitios a incidir con obras del Proyecto.

En el presente informe se presenta una panorámica descriptiva de las condiciones físicas, biológicas y sociales donde se desarrollará el Proyecto, así como un análisis de las amenazas naturales a las que pudieran estar sometidos las obras del mismo, desde su situación "0" o sea, "antes del proyecto", y también, la valoración de las condiciones en que se encuentra el ambiente antes de éste, además de valorar mediante proyecciones las posibles implicancias en el ámbito ambiental por la puesta en marcha y funcionamiento del Proyecto, aplicando instrumentos de gestión ambiental apropiados, todo con la finalidad de garantizar la sostenibilidad y la vida útil del Proyecto.

Partiendo de los resultados de valoración de impactos, contexto y condiciones del ambiente en el área de influencia del Proyecto, se presenta el pronóstico en condiciones sin y con implementación del Proyecto, permitiendo construir el respectivo Plan de Contingencia ante amenazas naturales y/o accidentes laborales y el Plan de Medidas Ambientales para las etapas de construcción y funcionamiento del sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Nagarote.

2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El área de estudio, ciudad de Nagarote, se ubica en el territorio del municipio de Nagarote, en el centro de la región del pacífico de Nicaragua, en el extremo sur oeste del departamento de León, del cual depende política – administrativamente siendo sus límites:

Norte: Municipio de La Paz Centro
Sur: Municipio de Mateares y Municipio Villa El Carmen (Villa Carlos Fonseca)
Este: Lago Xolotlan
Oeste: Océano Pacífico

2.1 Macro Localización

El área del Proyecto se macrolocaliza en la ciudad de Nagarote, ubicada a 42 km al Noroeste de la capital Managua y a 48 km de su cabecera departamental, León. La ciudad de Nagarote es la cabecera municipal y se localiza al noreste del territorio municipal, en las coordenadas geográfica 12° 15' de latitud norte y 86° 36' de longitud oeste (hoja cartográfica de escala 1:50,000 N° 2852-I) Coordenada UTM WGS 84: N: 16P 541690.8; Y: 1354228.0, a una altitud media de 80 msnm, con una extensión aproximada de 383 km², (ver macro localización en la figura 1).

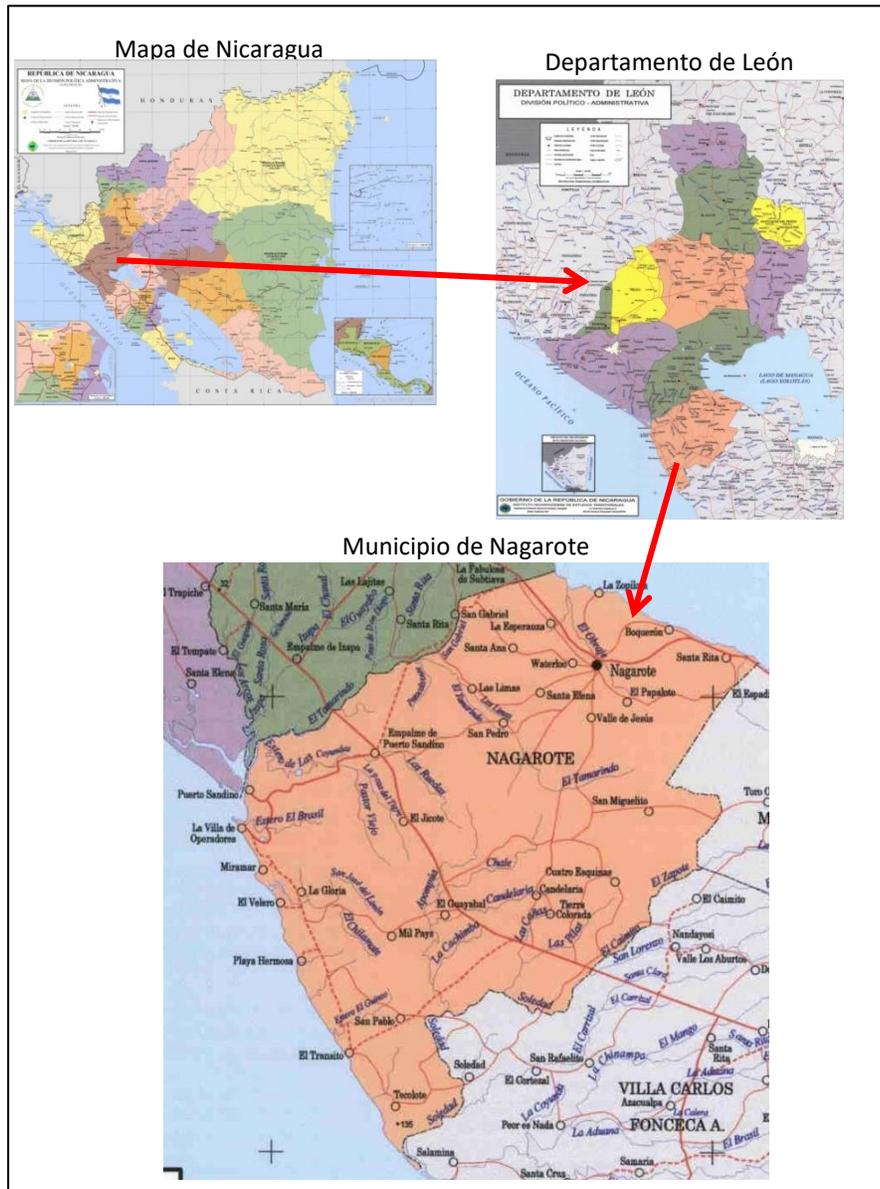


Figura 1: Macro Localización sitios del proyecto. Fuente recopilación propia

2.2 Micro Localización

El sitio del proyecto, comprende el área urbana del municipio de Nagarote. En la figura 2, se muestra su micro localización.

Municipio de Nagarote



Ciudad de Nagarote

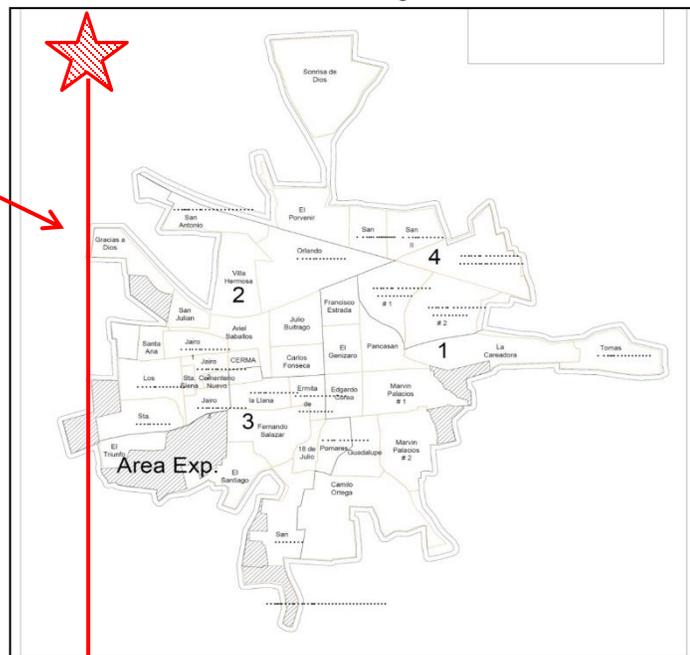


Figura 2: Micro Localización área del proyecto. Fuente recopilación Esp. Ambiental

2.3 Área De influencia Directa

El área del proyecto pretende establecer la cobertura del 100% del área urbana de la ciudad de Nagarote la que administrativamente se encuentra organizada en cinco Distritos y 40 barrios. Ésta área del proyecto fue definida como primer paso, en un esfuerzo realizado por las autoridades locales de ENACAL en conjunto con representantes de la Alcaldía Municipal, y colaboración del equipo consultor de PROCON.

Los 40 barrios, en que está distribuida la ciudad de Nagarote, se encuentran estructurados urbanísticamente en bloques o manzanas, articulada por calles y avenidas. Siendo un asentamiento poblacional concentrado, según dato de la Municipalidad con un total de 6,357 viviendas y una población estimada de 24,676 habitantes.

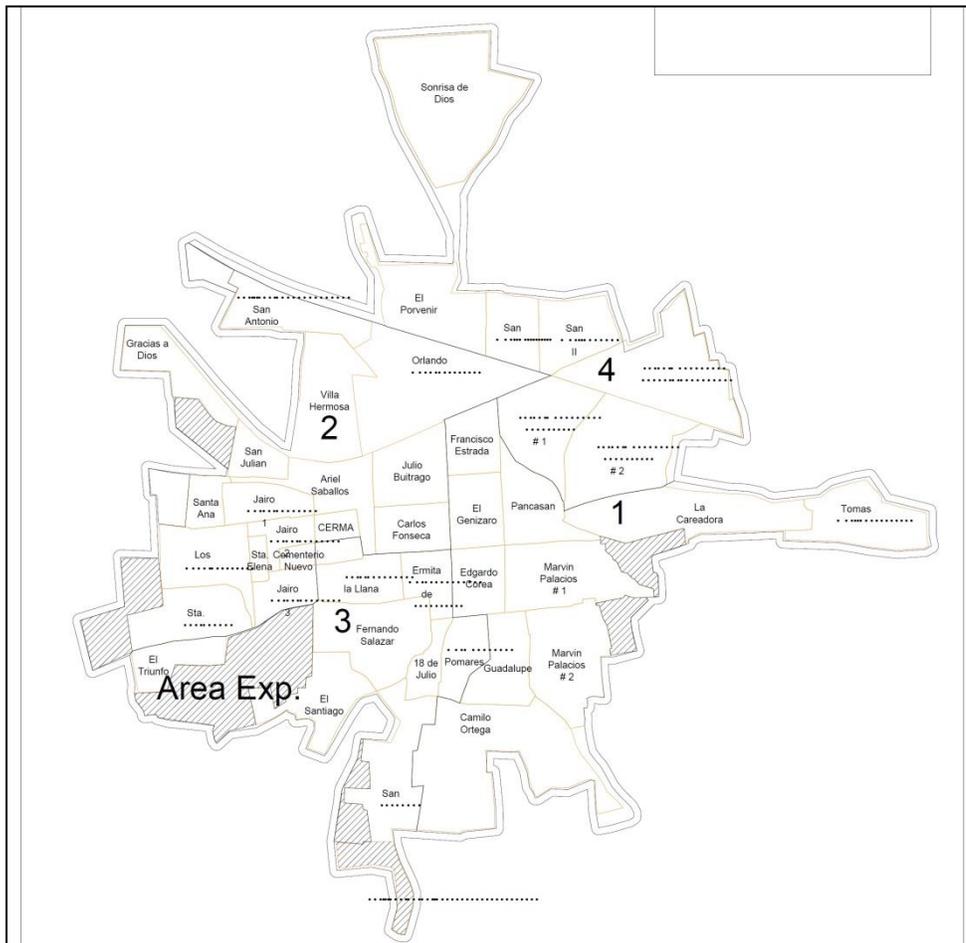


Figura 3: Área de influencia directa del proyecto Mejoramiento y Ampliación Alcantarillado Sanitario del área urbana de Nagarote. Fuente PROCON

Por su parte, en concordancia a los resultados del censo de viviendas realizados por el componente social dispuesto por el Consultor (PROCON, febrero. 2019), la población del área urbana es de 20,859 hab. con 5,163 viviendas habitadas de un total de 6,357 lotes catastrado. En tal sentido conforme a la clasificación del Sistema Nacional de Asentamientos Humanos, en correspondencia a su población encontrándose entre el rango entre los 11 mil y 40 mil hab. así como por su función, la ciudad de Nagarote, corresponde a una "ciudad mediana".

El área urbana ejerce la función de articulador y abastecedor del resto de comunidades y comarcas del municipio de Nagarote, así como del resto de municipios del departamento; como cabecera municipal, no desarrolla mayores roles en apoyo de la gestión de la cabecera departamental, consistiendo en una ciudad de tránsito, teniendo como eje, la vía secundaria que interconecta la zona de Occidente con la Capital Managua.

En la urbe se presta una variedad de servicios básicos energía eléctrica, telefonía celular y convencional, internet, televisión, radio, alumbrado público, agua potable, alcantarillado sanitario, recolección de residuos sólidos, vialidad, educación, salud, parques y plazas, campos deportivos, rastro, cementerio, entre otros, considerándose con un nivel aceptable de equipamiento urbano, distribuido en todo el territorio.

Algunos de estos servicios se prestan con niveles de cobertura y desempeño deficitario, como el caso del alcantarillado sanitario el cual a pesar de contar con el 70%, del área del proyecto, presentándose en algunos sitios, mal funcionamiento de la red y deficiencias en las estructuras y funcionamiento de los sistemas de tratamiento existentes, lo que justifica el esfuerzo de mejorarlo.

En su mayoría, el área urbanizada cuenta con calles revestidas, tanto de adoquín, concreto hidráulico, empedrado y asfalto, contando todas ellas con cunetas como obras de drenaje, además de aceras o andenes peatonales. Solo en algunas áreas periféricas en un menor porcentaje las calles se encuentran con revestimiento de macadán.

La ciudad es atravesada en su costado norte de Este a Oeste por la carretera intermunicipal que Interconecta las poblaciones de los departamentos de León y Chinandega con la capital Managua, siendo una vía asfaltada en excelente estado, permitiendo un tráfico vehicular considerable.

Como equipamiento urbano cuenta con varios parques, plazas, estructuras para deporte (estadio de béisbol), así como centros religiosos.



Foto 1: Características de equipamiento urbano, calle urbana con revestimiento, tendido eléctrico de media tensión, telefonía, alumbrado público, área central Nagarote

El área del Proyecto posee un relieve casi plano, en un territorio situado paralelo a la cordillera de los Marribios, por lo cual, es incidido por movimientos telúricos. En el extremo norte del casco urbano este es atravesado de manera diagonal con dirección de sur este a noreste por el río Obraje en este punto en carácter intermitente, siendo en la práctica su única fuente de agua superficial, presentando serias afectaciones a la calidad de sus aguas producto del accionar humano.

El área urbana de Nagarote a pesar de funcionar como cabecera municipal posee una economía, aunque de alguna manera diversificada, pasiva, con un sector terciario limitado, un sector secundario incipiente con una pequeña industria orientada al procesamiento de piel vacuna, así como lácteos, contando con una actividad primaria basada al cultivo de caña de azúcar, así como sorgo, ajonjolí, estando presente también la ganadería extensiva.

La articulación de mercado se da, de lo interno de las comunidades hacia la urbe, logrando ser el centro de acopio de parte de la producción del sector primario del municipio, su posición de ciudad de tránsito facilita otros mercados importantes del país como León y Managua.

El paisaje urbano en general establece una panorámica de una ciudad con características de pueblo, mostrando orden, limpieza, así como espacios públicos atractivos, pero con una dinámica poblacional pasiva. Partiendo de estas condiciones, se puede expresar que la ciudad de Nagarote posee un nivel de desarrollo aceptable, con posibilidades de dar mejores condiciones de vida a sus pobladores y superar las limitaciones en la satisfacción de las necesidades básicas de los mismos.



Foto 2: Panorámica típica de espacios públicos en la ciudad de Nagarote



Foto 3: Panorámica típica de dinámica de la población en las vías céntricas de la ciudad de Nagarote

El crecimiento poblacional en el área urbana de Nagarote, ha dado lugar a que el sistema de alcantarillado sanitario quede limitado en su cobertura. Por su parte, las debilidades estructurales del sistema existente, así como el inadecuado uso del mismo por parte de la población, provocan rebase la capacidad de las plantas de tratamiento existentes y su funcionamiento es inadecuado, vertiendo en áreas circundantes aguas residuales poco tratadas, convirtiéndose en fuentes de contaminación puntuales de la ciudad. A esta situación se agrega el derrame de algunos manjoles de la red colectora.

Dada la existencia de estos derrames como resultado de la encuesta socio económica se obtiene que el 35% de los encuestados perciben como problemas el mal olor de aguas servidas, rebalse y escurrimiento de las aguas servidas en las calles.



Foto 4: Izq. Descarga de aguas residuales pocas tratadas en cause río Obraje PTAR El Patriarca. Dcha. Derrama aguas residuales pocas tratadas PTAR Santa Elena.

Dado al nivel de urbanización, el área bajo estudio posee una cobertura vegetal muy reducida, restringida a algunas áreas peatonales, espacios públicos, así como solares de viviendas, presentándose con mayor consistencia, pero en condición relictual, sobre el área ribereña del río Obraje.



Foto 5: Características de cobertura vegetal periferia urbana de Nagarote Derecha. Características de cobertura vegetal área céntrica de ciudad Nagarote

2.4 Área de influencia Indirecta

El área de influencia indirecta del Proyecto, se establece a partir del punto de vertido tanto de la nueva PTAR de la alternativa técnica seleccionada y sitio propuesto, hasta 2 km aguas abajo del río Obraje. Es un sitio en el que las viviendas son pocas y muy dispersas.

Al inicio de este recorrido (aguas abajo), se observa en su periferia áreas históricamente bajo el uso de agricultura intensiva, pero desde algunos años ya en desuso, que mientras se avanza, se destinan al pastoreo para ganado con baja carga animal, generalmente con suelos casi desnudos, con presencia dispersa de vegetación arbustivas y malezas interactuando con pastos, encontrándose esporádicamente pequeñas parcelas para cultivos anuales fundamentalmente granos básicos para la subsistencia.

A aproximadamente 700 m aguas abajo del punto de vertido, sobre ambos costados del cauce del río Obraje se presentan áreas de cultivo industrial, principalmente caña de azúcar.

La cobertura vegetal inmediata, sobre este trecho del río Obraje sobre ambas riberas, se desarrolla un bosque ripario con especies típicas del trópico seco, arbustos y árboles de pequeño porte, bajo el cual se desarrolla malezas, sobre una franja no mayor de 10 m.

Dentro de las especies arbustivas o arbórea de pequeño porte sobresalen el Cornezuelo, Michigüiste, flor Amarilla, Jícaro, y como malezas Zarzas, sobre el área riverena de maneara aislada y muy disperso puede encontrarse algún espécimen de Chilamate.

Por el tipo y estado de la débil cobertura vegetal, la fauna se focaliza sobre la ribera del río y limitada a reptiles y algunas aves. Al momento del proceso de observación se logró solamente el avistamiento de palomas de castillas las cuales se encontraban en tránsito con dirección hacia su posible sitio de anidación en el área urbana, en ese momento tampoco se contó con escucha de fauna silvestre.

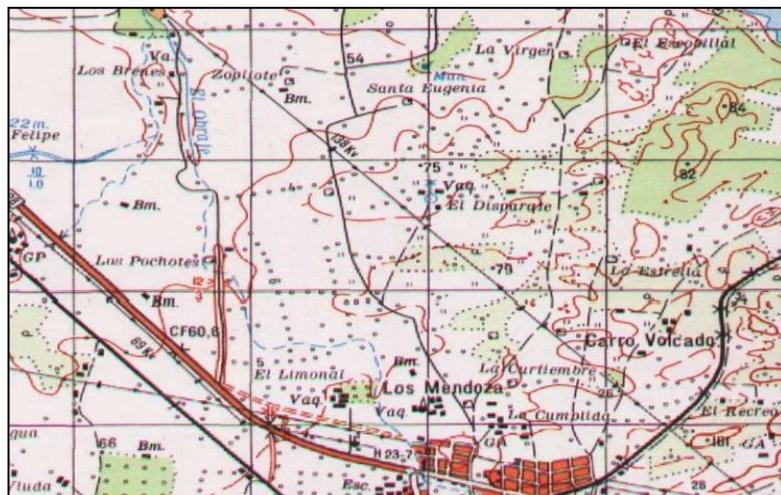


Figura 4 : Ubicación área de influencia Indirecta del Proyecto PTAR El Patriarca. Fuente elaboración propia



Foto 6: Izq. Aguas abajo de vertido de PTAR El Patriarca, río Obraje.
Dcha. Características del relieve y vegetación área de influencia Indirecta PTAR El Patriarca.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La información a presentar en los subsiguientes acápite es basada en la inspección sin situ, en la cual el equipo de PROCON, en conjunto con autoridades de ENACAL, definieron los límites del área de estudio, así como los posibles sitios a incidir con obras del proyecto, Además se parte de la información recolectada en el proceso de revisión documental de estudios pre-existentes, consultas a expertos, así como, resultados parciales de algunos estudios base realizados para el presente proyecto por parte de PROCON.

3.1 Medio Físico

3.1.1 Clima

El clima en Nicaragua es tropical y se vuelve subtropical de acuerdo a las altitudes del relieve. En las zonas bajas es cálido o tropical y en las zonas altas predomina un clima fresco o subtropical.

El municipio de Nagarote se encuentra dentro de la región climática del trópico seco, región baja del Pacífico de Nicaragua.

De acuerdo al mapa climático elaborado por INETER basados en el Sistema de Köppen modificado (Enrique García 1988), Nagarote presenta un **Clima Caliente y sub húmedo con lluvia en verano (AW1)**, se caracterizan por ser zonas de transición hacia otros tipos de climas. Se establece en una zona de climática Sabana Tropical, presentándose altas temperaturas.

Se caracteriza por tener una estación seca (noviembre a abril), y otra lluviosa (de mayo a octubre) con precipitaciones considerables en invierno.



Figura 5 : Segmento Mapa Climático según Köppen, Ciudad Nagarote, fuente INETER

3.1.1.1 Precipitación

De acuerdo a los datos reflejados en la caracterización oficial de la Cuenca # 69, Río San Juan (MARENA, 2010), en su mapa de precipitaciones, en el área urbana de Nagarote el nivel de precipitación se encuentra entre los 800 – 1,300 mm al año.

La distribución de las precipitaciones en el año, da origen a dos estaciones distintas; la estación lluviosa (húmeda o invierno), bien definida, con duración de seis (6) meses aproximadamente, que generalmente comienza a mediados de Mayo y termina a mediados de Noviembre y otra estación seca (Verano), también bien marcada y prácticamente con precipitaciones bajas, que se inicia a mediados de Noviembre y finaliza a mediados de Mayo. Aquí, se presentan lluvias esporádicas de poca intensidad y corta duración.

La estación lluviosa termina alrededor del 10 al 20 de noviembre, siguiendo la Estación Seca, con precipitaciones bajas hasta mayo. Dentro de la estación lluviosa, entre mediados de Julio y mediados de agosto, se presenta un corto periodo, donde el monto de precipitación se reduce, conocido localmente con el nombre de canícula (Veranillo de San Juan), muy prolongado, más de 30 días consecutivos secos.

La variabilidad climática responde directamente a los fenómenos de El Niño y La Niña, así como los eventos que se generan en este caso en el océano el Pacífico. Los llanos son fuertemente afectados durante las épocas de sequía. Por su parte los Huracanes Alleta en 1982 y Mitch en 1988 afectaron los departamentos de Masaya y Managua con 300 mm en 4 días.

3.1.1.2 Temperatura

Por su parte el mapa de caracterización oficial de la cuenca # 69 río San Juan (MARENA, 2010), ubica al municipio de Nagarote en un rango de temperatura de entre los 27 y 29°C, persisten días muy cálidos, generalmente uniformes durante todo el año, la humedad relativa media anual es de 76.0% las cifras máximas alrededor del 86%, para el mes de octubre y mínimos de 67% para el mes de abril.

3.1.1.3 Calidad del Aire

De acuerdo a la observación in situ, a nivel general, el área del proyecto, a pesar de su condición de urbe las actividades económicas desarrolladas no son muy desarrolladas estando a nivel de pequeña industria contando solamente con la presencia de la Planta generadora de energía Che Guevara, pero que no incide de manera directa en la calidad del aire, dado que se encuentra un tanto distante del área del proyecto.

Por su parte las áreas de cultivos intensivos de caña de azúcar circundante a la urbe se encuentran generalmente en dirección opuesta del viento, contando además con área periurbanas compuestas por áreas de cultivo en desuso (con cierta cobertura vegetal) lo cual favorece a la no afectación por polvaredas, típicas en la zona de occidente.

A pesar de la relativa cercanía de la ciudad, con el volcán Momotombo, no se reportan hasta la fecha, afectaciones por humo o cenizas en el aire, en sus procesos de actividad, favoreciendo para esto la dirección del viento. En toda el área urbana no se observó algún tipo de emisión al aire ni se percibieron malos olores.

Existiendo algunas fuentes de contaminación puntuales al aire que generan mal olor, como el caso de dos pequeñas industrias de tenerías, el Vertedero Municipal, el Rastro Municipal, además de las dos PTAR de la ciudad que producto de su proceso normal la descomposición de sus vertidos, se generan malos olores por la emisión de gases de efecto invernadero como el metano, y muy probablemente tóxicos como el sulfuro que hidrógeno (como resultado de la descomposición de materia orgánica, en medios pobres en oxígeno) que no solamente emiten malos olores sino también, el riesgo de enfermedades y hasta la muerte de operarios o población residentes en las cercanías de dichas obras.

No obstante en todos los casos, el mal olor es perceptible de forma inmediata a una distancia que no supera los 30 m de distancia.

De manera general, exceptuando sitios de las fuentes antes mencionadas, se puede plantear que la calidad del aire del área urbana de Nagarote es buena. Los vientos predominantes son los del Norte, con dirección Noreste a Oeste.

3.1.1.4 Ruido

Basados siempre en los resultados de la observación in-situ, se constata que la ciudad de Nagarote, con sus características aun de pueblo, sobre el área de influencia directa del proyecto no se identificó fuentes de contaminación acústica de relevancia que puedan de manera directa interferir o limitar la escucha o desarrollar sensaciones auditivas irritantes de manera persistente o abrupta.

El nivel de ruido en esta área consistente con el volumen de tráfico vehicular se ubica a nivel bajo con ruido de fondo, sobresaliendo el sonido de motores de vehículos en marcha, sonar de carrocerías y bocinas de

3.1.2.1 Relieve

El área de estudio (área urbana de Nagarote) corresponde a una zona de planicie (llanura volcánica levemente inclinada) con cotas no mayores a los 130 msnm, es un relieve predominantemente plano, con pendientes menores de 4%.

La Cordillera Volcánica del Pacífico atraviesa el territorio municipal en dirección NO-SE, constituyéndose en el parte de agua de dos cuencas: la de la Planicie o Llanura Costera del Pacífico, con elevaciones de 100 msnm a 300 msnm, al Sur, y la de la Depresión Nicaragüense, con elevaciones desde los 10 msnm hasta los 300 msnm al Norte.

3.1.2.2 Geología

Geológicamente el área de influencia del proyecto, está inserta en la cuenca de sedimentación del pacífico (Provincia Geológica planicie costera del pacífico).

De acuerdo a los datos del mapa geológico de la caracterización de la cuenca # 69, geológicamente el territorio del municipio de Nagarote está dentro de una formación geológica volcánica del Terciario (N2C2) del período del Plioseno, con una litología constituida por ignimbrita, Tova y Lava Basáltica.

3.1.2.3 Estructuras y Fallas

De acuerdo al mapa de geológica hoja 2852-I (Nagarote), refleja una falla local que atraviesa el costado noreste el área del proyecto (área urbana de Nagarote, falla, con dirección de noroeste a sur este (Ver fig. # 7).

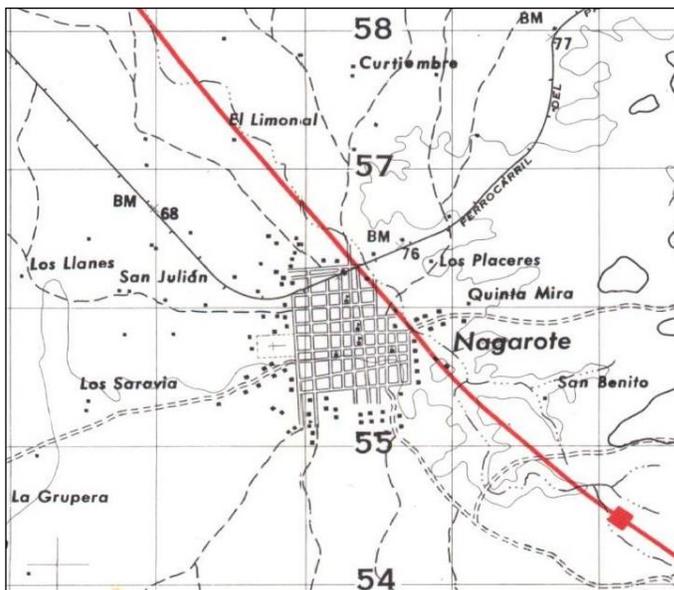


Figura 7: Segmento mapa geológico hoja 2852-I, Nagarote. Fuente INETER

3.1.3 Descripción del Paisaje, Recreacional, Estético y Artístico

El área de influencia del proyecto es un área humanizada, teniendo como uso del suelo el desarrollo del asentamiento humano de carácter concentrado, propiciando un paisaje totalmente urbano, en categoría de ciudad Mediana.

Es una ciudad que su identidad se refleja en la interacción de su condición de ciudad Mediada con cierto nivel de prestación de servicios y equipamiento urbano con su aun característica de pueblo, lo que proporciona espacios estéticamente acondicionados para el esparcimiento y la contemplación en un ambiente tranquilo con poco movimiento y bajo nivel de ruido.

En general, las cuencas visuales no son mayores a 300 m dado a que el relieve de su territorio es semiplano contando en el oeste donde se encuentran las cotas más sobresalientes del área urbana desde el cual puede establecerse cuencas visuales al horizonte con un rango de 360°, dado que no existen edificaciones altas que interfieran y permitan apreciar el paisaje.

En estas cuencas visuales inmediatas se pueden encontrar panorámicas típicas urbanas, bloques de viviendas con calles de variados recubrimientos, en el centro empedrados y fachadas con apariencia de empedrados, ocasionalmente arboles ornamentales que combinan su color verde con la luminosidad solar y la sensación de calor.

Los espacios públicos de esparcimiento en el área urbana, se encuentran visualmente estéticos con temáticas distintas preservando elementos históricos como el parque Jenízaro, además de la construcción de una plazoleta mirador, en el sector oeste del área urbana.

Sus calles por lo general se preservan con un alto nivel de limpieza en su área céntrica, por lo que el municipio ha sido galardonado con premios por ser la ciudad más limpia del país en al menos tres ocasiones.



Foto 7: Izq. Panorámica parque central

Dcha. Panorámica parque Jenízaro

El atractivo de la urbe posiblemente de mayor realce es la contemplación de todo su territorio, hacia la cordillera volcánica de Nicaragua, lográndose observar el volcán El Hoyo y la imponentia del Volcán Monótono teniendo de por medio el Lago Xolotlán.

En su centro se observan edificaciones de clase media con características arquitectónicas y materiales combinados entre modernos y antiguos (generalmente en buen estado), existiendo aun algunas en poco porcentaje con fachadas talquezal. No son frecuentes ni comunes las edificaciones de más de un piso de altura.

Un eje para la promoción del turismo en el municipio es la confección de quesillos, así como la posibilidad de turismo de playa contando al oeste con playas con alto valor turístico en el océano pacífico y al este la costa del lago Xolotlán.

En la periferia de la ciudad, se erigen una serie de asentamientos humanos con edificaciones más económicas, manteniendo los servicios básicos; aunque en algunas calles, en un porcentaje menor, se pueden observar calles con revestimiento de macadán, y áreas de expansión hacia el oeste que se encuentran aún en desarrollo cambiando así el paisaje del centro de la ciudad.



**Foto 8: Izq. Cuenca Visual Inmediata en el centro de la ciudad de Nagarote
Dcha. Mirador de Nagarote**



**Foto 9: Izq. Cuenca Visual al horizonte volcán Momotombo y Momotombito
Dcha. cuenca visual al horizonte, de derecha a izquierda Volcán el Hoyo, al centro Cerro Negro**



**Foto 10: Izq. Cuenca Visual al horizonte planicie del Pacífico desde ciudad Nagarote
Dcha. cuenca visual inmediata carretera La Paz Centro -Nagarote, acceso a la ciudad.**

Sobre la carretera Nagarote – Managua, que atraviesa la urbe en su sector este, el cauce paralelo a ésta es utilizado por los pobladores para verter aguas residuales y residuos sólidos, siendo el área que puede considerarse como la única incidida por el mal manejo de residuos en la ciudad.



Foto 11: Características de condiciones del área de vivienda y servicios en periférica de la ciudad de Nagarote



Foto 12: Cauce paralelo a la carretera utilizado para vertido de aguas residuales y residuos sólidos urbanos, en la ciudad de Nagarote

3.1.4 Características del suelo

La llanura que está al pie de la cordillera de Los Murrubios, ha sido fertilizada desde el período cuaternario por las cenizas arrojadas por los volcanes que brotaron en la cordillera y que fueron arrastradas por los vientos que normalmente soplan de Este a Nordeste, para ser depositadas en las llanuras. La acumulación de estas cenizas volcánicas ha conformado suelos fértiles, profundos y de textura franco-limosa, reconocidos como uno de los terrenos más favorables para el desarrollo de la agricultura a nivel nacional (Incer, 1970). Al igual que gran parte de la Región del Pacífico, posee suelos de los más productivos del país, son de origen volcánico y susceptible a la erosión, por su baja comprensión y densidad. Son suelos derivados de cenizas volcánicas recientes y antiguas, rocas volcánicas, sedimentos aluviales de textura franca (ni muy arcillosos ni muy arenosos). Son suelos porosos; permiten que el agua se filtre en el subsuelo y forme acuíferos subterráneos.

Según el Catastro e Inventario de Recursos Naturales, 1971, Geología y Levantamiento de Suelos de la Región Pacífica de Nicaragua. Vol. II El suelo territorio de Nagarote está clasificado como SERIE NAGAROTE (NG): La serie Nagarote consiste de suelos profundos a moderadamente superficiales, bien drenados, derivados de ceniza volcánica reciente. Tienen un suelo superficial pardo muy oscuro y un subsuelo pardo amarillento que está sobre arcillas pesadas negras o rojizas. Los suelos se encuentran en las planicies con pendientes casi planas a fuertemente inclinadas en la vecindad de Nagarote, y se extienden hasta seis kilómetros al sur y suroeste del mismo pueblo.

Perfil Representativo de Nagarote franco:

- 0 a 20 centímetros, pardo muy oscuro, franco friable, estructura granular fina y media, débil; abundantes raíces; neutro; límite abrupto y uniforme.
- 20 a 35 centímetros, pardo amarillento, franco arenoso muy friable; masivo, pocas raíces; neutro; límite abrupto y ondulado.
- 35 a 55 centímetros, pardo amarillento, franco arenoso muy friable; masivo; pocas raíces; neutro; límite abrupto y uniforme.
- 55 a 70 centímetros, pardo a pardo oscuro, franco arcillo arenoso friable; estructura de bloques subangulares medios, débiles; pocas raíces; neutro; límite abrupto y uniforme.
- 70 a 115 centímetros, gris rojizo oscuro a pardo rojizo oscuro, arcilla firme; estructura de bloques subangulares finos y medios, fuertes; sin raíces; neutro.
- En muchos de los suelos Nagarote, la arcilla subyacente no es pardo rojizo sino gris oscura o negra, similar a los Vertisoles.

Los suelos Nagarote tienen permeabilidad moderada, capacidad de humedad disponible moderada y una zona radicular moderadamente superficial a moderadamente profunda. El contenido de materia orgánica es moderado en el subsuelo y moderadamente alto en el suelo superficial. Los suelos son moderadamente altos en bases intercambiables y tiene una saturación de bases mayor del 55 por ciento en todos los horizontes del suelo. El potasio asimilable es bajo y el fósforo es muy bajo.

De acuerdo al mapa de suelos de la caracterización de la cuenca río San Juan, sobre toda el área del proyecto predomina suelos de tipo Entisol.

3.1.4.1 Orden Entisol

Presentan un grado de desarrollo muy reciente debido al origen y edad de los materiales originarios, o se localizan en superficies fuertemente erosionadas, presentando perfiles de tipo A-C y A-R. Los suelos con perfiles de tipo A-C, se caracterizan por presentar un epipedón ócrico o móllico sobre un horizonte C constituido por cenizas o piroclastos recientes, ligeramente meteorizados por los procesos de transformaciones (arena franca, gravas o escorias volcánicas). Por su mínima evolución debido al tiempo, clima o relieve no presentan horizontes genéticos de diagnóstico. Estos suelos no son recomendables para la siembra de cultivos agrícolas pero si para reforestación o regeneración natural.

Dado el uso de viviendas en el área bajo estudio, los suelos son totalmente alterados y compactados principalmente sobre la red vial revestidos en gran porcentaje de los casos con materiales como empedrado, asfalto, concreto hidráulico, o balastro, en los sitios de las actuales plantas de tratamiento a pesar de no presentar estos materiales ya son suelos alterados por las mismas obras realizadas en dichos sitios.

Partiendo de la observación y análisis de imágenes de descripción de instrumentos de calicatas realizados y proporcionados por PROCON, así como consulta a expertos, se deduce que:

Primeramente, que coincide con la descripción de los suelos de la zona con la Serie Nagarote, el perfil representativo Franco Nagarote, tipo de suelo Entisol, mencionados con anterioridad como referencia documental preexistente.



Foto 13: Características del Suelo área de PTAR El Patriarca, ciudad de Nagarote



Foto 14: Características del Suelo área de PTAR Santa Elena, ciudad de Nagarote

Sobre el área urbana de Nagarote, donde se desarrollará la red colectora, de acuerdo al reporte de calicatas presentadas por PROCON, sobresalen suelos franco arenosos con presencia de estratos de limos y arcilla con diferentes espesores y compresión, hasta la profundidad de 2.5 m que fue el límite de las excavaciones realizadas (Ver Anexo #1 mapa de calicatas).

La característica de estos suelos los clasifica como suelos erosionables, pueden presentar un considerable y rápido nivel infiltración.

Los datos específicos del suelo de sitio en que se propone establecer la nueva PTAR, están dispuestos a desarrollarse en la etapa de diseño final.

3.1.4.2 Uso Potencial del Suelo

De acuerdo a lo descrito en la caracterización de la Cuenca # 69 Río San Juan, el área del proyecto, las zonas planas de suelos arcillosos son aptas para desarrollo ganadero y cultivos de inundación, en tal sentido posee una:

- **Vocación agrícola**, comprende terrenos que son apropiados para actividades agropecuarias y/o forestales. De acuerdo a las cualidades o limitaciones de los suelos se pueden establecer diferentes clases de uso, en el caso del área del proyecto son suelos con pendientes menores de 15%: apropiados para cultivos anuales, semi-perennes, perennes, ganadería, y/o bosques, con un manejo adecuado.
- **Vocación pecuaria**: Comprende suelos que tienen limitaciones específicas que los hacen apropiados únicamente para el pastoreo de ganado vacuno, y/o actividad forestal.

3.1.4.3 Uso Actual del Suelo

De acuerdo a lo observado en la inspección in-situ, el uso actual del suelo del área del Proyecto está definido por el desarrollo del asentamiento humano concentrado, urbanizado (totalmente humanizada); en sus periferias, áreas abiertas destinadas a la agricultura extensiva cultivos de sorgo, maní, ajonjolí, caña de azúcar.

La tierra está usada principalmente con pastos y algunas áreas con cultivos anuales de surco.



Foto 15: Características uso del suelo área urbana, ciudad de Nagarote



Foto 16: Características del uso del suelo área periferia, ciudad de Nagarote

3.1.5 Hidrología Superficial

La descripción de las condiciones de la hidrología superficial e hidrológica del área bajo estudio, se realiza basados en el método PHCA de 1972, con la definición de Vertientes, Cuencas, Subcuencas y Microcuencas, en conformidad a lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales vigente, en su Título I, Arto. #2, inciso "a".

Los ríos de la vertiente del pacífico se caracterizan por ser de corta longitud y poco caudal y en muchos casos secos durante el verano, presentándose como cauces intermitentes, teniendo presencia de agua y escorrentías fuertes solo en períodos de invierno, sus aguas transcurren con dirección generalmente de Noroeste a Sureste (desembocando al océano Pacífico), las que por la estructura suelta del suelo y su textura franca a franco arcilloso – limosa, además de facilitar la rápida infiltración de las aguas al acuífero, provoca

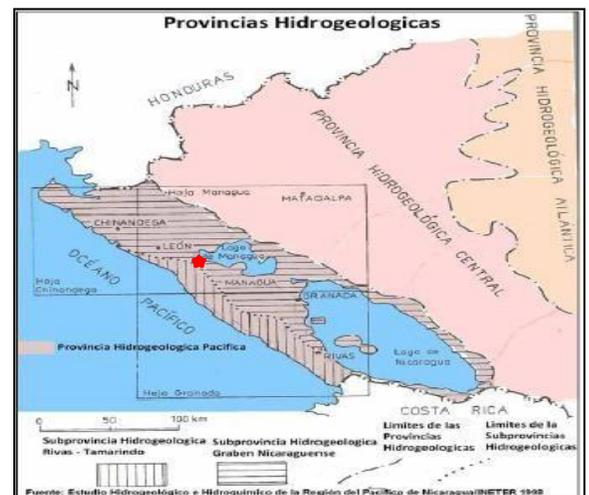


Figura 8: Nagarote en mapa de provincias Hidrológicas de Nicaragua.

procesos de erosión hídrica e inestabilidad en sus bordes, en algunos casos severos, ampliando periódicamente la llanura de inundación.

En el caso particular del área urbana de Nagarote, la dirección de las aguas superficiales se establece de sureste a noreste, teniendo como punto de vertido el lago Xolotlán, sus longitudes cortas, así como la suave pendiente hace que las correntías desarrollen menor velocidad, siendo sus efectos erosivos no sean amplias.

El territorio del municipio de Nagarote forma parte de la gran vertiente hidrográfica del Pacífico. Según el mapa de provincia geoestructurales del INETER 2004, inmersa en la provincia geo-estructural de la Provincia Hidrológica del Pacífico Sub provincia Planicie Nagrandanos.

El área del proyecto (casco Urbano) en específico drena hacia la cuenca # 69 río San Juan, Sub Cuenca Momotombo, Micro cuenca Río Obraje que atraviesa la ciudad de Nagarote como una corriente intermitente, drenando hacia el lago Xolotlan por medio de éste, al Río San Juan y al Mar Caribe. El resto del territorio municipal forma parte de la cuenca # 66 río Tamarindo el cual drena sus aguas hacia el océano pacifico (ver Fig. # 8, Y 9).

3.1.5.1 Sub Cuenca río Obraje

El río Obraje es un cuerpo superficial que en gran parte de su extensión es de carácter intermitente, con una longitud de 7 km, teniendo un recorrido sinuoso con dirección predominante de Este a Noroeste.

Este Cuerpo de agua superficial, inicia en la confluencia de dos cuerpos de agua superficial en carácter de quebradas, inmediata a la periferia del costado este del área urbana de Nagarote; a 1.5 km antes de su desembocadura en el Lago Xolotlán, el río modifica su característica a permanente.

Producto de la observación (enero del 2019), se constata que el cauce del río se encontraba sin presencia de agua, sobre su curso atravesando el área del proyecto, hasta el punto de vertido poco tratadas de la PTAR El Patriarca, 1

km aguas abajo este caudal de aguas residuales sobre el cauce del río Obraje recibe también la descarga de aguas residuales del proceso de la Planta de energía eléctrica Che Guevara.

En ese recorrido, el río Obraje posee un cauce encajonado no mayor de 5 m de ancho con taludes casi verticales con una altura de 4 m, observándose por medio de vegetación afectada doblada y residuos sólidos una llanura de inundación entre los 2 y 2,5 m de altura en estos puntos encajonados.

En su recorrido por el área urbana la llanura de inundación se amplía a más de 10 m, con una altura no mayor de los 60 cm.

Se observa además pequeños procesos de erosión por escorrentías en algunos puntos de su ribera, así como un considerable grado de contaminación con residuos sólidos domésticos provenientes del área urbana.

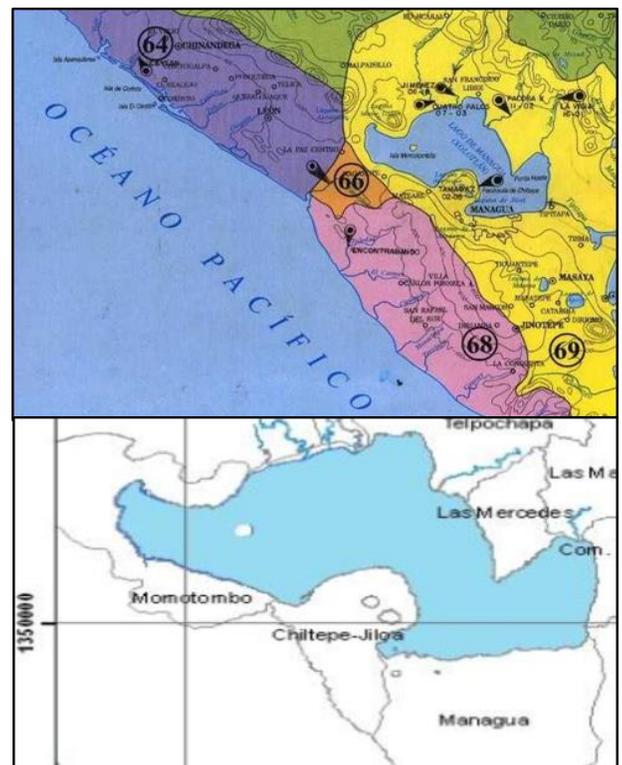


Figura 9 : arriba, Segmento mapa cuenca Nic.; abajo seg. Mapa subcuencas, cuenca #69, río San Juan, Fuente INETER/ MARENA



Foto 17: Izq. Cauce seco del río Obraje, metros antes del vertido de la PTAR El Patriarca
Dcha. Cauce río Obraje, punto de vertido PTAR El Patriarca.



Foto 18: Izq. Cauce del río Obraje, 700m. aguas abajo del vertido de la PTAR El Patriarca
Dcha. Cauce río Obraje, aguas abajo de vertido PTAR El Patriarca.



Foto 19: Cauce del río Obraje, 1.5 km aguas abajo del vertido de la PTAR El Patriarca
ingreso de vertidos planta generadora eléctrica Che Guevara

En su paso por el área urbana de Nagarote, el cauce del río Obraje, se observa fuentes de contaminación difusa partiendo del mal manejo de residuos sólidos urbanos que son arrastrados al cauce por escorrentías durante el invierno, así como por ciudadanos que utilizan el cauce como botadero.

Por todo el trecho del área urbana se presenta de forma permanente descargas de aguas grises no tratadas proveniente del sistema de drenaje trecho de carretera Nagarote – Managua que atraviesa la ciudad de Nagarote.

En base a los resultados de análisis de laboratorio de muestras de agua sobre el cuerpo de agua superficial (mandatados por PROCON para el presente proyecto) hasta 1 km aguas abajo del punto de descarga de la PTAR EL Patriarca, se confirma que además de problemas de alta turbidez, las calidades de las aguas residuales no cumplen los valores aceptables en la mayoría de los parámetros de seguimiento por el Decreto 21-2017. No obstante, los parámetros pH, DQO, DBO y Coliformes Fecales – en los puntos muestreados, si cumplen con los límites establecidos en el Decreto 21-2017, tal y como se observa en la tabla resumen elaborada por el especialista sanitario de PROCON.

Tabla 1: Resultados de calidad del agua sobre el Río el Obraje

Parámetro	Punto 5	Puntual 1	Puntual 2	Cap. IV Arto. 24 y 26. Decreto 21-2017	Cumple (C) No cumple (NC)
	Efluente PTAR	100 m abajo descarga	1000 m abajo descarga		
pH	7.6	7.5	7.3	6-9	C
Temperatura	27	27.2	26.9	--	C
SST (mg/l)	157	183	186	80	NC
Grasas y Aceites (mg/l)	24.4	19	21.4	15	NC
Sólidos Sedimentables (ml/l)	15	1.3	10	1	NC
DBO5 (mg/l)	283.2	78	42	110	C
DQO (mg/l)	450	115.4	65	220	C
Nitrógeno Total (mg/l)	87.1	61.1	75.8	30	NC
Fósforo Total (mg/l)	23.48	15.18	17.23	15	NC
Coliformes Fecales (NMP)	1.00E+06	1.00E+03	1.00E+03	1.00E+05	C

Fuente: Elaboración Ing. Ricardo Alvarado, SERFIQ-CETEAL, UNI, 31/01/19

Sobre este tramo del río Obraje la cobertura vegetal es riberena, compuesta por especies arbóreas de pequeño porte, poco denso, con individuos dispersos, con un sotobosque de arbustos y malezas, en franjas que no sobrepasan los 20 m de ancho, a lo largo de su recorrido.

Posterior a la franja riberena se presentan áreas de amplias extensiones de tierras bajo uso de la agricultura extensiva industrial, sin cobertura vegetal.

3.1.6 Aguas Subterráneas

La ciudad de Nagarote está emplazada dentro de la Cuenca Hidrogeológica La Paz Centro - Nagarote, que conforma el subsistema acuífero del mismo nombre (B4) (Figura 10). Del subsistema acuífero mencionado, se extraen volúmenes apreciables de agua para riego de caña de azúcar y banano; también se extrae agua para suplir las demandas de agua potable de la ciudad de Nagarote.

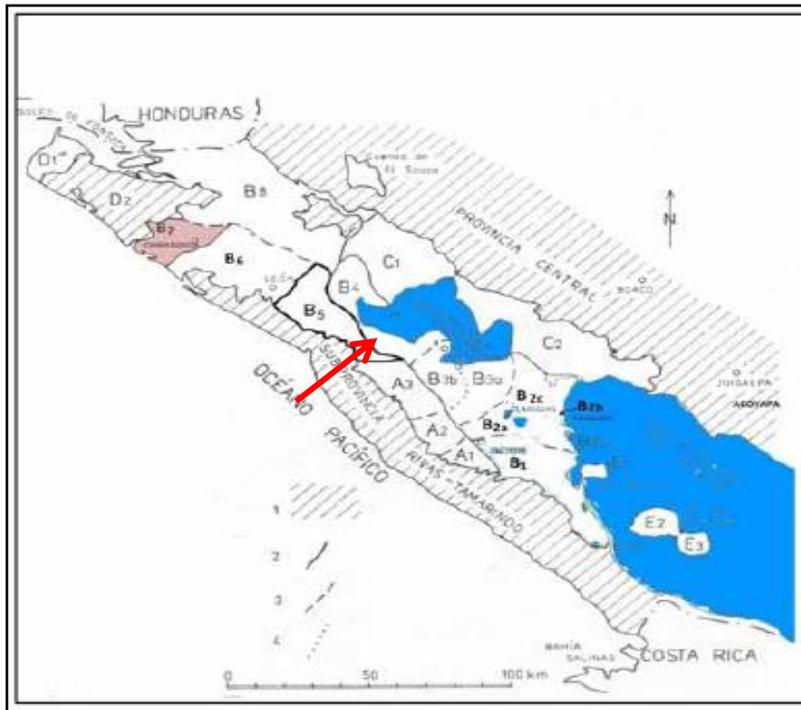


Figura 10 : Ubicación Municipio de Nagarote, en Sistemas y Subsistemas de la Subprovincia Hidrogeológica Graben Nicaragüense
 Fuente: Estudio Hidrológico / Hidroquímico de la región del Pacífico de Nic.- INETER 1998

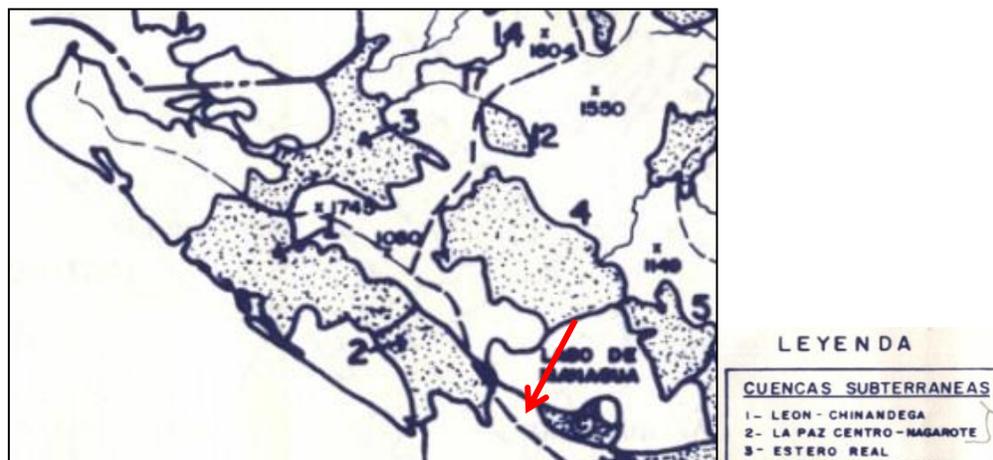


Figura 11 : Ubicación Municipio de Nagarote, Segmento Mapa de principales acuíferos de Nicaragua, según Tahal y C. Valle. Fuente INETER

Según el informe de la sección de hidrología del "Análisis de las condiciones hidrogeológicas para el uso de agua subterránea como fuente de abastecimientos de agua potable para la ciudad de la Paz Centro", DENCAL, 1973, en el mapa profundidad del agua a mayo de 1969, en la zona La Paz Centro, Nagarote León Sur, de acuerdo a las curvas equipisométricas indican que el Nivel Estático del Agua (NEA) en el área de incidencia del proyecto se encuentra desde el nivel del suelo entre los 11m a 20 m, estando más superficial

hacia al noroeste sobre el sector en que se pretende emplazar la PTAR y más profundo al sur este de la urbe, a como se puede apreciar en la figura 12.

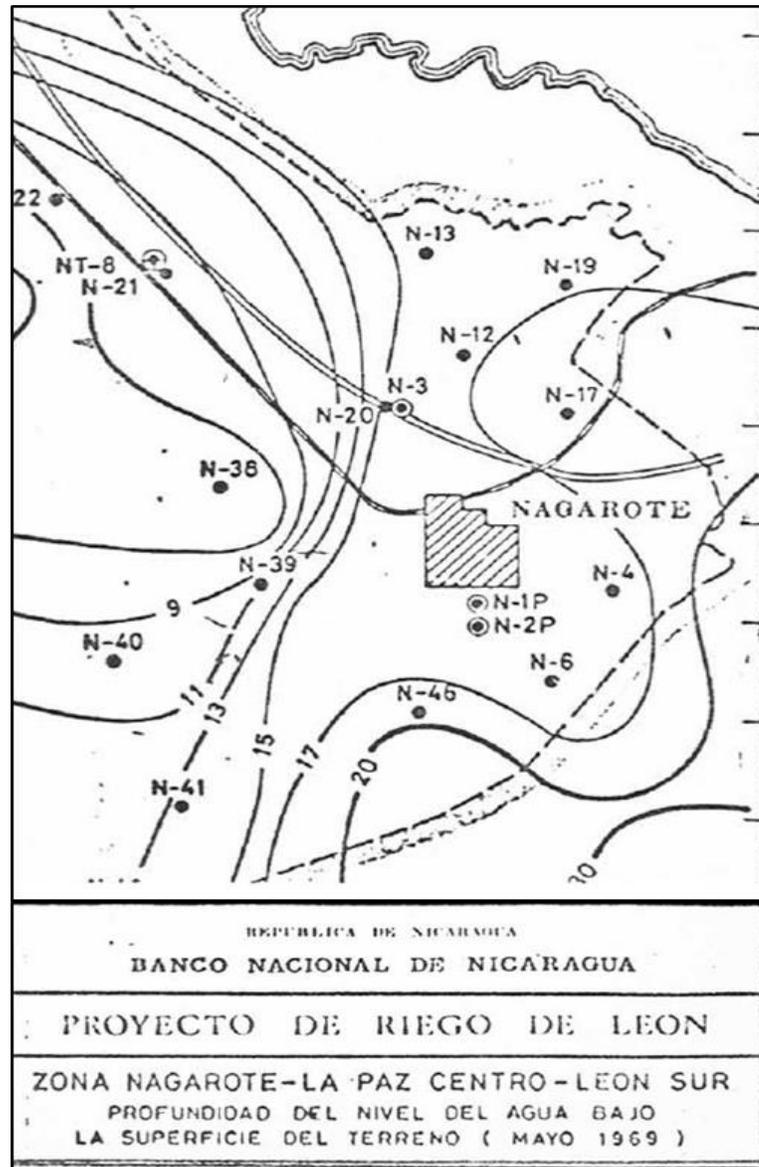


Figura 12 : Sección mapa de NEA La Paz Centro Nagarote, León sur, según Tahal. Fuente Biblioteca de ENACAL

En el proceso de observación in-situ, no se identificaron pozos perforados cercanos que pudieran dar referencia del nivel del agua en el sector, según referencias públicas de ENACAL el pozo perforado que abastece los barrios: Santiago, Camilo Ortega, Marvin Palacio, Guadalupe, Jairo Pérez, Fernando Salazar, hacen referencia de una profundidad de 122 m con agua sin presencia de intrusión salina.

3.2 Medio Biótico

3.2.1 Flora

El municipio de Nagarote se encuentra dentro de la zona de vegetación: Sabana, Matorral y Bosque Seco (Atlas básico de Nicaragua), la cual, históricamente ha estado afectada por actividades económicas basadas en actividades agropecuarias, utilizando amplias extensiones para áreas de pastoreo y cultivos anuales extensivo e industrial, siendo generalmente áreas desprovistas de cobertura vegetal, a como se refiere en la Figura 13; la presencia de flora y vegetación está limitada a los cursos de cauces, caminos, ocasionalmente en cercas vivas, aceras, áreas de patio de viviendas.

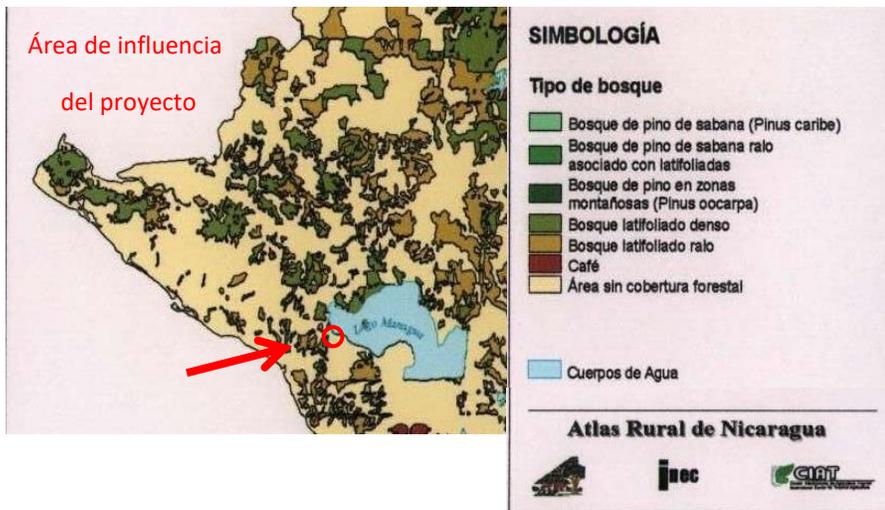


Figura 13: Sección Mapa Forestal de Nicaragua. Fuente INEC

Según ficha municipal de Nagarote, INIFON, el casco urbano, se enclava dentro de la Formación Vegetal Zonal del Trópico: 2 Bosques medianos o bajos subcaducifolios de zonas cálidas y semi-húmedas, no obstante, la sobreexplotación histórica de los suelos de los alrededores, ha provocado casi la extinción de esta formación vegetal.

El uso del suelo para el desarrollo urbano, restringe aún más la cobertura vegetal en la zona, limitándose a bosque de ripario, deteriorado por la continua presión del recurso maderable energético, por parte de la población para la consecución de leña para la cocción de alimentos.

De acuerdo a la inspección in-situ, en el área de influencia directa del proyecto (área urbana y periurbana), corresponde un área totalmente intervenida (humanizada), en la que existe presencia de especies arbóreas entre frutales y ornamentales (generalmente de hoja ancha), focalizada en áreas de patios de viviendas. En la periferia, a lo largo de la ribera del río Obraje, discurre un bosque ripario compuesto por especies arbóreas de pequeño porte, aislados entre individuos, predominando un sotobosque arbustivo interactuando con malezas poco denso, sobre el cual incide el corte de leña. Sobre el sitio en que se pretende establecer la nueva PTAR "Sonrisa de Dios" por medio del levantamiento topográfico se contabilizó la existencia de forma dispersa en el área un total de 111 individuos arbóreos de diferentes especies, entre 0.20 cm a 1 m de diámetro, 78 de ellos ubicados al norte del área de obras del proyecto, en una formación menos dispersos siendo: Guasimo 8; Guanacaste 1; ceiba 4; palo blanco 5; espino blanco o michigüiste 1; Jícara 18; arboles 39; sardinillo 1; Madero negro 1. Los individuos de Ceiba cuentan con diámetros de entre los 0.60 m a 1 metro.

De este total de especies arbóreas, por su ubicación interfiriendo con las obras a realizar se tendrán que remover 10 de ellos

Por su parte, sobre el área de la red de alcantarillado sanitario (tramado de calles urbanas), la cobertura vegetal es nula, con suelos alterados, compactados, recubiertos de empedrado, asfalto, concreto hidráulico y/o balastro.

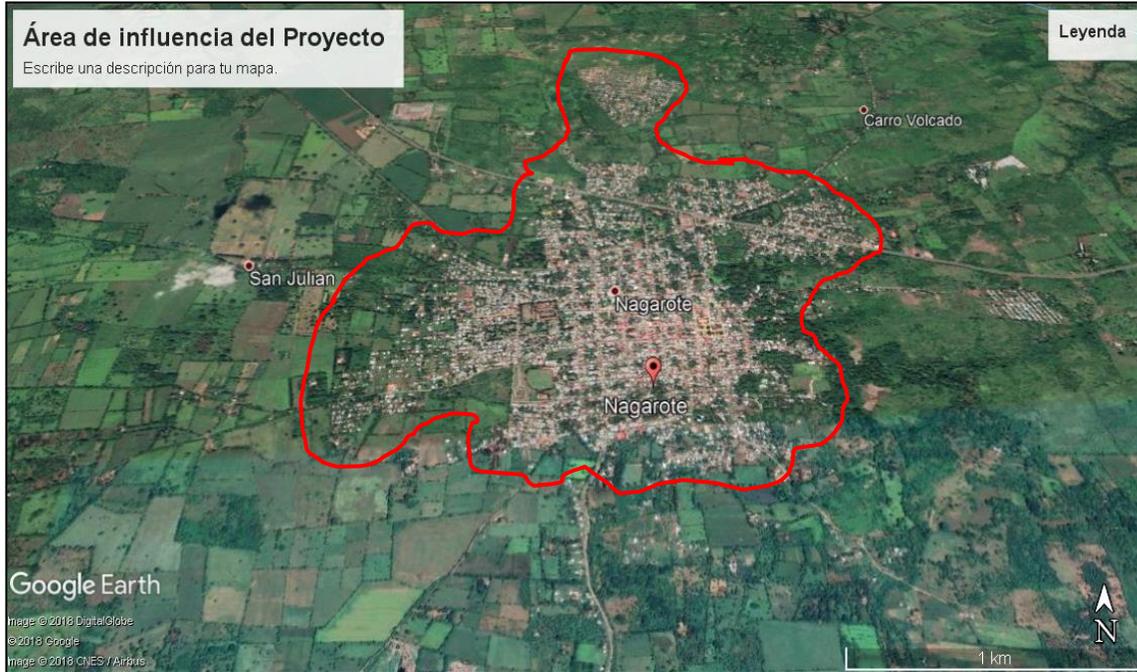


Figura 14: Imagen fuente Google Earth, cobertura vegetal del área de influencia del proyecto. Fuente Google Earth

En el área de influencia del proyecto se identificaron especies arbóreas y herbáceas, básicamente de hoja ancha; se encuentran muy focalizadas. Ver descripción en la **Tabla 2**.

Tabla 2: Flora identificada en el área de influencia del Proyecto

Nombre común	Nombre Científico	Familia
Árboles Medianos		
Mango	<i>Magnifera indica</i>	Anacardiaceae
Granadillo	<i>Platymiscium pinnatum</i>	Fabaceae
Sardinillo	<i>Tecoma stans</i>	Bignoniaceae
Guácimo	<i>Guazuma unifolia</i>	Malvácea
Cortez	<i>Tabebuia ochracea</i>	Bignoniaceae
Guarumo	<i>Cecropia insignis</i>	Urticaceae
Madero Negro	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae
Cortez	<i>Tabebuia ochracea</i>	Bignoniaceae
Chilamate	<i>(Ficus Morazaniana)</i>	Moraceae
Flor Amarilla		Fabaceae
Jicaro	<i>Crescentia cujete</i>	Bignoniaceae
Cornizuelo	<i>Acacia cornigera</i>	Fabaceae
Palmera	<i>Arecaceae</i>	Schultz Sch.
Monge	<i>Polyalthia longifolia</i>	Annonaceae

Nombre común	Nombre Científico	Familia
Acacia		<i>Leguminoceae-Fabaceae</i>
Herbáceas		
Campanita morada	<i>Ipomoea purpurea</i>	Convolvulaceae
Higueras	<i>Ficus carica</i>	Moráceas
<i>Fuente: Elaboración Esp. Ambiental</i>		

En base a los resultados del inventario florístico, no se encontró ninguna especie de la lista CITES



Foto 20: Características de la cobertura vegetal en el área urbana y periférica de Nagarote

3.2.2 Fauna

La existencia de fauna se encuentra íntimamente relacionada con la zona de vida, la vegetación y el estado de la misma, siendo que el área de influencia del proyecto es una zona con poca cobertura vegetal, y sobre explotada, sumado a la cacería furtiva, la fauna es escasa, tanto en especie como en cantidad, restringiéndose a áreas de concentración de vegetación, principalmente sobre el cauce del río Obraje, y tacotales.

En base a observaciones de campo y la revisión de documentación existente, se constató que el área del Proyecto cuenta con pocas especies de fauna, limitándose a aves asociadas a la vegetación ripiaría en el que se incluyen garzas, aves zancudas, así como algunas especies de reptiles (lagartijas, garrobos, serpientes y tortugas), en menor porcentaje mamíferos pequeños como conejos, fauna que, por falta de hábitat y presión sobre ellos, se encuentra en franco deterioro. (Ver Tabla 3).

Durante el proceso de observación el lugar en el que dieron avistamiento y escucha de fauna tanto de aves como reptiles fueron las PTAR, identificándose como área de anidación de garrobos negros, tortugas, así como de alimentación para zancudas y garzas. Los operarios de las actuales plantas de tratamiento reportan la existencia de al menos un individuo lagarto en la PTAR El Patriarca y otro en la PTAR Santa Elena. El lagarto que habitaba en la PTAR Santa Elena fue reubicado por el MARENA.

De las especies faunísticas identificadas, 3 se encuentra protegidas por la convención CITES desde 1917, dentro del apéndice II, siendo éstas: la serpiente Boa, **Boidae spp.** la Tortuga de río **Podocnemis** spp. Por su parte, mencionado en el apéndice III la serpiente coral verdadero **Coral Micrurus nigrocinctus** (Honduras). A nivel local el Zanate, *Quiscalus nicaraguensis*, en veda Nacional indefinida según la resolución ministerial No 02. 01.2013 (Actualizar el Sistema de Vedas Periodo 2013), emitida por el MARENA. Las especies reflejadas en los apéndices CITES, se ubican en el perímetro del área urbana, antiguas áreas de cultivo intensivo hoy en desuso, colindantes al cauce del río obraje.

Tabla 3: Fauna del Área del Proyecto

Mamíferos pequeños		
Nombre común	Nombre científico	Familia
Cusuco o armadillo	<i>Dasypos novemcinctus</i>	Dasypodidae
Conejo Centro Americano	<i>Sylvilagus dicei</i>	Leporidae
Aves		
Zanates	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Icteridae.
Garza Blanca	<i>Ardea alba</i>	Ardeidae
Cigüeñuela Cuellinegra	<i>Himantopus mexicanus</i>	Recurvirostridae
Guarda Barranco	<i>Eumomota superciliosa</i>	<u>Momotidae</u>
Güis	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Tyrannidae
Cenzontle	<i>Mimus polyglottos</i>	Mimidae
Reptiles		
Lagartija	<i>Ameiva undulata</i>	Teiidae
Tortuga de río	<i>Podocnemis lewyana</i>	Podocnemididae,
Garrobo Negro	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguanidae
Coral verdadero	<i>Micrurus nigrocinctus</i>	Elapidae
Boa	<i>Boa constrictor</i>	Boidae
Cascabel	<i>Crotalus</i>	Viperidae
Fuente: Elaboración propia		

Es un área históricamente intervenida con especies de flora que no son endógenas, el proceso urbanístico modificó las condiciones naturales y en las áreas circundantes son áreas que antaño fueron, y son en la actualidad, plantaciones industriales de algodón y caña de azúcar, mayoritariamente sin cobertura vegetal.

La relación entre vegetación y fauna es intrínseca para la conformación de hábitad, la observación resultó con muy pocos avistamientos o escuchas, habiendo mayoritariamente individuos no especies en las PTAR área de mayor biodiversidad, lugares que por la destrucción de hábitad se ha convertido en el nicho de algunas aves anfibios y reptiles. En el área urbana, fue difícil encontrar fauna no se evidenciaron sitios de alimentación ni anidación.



Foto 24: (1) Tortuga de río (2) Garrobo Negro Foto 24: Zanate Clarinero



Foto 24: Cigüeñuela Cuellinegra

Foto 24: Garza Blanca

3.2.3 Áreas Protegidas y Ecosistemas Frágiles

De acuerdo al mapa de áreas protegidas de Nicaragua integradas al Sistema Nacional de Áreas Protegidas SINAP (SINIA MARENA), el área protegida más cercana al área de influencia directa del proyecto es la Reserva Natural Volcán Momotombo, existiendo su límite de área de amortiguamiento a aproximadamente 13 km al noroeste del área urbana de Nagarote, en territorio del municipio de La Paz Centro. Es decir, fuera de su radio de influencia.

En el área del proyecto como zona altamente humanizada, no se identifican áreas ambientalmente sensibles.

3.3 Medio Socio-económico y Socio-cultural

3.3.1 Características de la población Urbana

Las fuentes de información respecto a la población de Nagarote son diversas, y los datos difieren unos de otros.

El VII Censo de Población y IV de Vivienda realizado en el 2005, reporta para la ciudad de Nagarote una población total de 32,303 hab. Con una población urbana de 19,614 hab., que habitaban en 4,606 viviendas y 36 barrios, con un índice de ocupación de 5.10 personas/vivienda.

Por su parte, las autoridades municipales a la fecha manejan una cifra de población urbana, de 22,134 hab. y un total de 6,341 viviendas, con un índice de 3.5 hab./vivienda.

En correspondencia al conteo de viviendas y el censo de población realizado para el presente estudio, indican que, en la actualidad, en el Área del Proyecto, residen 24,676 habitantes, en 5,163 viviendas contabilizadas como ocupadas, que representan el 81% (encontradas con o sin gente) del total de edificaciones catastradas (6,357), resultando un índice de ocupación de 4.78 hab./vivienda.

Partiendo de los resultados y análisis realizados por el INIDE del IV censo de vivienda del 2005, el régimen de la propiedad sobre el área urbana prevalece la propiedad privada, representando el 86% del total de viviendas.

De acuerdo a la categorización consignada en el Mapa de Pobreza de INIDE/INEC - 2005, la población en el área de influencia del Proyecto se cataloga como población mayoritariamente en condiciones de pobreza baja y media. A pesar de esto en el rápido proceso de crecimiento de la población y desarrollo físico de la ciudad, ha dado pie al surgimiento de una serie de asentamientos humanos alrededor de lo que se puede denominar el centro histórico de Nagarote, quedando así, en menor porcentaje y en algunas zonas periféricas niveles de pobreza alta y severa, generalmente con alta concentración de viviendas.

Partiendo del estado de opinión, levantada en la encuesta socioeconómica y datos del conteo de viviendas por parte de PROCON, se puede inferir que estos asentamientos urbanos periféricos, se perfilan con un cinturón de pobreza en el cual, los niveles de vida de su población disminuyen, observado desde el material de construcción de las viviendas, así como la limitación en la cobertura de los servicios básicos como el saneamiento. No obstante, el nivel de prestación del resto de servicio es aceptable.

La actividad económica del municipio está basada principalmente en lo agricultura, generalmente tecnificadas, así como la ganadería, destacándose la caña de azúcar, maní, ajonjolí, y la ganadería extensiva.

A nivel urbano no se cuentan con fuentes de empleo significativos por lo cual sus residentes teniendo accesibilidad a áreas de mayor y mejores fuentes de empleo (como el caso de Managua) se trasladan hacia éstos. De acuerdo al resultado de la aplicación de la encuesta socioeconómica el 95% del total de viviendas son utilizadas como casas de habitación, pero en algunas de ellas sus habitantes solo llegan por las noches, ya que trabajan fuera del municipio.



Foto 25: Característica movimiento comercial área céntrica de la ciudad de Nagarote

En tal sentido a pesar de que el área urbana de Nagarote tiene una función de proveedora para el desarrollo de las actividades del área rural y de mercado para la producción de las mismas, como centro intermedio de servicios e integrador, el sector terciario como proveedor de bienes y servicios tiene un nivel de desarrollo muy discreto, quedándose en lo elemental por su característica arraigada de pueblo, con limitada prestación o venta de servicios, observándose servicios tales como tiendas de diferentes artículos, productos básicos, negocios de alimentos, talleres pero con poco movimiento.

3.3.2 Servicio en el Área de Estudio

El área de influencia directa del proyecto, como ciudad Mediana, cuenta con un equipamiento de servicios básicos con niveles de cobertura aceptables, existiendo también, niveles de funcionamientos diferenciados en algunos de éstos de manera deficitaria. A continuación, se describirán de forma individualizada los principales servicios con que cuenta la ciudad.

3.3.2.1 Infraestructura de Salud

De acuerdo a la caracterización municipal elaborada por la municipalidad e INIFOM, a nivel del sistema Local de Atención Integral en Salud (SILAIS) como parte del sistema público para la atención de la población, a nivel de municipio se organiza en 7 sectores de los cuales 4 son urbanos.

Sector #1 Centro de Salud Dr. Raúl Vargas, sector #2 Modulo de Adolescente, Sector #3 Bo. Fernando Salazar y Sector # 4 Bo. San Martín, atendidos desde las estructuras existentes, consistente en un (1) Centro de Salud, tres (3) Puestos de Salud, disgregados uno en el sector norte, uno en la zona céntrica y otro en el sector sur del área urbana; además de una Casa Materna.

Las estructuras del sistema público de salud son:

- Centro de Salud, con camas Dr. Raúl Vargas.
- Puestos de Salud disgregados en los diferentes barrios del área urbana, se encuentran el Miriam Palacios, entre otros.

A nivel privado se presentan en poca cantidad, una oferta de consultorios, laboratorios clínicos, clínicas odontológicas y farmacias.



Foto 26: Izq. Puesto de Salud Miriam Palacios

Dcha. Centro de Salud Dr. Raúl Vargas

La estructura de asistencia urbana es atendida por un total de 30 recursos humanos.

En entrevista realizada a la Delegada Municipal para la Salud del Poder Ciudadano de Nagarote, la Lic. Salvadora del Socorro Roa Gutiérrez a fin de comparar los datos de las encuestas, asegura que *"En el municipio de Nagarote, la primera causa de muerte por la cantidad de personas han sido las enfermedades renales en sus diversas manifestaciones y hasta en 4to lugar se tiene en el 2018 las Enfermedades Diarreicas Agudas con 6 defunciones (3 niños y 3 adultos) y la Neumonías, (con 4 adultos y 2 niños). Esta información ratifica lo manifestado por los pobladores en las encuestas*



Figura 15: Izquierda, Mapa de organización territorial del sistema de Salud en el municipio de Nagarote. Fuente: SILAIS Nagarote
Derecha, Ubicación de estructura de salud área urbana Nagarote, Fuente: Alcaldía 2015

3.3.2.2 Energía Eléctrica

El área de influencia del proyecto cuenta con el servicio de energía eléctrica suministrado por medio del interconectado nacional bajo la responsabilidad de ENATREL y Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL), así como la Distribuidora DISSUR, facilitando a la población la conexión a servicios de energía de alta, media y baja tensión además de alumbrado público.

La energía eléctrica consumida en la ciudad de Nagarote es generada en la planta Ernesto Che Guevara ubicada en las cercanías del área urbana al noroeste de ésta. La cual interconecta con Puerto Sandino abasteciendo parte del municipio de La Paz Centro y el proyecto geotérmico Momotombo. De acuerdo a la observación y datos proporcionados por funcionarios municipales, el área de influencia del proyecto cuenta con una amplia cobertura del servicio. Según se refleja en documento de plan estratégico municipal proporcionado por la municipalidad, existen 3,136 viviendas servidas, 136 abonados comerciales, 17 industrias, 43 de irrigación, 7 en el área privada y 9 abonados gubernamentales.

Bajo la observación se pudo constatar que la expansión urbana normativa ha provocado que se erijan áreas de viviendas debajo o muy próximas a las estructuras y líneas de altas tención del sistema.



Foto 27: Izq. áreas de viviendas cercana y debajo de estructuras y líneas de alta tensión
Dcha. tendido eléctrico domiciliario en la ciudad de Nagarote

3.3.2.3 Agua Potable

Los resultados del conteo de viviendas realizados por PROCON, arrojan que El 82.7% de las viviendas entrevistadas se abastecen del servicio de agua potable suministrada por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados ENACAL, el 14.81% se abastece por otros medios; el 1.72% se abastece del vecino; 0.72% dispone de pozo propio; 0.04% acarrea el agua de puesto público; y el 0.02% de camión cisterna.

3.3.2.4 Telecomunicaciones

Sobre toda el área de influencia del proyecto (área urbana) se cuenta con el servicio de telefonía convencional, además de una cobertura del 100% de la telefonía celular de dos de las empresas prestadoras de este servicio en el país.

3.3.2.5 Transporte

En el área urbana se desarrolla un sistema de transporte fluido tanto de personas como de carga nacional e internacional. Nagarote es un sitio de tránsito de transporte pesado proveniente de los departamentos de Chinandega, León, y Managua, interconectando Puerto Corinto, Puesto Fronterizo el Guasaule, y Puerto Sandino.

El transporte colectivo interurbano solo transcurre fluidamente cada 20 minutos por el trecho de carretera que atraviesa la urbe. En la urbe no se cuenta con terminal de transporte colectivo.

A lo interno del área urbana se cuenta con el servicio selectivo en la modalidad de bici y moto-taxis que dan cobertura en un 100% de la población del área urbana.

El municipio de Nagarote cuenta con dos cooperativas de buses legalmente constituidas las cuales son COTRAHAMAR y Transporte Expreso el Jenízaro (interlocales) los que brindan servicios de transporte ordinarios y expreso que cubren la ruta Nagarote – Managua - Nagarote, y Nagarote – León – Nagarote. Cabe mencionar que tanto en las costas del litoral Pacífico como en las costas del Lago Xolotlan también se cuenta con medios de transporte acuático, tanto para labores de pesca como de recreación.

En cuanto a los medios de transporte, dentro del municipio se cuenta con 2 unidades (de carácter privado) que hacen un recorrido diariamente del sector de la Costa Sur del municipio hacia la cabecera municipal, facilitando de esa manera la movilización de los pobladores de las diferentes comunidades que recorren en su itinerario.

Sector de las Bici Taxi existiendo 208 que operan de manera legal y aproximadamente 100 de forma ilegal para un total 308 bici taxi.

Sector de Moto Taxi medio de transporte para el casco urbano y rural. Operan 106 moto taxi legales y 102 moto taxi ilegales, 21 moto taxis legales en las comunidades rurales.

Inter local, existen además 14 unidades de microbuses que brindan su servicio con recorridos hacia las ciudades de Managua y León, llevando a estudiantes y población en general.



Foto 28: Modalidad de transporte selectivo urbano en Nagarote

Este sistema de transporte se moviliza sobre carreteras de todo tiempo, así como calles urbanas generalmente con recubrimientos de diferentes materiales, tales como empedrado asfalto, adoquín, concreto hidráulico y en las periferias balastro, todas en buen estado físico.

3.3.2.6 Vías de comunicación

El área de influencia del proyecto (ciudad de Nagarote) es accesible por medio de una red de vías secundarias desde el interior del departamento de León que lo conecta con el resto de la región de occidente, así como con la capital de la nación.

La ciudad es atravesada en su costado norte con dirección de Este a Oeste por la carretera intermunicipal que interconecta las poblaciones de los departamentos de León y Chinandega con la capital Managua, siendo una vía asfaltada en excelente estado, permitiendo un tráfico vehicular considerable.

A nivel interno, el municipio posee vías terciarias que integran el territorio a su cabecera municipal, generalmente caminos conformados, con revestimiento de macadán.

Por su parte, el área urbanizada cuenta con un tramado de calles con un 100% de cobertura, generalmente con algún tipo de revestimiento, entre ellos y en orden decreciente de importancia adoquín, concreto hidráulico, empedrado y asfalto, contando todas ellas con aceras o andenes peatonales. Solo en algunas áreas periféricas en un menor porcentaje las calles se encuentran con revestimiento de macadán.

3.3.2.7 Manejo de Agua Pluviales

El manejo de aguas pluviales en la ciudad de Nagarote se da mediante las obras de drenaje definidas por el entramado de calles urbanas, por medio de sus cunetas tomando como eje la pendiente hacia el cauce del río Obraje que atraviesa parte de la ciudad.

Una obra de drenaje auxiliar importante es el cauce lateral de la carretera intermunicipal León Nagarote por el cual escurren aguas de cierta parte del entramado de calles urbanas para redirigirlas al cauce del río Obraje aguas abajo.

3.3.2.8 Infraestructura Educativa

Sobre el área de influencia directa del proyecto se cuenta con el servicio de educación pública, para los niveles de preescolar, primaria, secundaria, con estructuras educativas distribuidas sobre los diferentes barrios de la ciudad de Nagarote.

De acuerdo a los datos de la caracterización municipal, así como la entrevista institucional y resultados del conteo de vivienda realizado por PROCON desde el componente social, se conoce que, a nivel de municipio la población estudiantil total dentro del sistema educativo público del municipio, contando con una población estudiantil sin incluir el nivel preescolar, de 10,250 alumnos atendidos por un total de 447 docentes en 195 aulas de clases.

La población estudiantil del área urbana de Nagarote es atendida en 14 estructuras educacionales de las cuales 5 son exclusivas para la atención preescolar, 8 de primaria que incluyen además preescolar y 1 para el nivel secundaria.



Foto 29: Izq. Instituto Fernando Salazar Martínez Dcha. Escuela de primaria

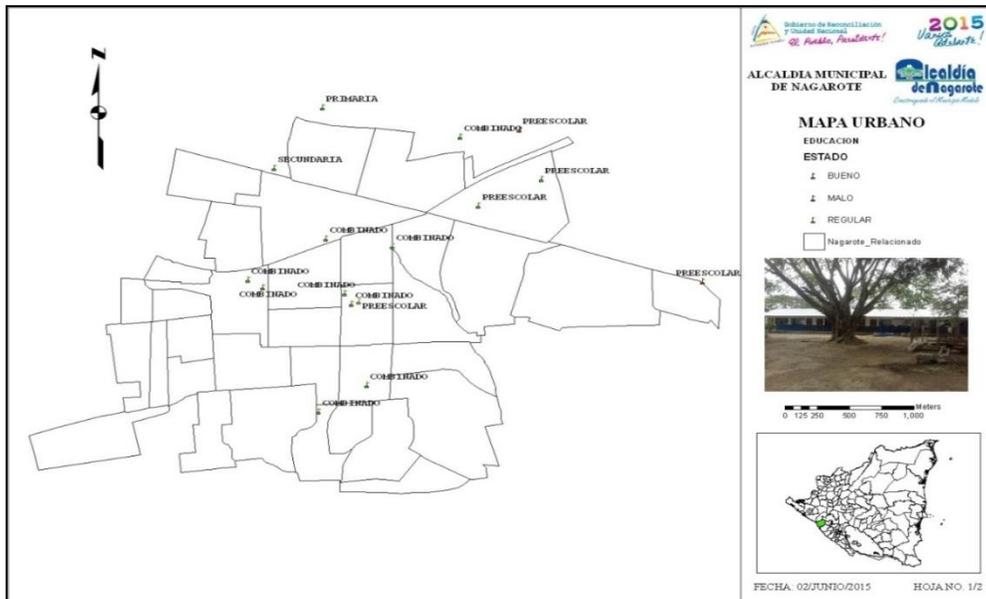


Foto 30: Distribución estructura educativa área urbana Nagarote. Fuente: Alcaldía Municipal, 2015

3.3.2.9 Estaciones de Servicio

Dentro del área directa del proyecto posee una estación de servicio ubicada en el centro del área urbana, existiendo en el territorio municipal 3 estaciones de servicio con venta de gasolina y lubricantes ubicada una en el Km. 40.5 carretera nueva a León de la Empresa UNO, otra ubicada en el empalme a Puerto Sandino conocida como TISCUCO de la Empresa PETRONIC y la cuarta gasolinera se encuentra en la Comarca Ojo de Agua 1 en el Km. 40.5 Carretera a Nejapa - Managua de la Empresa PETRONIC.

3.3.2.10 Servicios Municipales

- **Recolección de Residuos Solidos**

De acuerdo a la memoria de gestión municipal 2017, la Alcaldía Municipal de Nagarote presta el servicio de limpieza pública en tres modalidades, tren de aseo (recolección transporte y disposición final de residuos domiciliarios), limpieza de calles, así como limpieza y ornato público.

La recolección y transporte de residuos domiciliarios se realiza en un total de 41 barrios del área urbana es decir el 100% de su territorio, con diferentes rutas con una frecuencia de dos veces por semana.

En el proceso de recolección de residuos domiciliarios la alcaldía transporta un total de 543 m³ a la semana, teniendo como disposición final el vertedero municipal a cielo abierto, sin tratamiento, ubicado a 1 km al sur del área del proyecto, el cual posee cerramiento perimetral en buen estado, contando aun con buena vida útil. La Alcaldía cuenta además con otro sitio de vertedero ubicado del Empalmito de Puerto Sandino 300 m al este y 200 m al sur en dicha comunidad.



Foto 31: Limpieza y ornato de sitios públicos

La limpieza de calles se realiza sobre las calles céntricas y adoquinadas de forma diaria, de manera manual. De igual forma la limpieza y ornato a los espacios públicos se realiza diariamente.

Para la prestación de estos servicios se cuenta con una flota de 2 camiones de 3.5 toneladas, 1 camión de 4 toneladas y 2 tractores de 8 toneladas, los que se encuentran en buen estado. Así como un personal compuesto por 5 conductores, 9 operarios para la recolección de residuos, tren de aseo domiciliar.



**Foto 32: Izq. Limpieza de calles, de forma manual, utilizando carretones
Dcha. Proceso de Recolección y transporte de residuos domésticos (Tren de aseo)**

- **Cementerio**

Sobre el área urbana del municipio de Nagarote se cuenta con un total de 2 cementerios municipales, el Cementerio Viejo ubicado en el Barrio Luis de la Llana y el Cementerio Nuevo situado en el Barrio Jairo Pérez II etapa; ambos ya saturados, por lo que en el año 2016 se la municipalidad procedió a la remodelación del Cementerio Monte Carmelo el cual está en funcionamiento.



Foto 33: Fachada, Glorieta Cementerio Monte Carmelo, ciudad Nagarote

• Parques

Como equipamiento urbano el área de influencia directa del proyecto posee distribuidos en siete estructuras de parque, todos muy bien mantenidos y diseñados para el esparcimiento familiar, siendo éstos:

- Parque Central Noel Guerrero Aguilar
- El Genízaro
- Ermita Corazón de Jesús
- Parque de Ferias
- Santa Elena
- Fernando Salazar
- Parque Jairo Pérez y
- la Plaza Silvio Mayorga



Foto 34: Izq. Plaza Silvio Mayorga



Dcha. parque Genízaro

El espacio público de esparcimiento del Mirador "La Concordia" constituye otros de los atractivos turísticos de esta ciudad, ya que desde su torreón se puede admirar la belleza panorámica que representa la cordillera de los Murrubios y el lago Xolotlán en todo su esplendor. Está construido en la parte sur de la ciudad donde el relieve presenta una elevación de 96 metros sobre el nivel del mar.



Foto 35: Izq. mirador La Concordia, Nagarote Dcha. Cuenca visual desde el mirador La Concordia

• Mercado

El área urbana de Nagarote no cuenta con el servicio de Mercado Municipal, aunque las autoridades municipales, ya han destinado recursos para la construcción de una edificación que sirva para tal fin.

• Rastro

La municipalidad cuenta con el servicio de rastro municipal, localizado en la periferia oeste de la ciudad en un área techada de 177.87 m² y área de corral de 792.94 m². Actualmente tiene una estructura artesanal con capacidad para 34 reses a la semana. El sistema de tratamiento de residuos sólidos y líquidos de este servicio se encuentra saturado.

Las aguas residuales son vertidas en pilas que se encuentra físicamente deterioradas y re direccionadas a otro sistema, que vierten a un pozo de adsorción. Los sólidos son retenidos en la primera pila y con el tiempo retirado y esparcidos en el predio para su secado. En el predio existen malos olores perceptibles hasta a aproximadamente 50 m de distancia.



Foto 36: Izq. Edificio Rastro Municipal

Dcha. Sistema de tratamiento de aguas residuales

3.3.3 Descripción de Alternativas Técnicas del Proyecto

La empresa PROCON, para el fin del presente proyecto, ha valorado con criterios ambientales, técnicos y económicos una alternativa de sitio para el emplazamiento de la nueva PTAR, dos alternativas de funcionamiento de la red recolectora y dos opciones tecnológicas para el tratamiento de las aguas residuales generadas por los pobladores de la ciudad de Nagarote.

3.3.3.1 Sitio previsto para el emplazamiento de la nueva PTAR

Es un área peri urbana en la ciudad de Nagarote, ubicado a 350 m de distancia al oeste del Barrio Sonrisa de Dios, y 150 m al norte del extremo noroeste de las obras de la PTAR El Patriarca, finalizando a 1,150 m aproximadamente al norte de este último punto, con una coordenada UTM, estimando un punto medio de la propiedad: X 546466.22; Y1358022.45.

El sitio posee un área total de 47 Ha, teniendo los siguientes linderos:

- Norte: terrenos propiedad de don Felipe Reyes
- Sur: cause del rio Obraje de por medio, terreno de ENACAL
- Este: camino y hacia la Zopilota en el lago Xolotlan
- Oeste: cauce del río Obraje

Siendo un área próxima a las obras de la PTAR El Patriarca, partiendo de lo presentado en el Diagnóstico Ambiental para el presente proyecto, desarrollado por PROCON, así como del proceso de observación in-situ, se identifica que, las condiciones geo-físicos naturales del área, son muy similares a las de la PTAR el Patriarca.

El sitio propuesto, es un área natural periurbana con alto nivel de intervención, teniendo la tierra un uso histórico para la agricultura intensiva con cultivos industriales tales como caña de azúcar, algodón, ajonjolí.

Actualmente el 50% del área (la más próxima a la PTAR El Patriarca), se encuentra en desuso desde hace algunos años, prevaleciendo el matorral, teniendo como especies representativa la Zarza (Mimosa Pigra), el Cornizuelo (Acacia cornígera), Jícara (Crescentia cujete), encontrándose algunos especímenes arbóreos de madero negro (*Gliricidia sepium*), y Guasimo (*Guazuma unifolia*), de forma muy dispersa, así como sobre límites de propiedad como cercas vivas. El otro 50 % hacia el norte son áreas destinadas al pastoreo de ganado y algunas de ellas al desarrollo de cultivos temporales, prevaleciendo suelos desnudos con algunos pocos individuos arbustivos o arbóreos de pequeño porte, a como se puede apreciar en la Fig. # 18 y foto 36.



Figura 16: Cobertura vegetal, sitio propuesto para establecimiento de nueva PTAR, Fuente, base imagen Google



Foto 37: Características cobertura vegetal, nuevo sitio propuesto para PTAR, fuente, elaboración propia.

Sobre su lindero sur y oeste en la ribera norte del río Obraje se presenta una franja no mayor de 10 m de ancho, de bosque ribereño de poca densidad, con especies del bosque seco, distribuidos aisladamente, en la que se pueden encontrar Michiguiste (*Pithecellobium dulce*), Guarumo (*Tabebuia ochracea*), Cortes (*Tabebuia ochracea*). Con un sotobosque de malezas generalmente zarzas, (ver Foto # 37).



Foto 38: Características cobertura vegetal, lindero sur y oeste del predio alternativo para la PTAR, fuente, elaboración propia.

Son suelos de origen volcánicos, sueltos, erosionables, incrementados estos fenómenos por el uso histórico del suelo, y por la falta de cobertura vegetal.

En base a la observación y levantamiento topográfico, se puede plantear que el área posee una topografía regular semi-plana, con pendientes suaves, con dirección casi de este a oeste hacia el cauce del río Obraje.

En los colindantes sur y oeste transcurre en forma sinuosa el cauce del río Obraje, en cuyo trecho, presenta agua permanente debido al vertido de la PTAR El Patriarca, y al finalizar el predio hacia el oeste, del vertido en el cauce de las aguas residuales de proceso de la planta generadora de energía eléctrica, Ernesto Che Guevara.

De acuerdo a los resultados de la observación, en el agua que escurre, se observan alta turbidez, espumas, percibiéndose olores desagradables de nivel bajo, en esta zona el ganado de las propiedades colindantes abreva en dichas aguas, teniendo un alto riesgo de contaminación. De acuerdo a los resultados de análisis de agua del vertido el río presenta incumplimiento de algunos valores de los parámetros establecidos en el decreto 21-2017.

El río Obraje posee un recorrido relativamente corto iniciando en la periferia este del área urbana de la ciudad de Nagarote y finalizando en las costas del lago Xolotlán, por sus condiciones de alto grado de humanización, el área de recarga además de ser relativamente pequeña se encuentra deteriorada.

En base a referencias de pobladores, así como evidencia destructiva sobre el cabezal de descarga de la actual PTAR El Patriarca, así como la observancia de las líneas de inundación, estado de la vegetación, así como arrastre de residuos sólidos, las avenidas del río en período de invierno dan las características de ser repentinas y rápidas (lo frecuente en cuerpos de aguas superficiales de la vertiente del pacífico), con volúmenes considerables solo en eventos extraordinarios. No obstante las conclusiones del informe de estudio de inundaciones (elaborado por PROCON) indica que: *"los valores de las condiciones físicas de la misma reflejan que la respuesta ante eventos de precipitación no es de respuesta rápida del tipo destructiva"*, soportado por "la forma que toma la curva Hipsométrica".

En este trecho el río por lo general posee un cauce encajonado no mayor de 5 m de ancho con taludes casi verticales con una altura de 4 m, observándose por medio de la vegetación afectada doblada y residuos sólidos una llanura de inundación entre los 2 y 2,5 m de altura en estos puntos encajonados, sin sobrepasar los taludes.

No obstante, en el extremo noroeste del predio, el cauce del río realiza un giro con ángulo un tanto cerrado, sobre un área de menor altitud que cruza el camino proveniente de la carretera León – Nagarote, hacia la El Recreo, sitio en el cual se integran las aguas pluviales provenientes del área urbana desde la carretera con dirección de sur a norte, así como el vertido de aguas de residuales de la Planta Ernesto Che Guevara.



Foto 39: Izq. Punto de Descarga vertidos Planta Che Guevara Dcha. Cauce de aguas pluviales de la carretera

En esta condición, con el ingreso del volumen de vertido de la PTAR Santa Elena a la nueva PTAR, debe de considerarse un posible aumento del nivel de la llanura de inundación en este sitio de quiebre del río Obraje. Previendo además de la concentración de residuos sólidos urbanos provenientes de las aguas pluviales del casco urbano de Nagarote y los depositados sobre el cauce seco del río antes del punto de descarga de la PTAR El Patriarca, que pueden crear atascamientos y elevaciones puntales de la llanura de inundación.

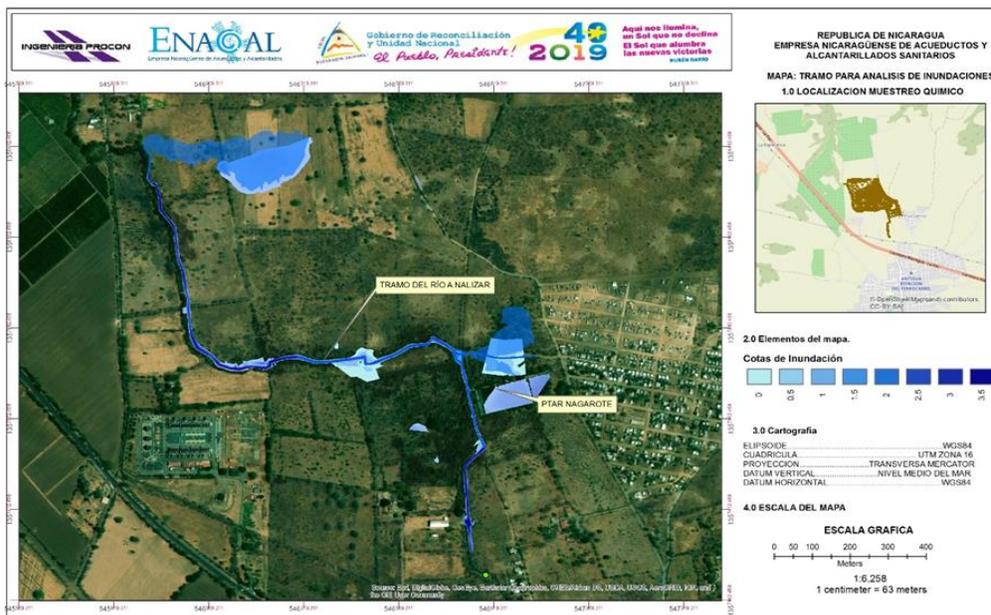


Figura 17 Mapa de inundaciones, Fuente: informe de Inundaciones PROCON

A partir de la simple observación, no se encontraron indicios de desbordamientos fuera del borde del cauce del río, ni a causa del huracán MICHT en el año 1998, de acuerdo al modelaje de inundación realizada por PROCON para el presente proyecto, se indica que en eventos extraordinarios, a 150 m al noroeste de la esquina noroeste del predio de la PTAR El Patriarca, sobre el curso del río obraje, se visualiza la posibilidad de una pequeña área de inundación que podría alcanzar algunas de las obras a construirse en ese sitio, alcanzando una cota de inundación igual a 65.25 msnm. Un segundo punto de inundación ubicado en el área de quiebre del río obraje donde se pretende establecer el punto de descarga de la nueva PTAR, alcanzando la cota 57.75 msnm.

La calidad del agua desde la descarga de la PTAR EL Patriarca agua continúa con alto grado de turbidez, hasta 1.8 Km aguas abajo hasta donde el río recibe las aguas residuales proveniente del proceso industrial de la planta generadora de Energía Ernesto Che Guevara, ubicada al noreste del área urbana de la ciudad de Nagarote.

Hay que recordar, que esta zona en que se ubica la PTAR El Patriarca, drena hacia el Lago Xolotlán, en un trecho no mayor de 6 km, por ende, el vertido de aguas con contaminantes afecta de manera directa la calidad de las aguas de dicho lago.



Foto 40: Izq. Punto de vertido Planta Che Guevara, nótese diferenciación del vertido con aguas más claras Dcha. Río Obraje a 2.2 km abajo del punto de vertido de la PTAR El Patriarca, integrando vertido de planta Che Guevara la turbidez se mantiene.

En relación a la fauna, ya mencionamos que ésta, está íntimamente relacionada con la condición de la cobertura vegetal. De acuerdo a la observación y las referencias dadas por habitantes y funcionarios de ENACAL Nagarote, sobre el predio, en las áreas de matorral podrían encontrarse algunos reptiles como lagartijas, garrobos, serpientes de coral y cascabel, así como eventualmente algunos mamíferos pequeños como conejos, sobre este trecho del río Obraje que colinda con el predio propuesto para el establecimiento de la PTAR, no se aprecian ni se tienen referencia de fauna acuática.

Sobre el predio propuesto no se presentan servicios básicos. No obstante, en las cercanías tanto hacia el noreste como el sur oeste transcurren líneas de transmisión de energía eléctrica de alta tensión provenientes de la Planta Ernesto Che Guevara, así como se puede apreciar en la fig. # 20 y foto 40.



Figura 18 Segmento hoja topográfica señalización de línea eléctrica de alta tensión. Fuente Componente Sanitario



Foto 41: Líneas de alta tensión cercana al predio propuesto. Fuente Esp. Ambiental

En base a la observación sobre el área propuesta para establecer la nueva PTAR, no se visualizaron puntos de contaminación, ni se percibieron malos olores fuera del cauce del río, producto de los vertidos no adecuados generados actualmente por la PTAR El Patriarca. La dirección predominante del viento en éste punto sigue siendo de sureste a noroeste, es decir a barlovento del área de viviendas concentradas del barrio Sonrisa de Dios, Nagarote.

Para determinar los predios donde será emplazada la nueva PTAR Sonrisa de Dios, se definieron 6 criterios para su evaluación. Ver Tabla 4 a continuación.

Tabla 4: Selección de predio para planta de tratamiento aguas residuales "Sonrisa de Dios"

N°	CRITERIOS DE SELECCIÓN DE PREDIO	Predio ENACAL		Predio a Ampliar PTAR		Nota
		ENACAL	Calificación	Felipe Reyes	Calificación	
1	Disponibilidad de área	9.54 ha	1	47 ha	3	Hay disponibilidad para las nuevas dimensiones de PTAR
2	Cercanía de la población. Mayor 300m, caso PTAR con lagunas	No cumple, a orillas del Bo. Sonrisa de Dios	1	Cumple. El Predio de ENACAL sirve de retiro de la población	3	NTON 15-027-05, establece retiro mayor de 300 de viviendas o zonas pobladas. Capítulo 6.
3	La PTAR debe estar ubicada a sotavento de cualquier actividad donde haya permanencia de personas	cumple	3	Cumple	3	
4	Drenaje del alcantarillado por gravedad hacia el predio	Cumple con el colector actual	3	Cumple, sin embargo probable se requiera profundiza terraza	3	
5	Pendiente <5%	<5% en el costado norte	1	Pendiente de sur a norte de 1 % y de este a oeste de 5%	3	NTON 15-027-05, establece retiro mayor de 300 de viviendas o zonas pobladas. Capítulo 6.
6	Amenazas inundaciones	Cauce construido por municipalidad atraviesa el predio de oeste a este. El río Obraje es una amenaza	2	El río Obraje bordea el predio en el costado sur y oeste	2	El cauce puede representar una amenaza para el nuevo predio
Total			11		16	

Fuente: Elaboración Ing. Ricardo Alvarado.

La ubicación del Barrio Sonrisa de Dios, obliga a desplazar más al norte la nueva planta de tratamiento que se ha denominado PTAR Sonrisa de Dios. El Predio es propiedad del Sr. Felipe Reyes. Más hacia al norte, existe más terreno del Sr. Felipe Reyes, sin embargo, no se tendría punto para descargar las aguas residuales tratadas. En el costado este, los terrenos son más elevados, lo que nos deja sin la opción de conducir por gravedad las aguas recolectadas hacia la nueva PTAR.

De acuerdo a lo establecido en el informe elaborado por el ing. Sanitario, se establece que si: *"las obras de protección del predio resultaren muy costosas o el predio de Felipe Reyes no se pudiera comprar por una falta de entendimiento, se han identificado otros tres predios, los cuales definitivamente son muy desventajosos en comparación al predio ya seleccionado"*. En la Figura 21 se presentan los predios que se han identificado, que presentan como primera desventaja que son terrenos productivos de pacas de alimentos para ganado, y posiblemente los dueños no estén interesados en vender.

Desde el componente ambiental, los predios alternativos identificados por el componente sanitario, poseen similares condiciones que las descritas sobre el área propiedad del Sr. Felipe Reyes, teniendo como única diferenciación a como se expresa en el párrafo anterior, el uso actual de la tierra son exclusivas para la producción agrícola extensiva e industrial.

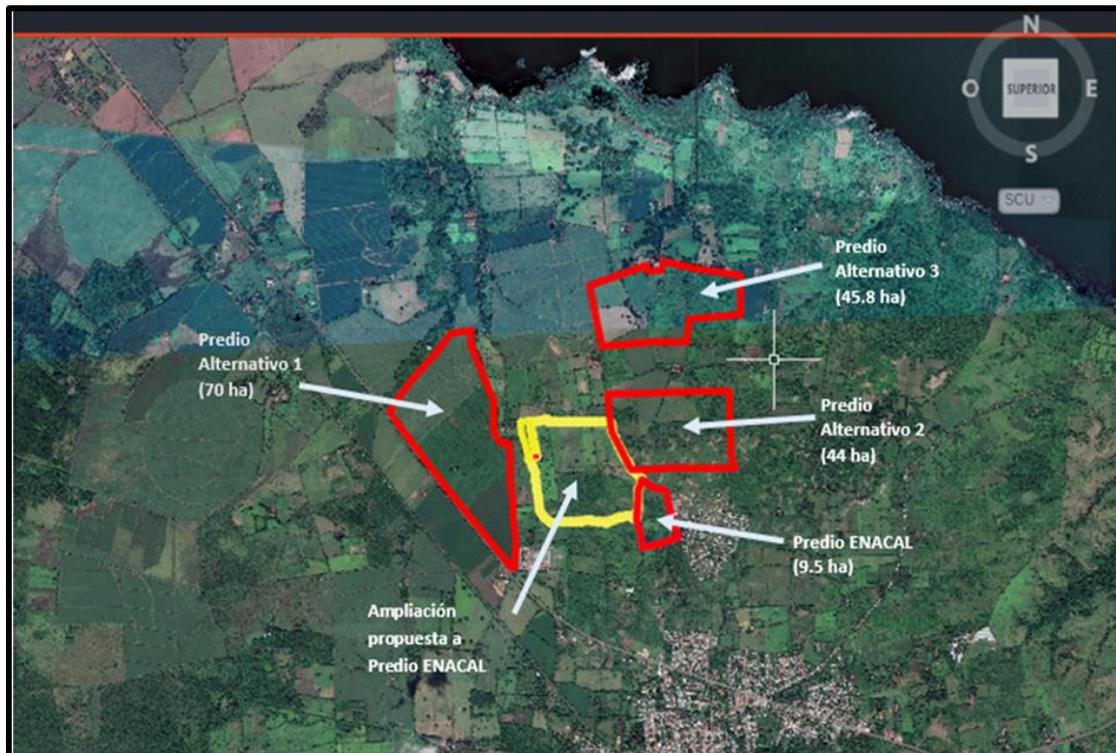


Figura 19: Identificación de Predios Alternativos, si no se logra adquirir el Predio de Ampliación de ENACAL. Fuente: ing. Ricardo Alvarado

Las características de estos predios se resumen en la tabla siguiente:

Tabla 5: Características de Predios Alternativos

Predio Alternativo	Ubicación	Área seleccionada (ha)	Rango de elevaciones (m)	Requerimientos Adicionales
1	Costado Oeste de Planta Eléctrica. Frente a la carretera Managua - León	70	60-50	*1,100m de línea a presión. *Estación de bombeo. *Cruce aéreo de cauce de río Obraje
2	Costado Norte del Bo. Sonrisa de Dios	44	70- 65	*1,050 m de línea de presión. *Estación de Bombeo. *1,750 m de línea de descarga al cauce más cercano
3	Costado noroeste de la propiedad de Felipe Reyes	45.8	64 - 50	*1,600 m de línea a presión *400 m de colector de descarga al cauce más cercano

Fuente: Ing. Ricardo Alvarado.

Como podemos observar en la Tabla 5, las condiciones y requerimientos de estos predios significan mayores costos de la inversión que los que se podrían hacer en el Predio de ampliación seleccionado.

En el proceso de estudio de las alternativas técnicas para el sistema de recolección, transporte y tratamiento de las aguas residuales para la ciudad de Nagarote, PROCON ha trabajado en una serie de alternativas y opciones tecnológicas de tratamiento de aguas residuales que garanticen el cumplimiento de los valores máximos permitidos por la norma de la materia. Del análisis y discusión de estas alternativas y bajo común acuerdo con autoridades de ENACAL, se han definido dos de ellas, para continuar en su profundización, siendo éstas:

- Alternativa 1: Red de alcantarillado sanitario con bombeo + Nueva PTAR "Sonrisa de Dios"
- Alternativa 2: Red de alcantarillado por gravedad + Nueva PTAR "Sonrisa de Dios" + 126 soluciones de saneamiento individuales para los sectores que no drenan por gravedad

Para ambas alternativas, se identifica además la posibilidad de dos opciones tecnológicas para el tratamiento de aguas residuales, como son:

Opción 1 Sistema de tratamiento preliminar + laguna de estabilización facultativa + laguna facultativa con baffles + laguna de maduración.

Opción 2 Sistema de tratamiento preliminar + UASB + laguna de maduración.

En las todas las alternativas técnicas se ha considerado como cuerpo receptor el cauce del río Obraje, en el cual en base a cada una de las alternativas se plantea un sitio distinto de obra de descarga del agua tratada sobre dicho cuerpo de agua.

La combinación de estas dos alternativas y dos opciones tecnológicas permite el análisis de cuatro posibles de alternativas a estudiar:

- **Alternativa 1A:** Red de alcantarillado sanitario con bombeo + Nueva PTAR "Sonrisa de Dios" (conformada por Pre tratamiento + Laguna Facultativa + Laguna Facultativa con baffles + Laguna de Maduración).

- **Alternativa 1B:** Red de alcantarillado sanitario con bombeo + Nueva PTAR "Sonrisa de Dios" (conformada por Pre tratamiento + UASB + Laguna de Maduración).
- **Alternativa 2A:** Red de alcantarillado sanitario por gravedad + Nueva PTAR "Sonrisa de Dios" (conformada por Pre tratamiento + Laguna Facultativa + Laguna Facultativa con Bafles + Laguna de Maduración) + 126 soluciones de saneamiento individuales en los sectores que no drenan por gravedad.
- **Alternativa 2B:** Red de alcantarillado sanitario por gravedad + Nueva PTAR "Sonrisa de Dios" (conformada por Pre tratamiento UASB + Laguna de Maduración) + 126 soluciones de saneamiento individuales en los sectores que no drenan por gravedad.

3.3.3.2 Descripción de alternativa Red de Alcantarillado Sanitario

El sistema de alcantarillado a proyectar será del tipo separativo, y en la medida de las posibilidades a flujo por gravedad.

Dado que la red alcantarillado sanitario en las diferentes alternativas no sufre cambios y para no ser un contenido repetitivo se planteará de un inicio bajo el entendido que, en cada alternativa técnica planteada, integra dicha red.

La red de alcantarillado sanitario se emplazará sobre las calles del área urbana de Nagarote, las cuales fueron descritas en acápite anteriores, (ítem. 2.3, área de influencia directa), en ésta se removerá (según descripción de obras realizadas por el equipo PROCON) un total de 91,750.42 m² de material de carpeta; concreto hidráulico 9,364.62, m², adoquín, 56,187.75m², asfalto 18,729.25, y acera 7,468.8, etc., teniendo una profundidad de entre los 11.20 y 9.03 m en dependencia de la alternativa propuesta.

El informe de la propuesta sanitaria, plantea realizar *"actuaciones de rehabilitación, por lo tanto, no se modifica la configuración de la red, únicamente cuando las condiciones hidráulicas lo demanden, realizando cambios de capacidad o alineamiento vertical cuando quede justificada la mejora que proporcionan."*

"Se considerará la proyección de redes de alcantarillado en todas las zonas de la ciudad donde se tiene presencia de redes de agua potable." Se incorpora la atención mediante redes de alcantarillado a aquellos sectores de la ciudad donde actualmente estas no existen y de colectores con capacidad para atender tanto el drenaje de las zonas existentes con el servicio, como de las zonas nuevas, tomando en cuenta la capacidad requerida para las futuras zonas de expansión.

"De forma general, las tuberías tanto de la red de recolección como de los colectores serán de material PVC SDR 41, estas siempre se ubicarán en la banda correspondiente en calles o caminos públicos existentes, y sólo que sea estrictamente necesario se conformarán trayectorias que requieran servidumbres de paso."

"Las configuraciones propuestas para la conducción y transmisión del agua residual en la red de alcantarillado sanitario de la ciudad de Nagarote en el horizonte de diseño; han considerado como aspecto fundamental el aprovechamiento de la gravedad para transportar el agua residual hacia una única y nueva Planta de Tratamiento a ser localizada en el cuadrante Norte de la ciudad de Nagarote".

El informe sanitario propone dos esquemas de red colectoras siendo los que a continuación describiremos.

Alternativa #1: Red de alcantarillado sanitario con bombeo + Nueva PTAR "Sonrisa de Dios"

En esta alternativa se encauzan las aguas residuales hasta la nueva PTAR al norte de la ciudad.

El sistema de alcantarillado consta de un colector principal que cruza la ciudad de sur a norte, y es el encargado de recoger el agua residual que le llegan desde los subcolectores y encauzarla hasta la planta de tratamiento. Este colector es existente, pero se reemplaza para profundizar los pozos de visita y para aumentar su capacidad.

Por otro lado, la zona que en la actualidad desagua en la PTAR Santa Elena, es conducida hacia una estación de bombeo que se encarga de impulsar dichas aguas hacia el colector principal.

Estaciones de bombeo

En esta alternativa se propone la instalación de tres estaciones de bombeo, la EBAR 1 se sitúa en el predio de la actual PTAR Santa Elena, la EBAR 2 se sitúa en el Barrio Tomás Martínez (este de la ciudad) y la EBAR 3 en la Lotificación San Antonio (noroeste de la ciudad)

La EBAR 1 de Santa Elena se propone para impulsar las aguas desde el predio de la actual PTAR Santa Elena hasta la futura PTAR "Sonrisa de Dios". El diámetro de la impulsión es de 250 mm y una longitud de 726.95 m. El equipo necesario consta de dos bombas con capacidad de impulsar el caudal estimado, y la instalación de una tercera bomba de reserva, que se pondría en marcha en caso de rotura de la bomba principal o durante las operaciones de mantenimiento de la misma.

Por otro lado, se propone la instalación de otras dos estaciones de bombeo, con el objetivo de dar servicio a toda la zona urbana prevista. Estas dos estaciones, aunque con caudales muy pequeños, son necesarias para salvar la diferencia de elevación existente en estas zonas. La ausencia de dichas estaciones supondría la profundización de los pozos, con alturas mayores a 11 m.

La EBAR 2 está situada en el barrio Tomás Martínez. El diámetro de la impulsión es de 150 mm y una longitud de 226.28 m. El equipo necesario consta de una bomba con capacidad de impulsar el caudal estimado, y la instalación de una segunda bomba de reserva, que se pondría en marcha en caso de rotura de la bomba principal o durante las operaciones de mantenimiento de la misma.

La EBAR 3 está situada en la lotificación San Antonio. El diámetro de la impulsión es de 150 mm y una longitud de 602.54 m. El equipo necesario consta de una bomba con capacidad de impulsar el caudal estimado, y la instalación de una segunda bomba de reserva, que se pondría en marcha en caso de rotura de la bomba principal o durante las operaciones de mantenimiento de la misma.

Se debe tener en cuenta que los ajustes de emplazamiento de las infraestructuras se realizarán en la etapa de diseño final, una vez se conozca la alternativa a desarrollar.

Red de Alcantarillado Sanitario

En esta alternativa se encauzan las aguas hasta la PTAR Sonrisa de Dios. Esta red consta de un colector principal de 450 mm de diámetro que es el encargado de transportar las aguas hacia la PTAR. Este colector es existente, el cual se deberá reemplazar para aumentar su capacidad.

La longitud total de tuberías modelada para esta alternativa asciende a 66,440.45 m, de los cuales 625.02 m corresponden a tramos de colector principal sin aporte. Por tanto, el caudal unitario por metro lineal de tubería es de 0.00155 l/s/m. A este caudal se le debe añadir el caudal de infiltración para toda la red a razón de 0.00009452 L/s/m).

La profundidad máxima de pozo para esta alternativa es de 9.03 metros.

En esta alternativa se conservan 29,394.19 metros de la tubería existente, se instalan 27,707.73 metros de tubería de PVC nueva y se reemplazan 9,38.53 metros por razones de capacidad hidráulica.

Alternativa # 2 Red de alcantarillado por gravedad + Nueva PTAR "Sonrisa de Dios" + 126 soluciones de saneamiento individuales en los sectores que no drenan por gravedad

Al igual que la alternativa 1, se encauzan las aguas residuales hasta la nueva PTAR al norte de la ciudad, la diferencia radica en la diferencia radica en que la red trabaja completamente por gravedad. Para ello, en el barrio Tomás Martínez y en la lotificación San Antonio, se quedan desatendidas 126 viviendas, a las cuales se les proporcionará servicio mediante soluciones particulares.

Esto provoca un aumento de la profundidad de los pozos aguas abajo, llegando a profundidades mayores de 9.50 metros.

El sistema de alcantarillado consta de un colector principal que cruza la ciudad de sur a norte, y es el encargado de recoger el agua residual que le llegan desde los subcolectores y encauzarla hasta la planta de tratamiento. Este colector es existente, pero se reemplaza para profundizar los pozos de visita y para aumentar su capacidad.

Por otro lado, la zona que en la actualidad desagua en la PTAR Santa Elena, es conducida hacia el colector principal, mediante una conducción de 450 mm de diámetro.

En esta alternativa se encauzan las aguas hasta la PTAR Sonrisa de Dios. Esta red consta de un colector principal de 450 mm de diámetro que es el encargado de transportar las aguas hacia la PTAR. Este colector es existente, el cual se deberá reemplazar para aumentar su capacidad.

La longitud total de tuberías modelada para esta alternativa asciende a 65,263.58 m, de los cuales 625.02 m corresponden a tramos de colector principal sin aporte. Por tanto, el caudal unitario por metro lineal de tubería es de 0.00158 l/s/m. A este caudal se le debe añadir el caudal de infiltración para toda la red (0.000096532 l/s/m).

La profundidad máxima de pozo para esta alternativa es de 11.20 metros.

En esta alternativa se conservan 29,018.92 metros de la tubería existente, se instalan 26,530.86 metros de tubería de PVC nueva y se reemplazan 9,713.80 metros por razones de capacidad hidráulica o necesidad de profundizarlas.

De acuerdo al análisis del especialista, aplicando los criterios seleccionados por éste y considerando que todas las alternativas cumplen con los criterios de diseño, la opción más conveniente a impulsar desde el punto de vista del componente hidráulico sería la alternativa 2: Red de Alcantarillado Sanitario por Gravedad.

Descripción del Pretratamiento:

Conforme los requerimientos de ENACAL, el sistema de tratamiento preliminar consistirá en:

- a. Una caja de entrada de agua bruta, con su aliviadero de excesos
- b. Canal de entrada con rejillas automáticas (con abertura de 25-40 mm).
- c. Continuación del canal de entrada, con rejillas manuales gruesas y finas de acero inoxidable.
- d. Desarenador / Desengrasador, aireado con clarificador de arena.
- e. Tamiz fino, tipo rotativo con apertura de 3 mm.

f. Canaleta Parshall para la medición de caudales.

Cabe mencionar que este sistema de pretratamiento se desarrollará en la etapa de Diseño final, aunque en los planos y diagramas de procesos ya fueron considerados. Este sistema será idéntico para todas las opciones de tratamiento. El concepto del sistema de pretratamiento se observa en cada tren de tratamiento de las opciones a analizar.

3.3.3.3 Opciones tecnológicas para las PTAR

Opción 1 Sistema de tratamiento preliminar + laguna de estabilización facultativa + laguna facultativa con baffles + laguna de maduración.

Después del sistema de tratamiento preliminar, este sistema de tratamiento de aguas residuales está conformado por tres trenes de tratamiento, donde cada tren consiste en una laguna de estabilización facultativa, con una profundidad propuesta de 1.8 m, una laguna de estabilización facultativa con baffles, con una profundidad de 1.5 m y una laguna de maduración, con baffles, con una profundidad de 1.1 m. El tren de tratamiento, o flujo de proceso, se presenta en la Figura 22.

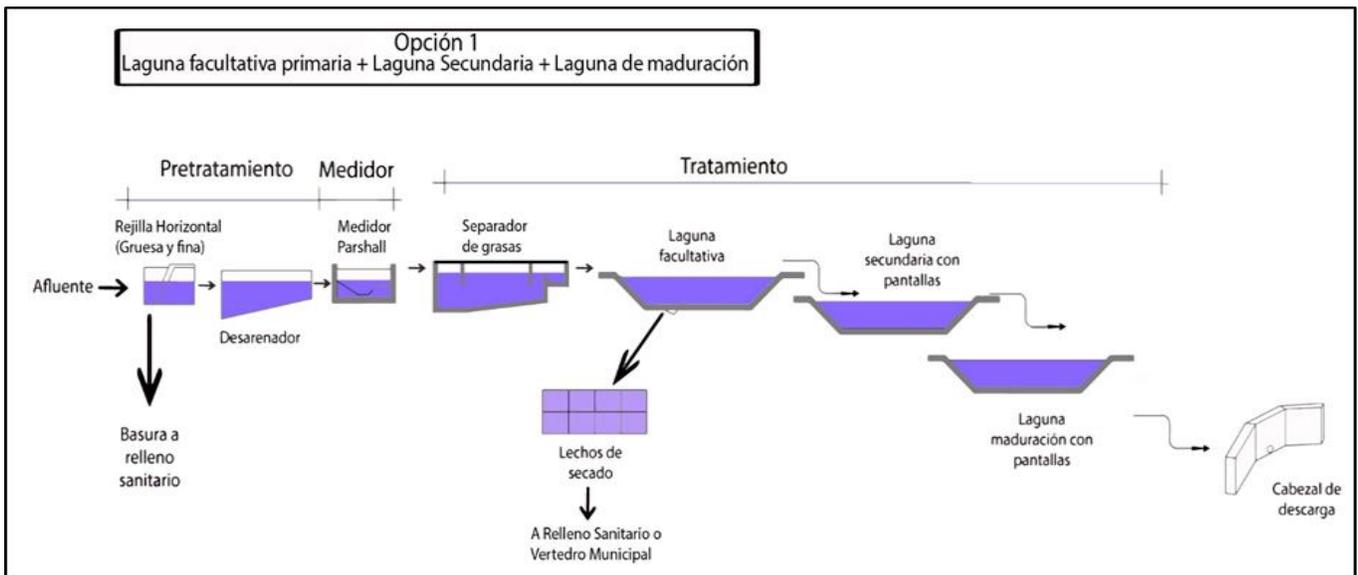


Figura 20: Tratamiento Opción 1: Tren de Tratamiento preliminar + Lagunas de estabilización facultativa primaria + Laguna facultativa secundaria + Laguna de maduración. Fuente: Ing. Ricardo Alvarado.

Tabla 6: Dimensionamiento opción 1: Tratamiento preliminar + Lagunas de estabilización facultativa primaria + Laguna facultativa secundaria + Laguna de maduración

Descripción	N° de Lagunas	Área media		Dimensiones media (m)		Profundidad Z (m)	Dimensiones superior (m)		Pantallas (Unid.)	Área total		Dimensiones fondo (m)	
		ha	m ²	Largo (L)	Ancho (W)		Largo (L)	Ancho (W)		ha	m ²	Largo (L)	Ancho (W)
Laguna Facultativa	3	1.5	14,792	172.0	86.0	1.80	178.8	92.8	---	4.98	49,778	168.40	82.40
Laguna Secundaria	3	1.7	16,900	130.0	130.0	1.50	136.6	136.6	4	5.60	55,979	127.00	127.00
Laguna Maduración	3	2.3	23,409	153.0	153.0	1.10	159.2	159.2	4	7.60	76,034	150.80	150.80
		5.5	55,101				474.6	388.6		18.18	181,791		

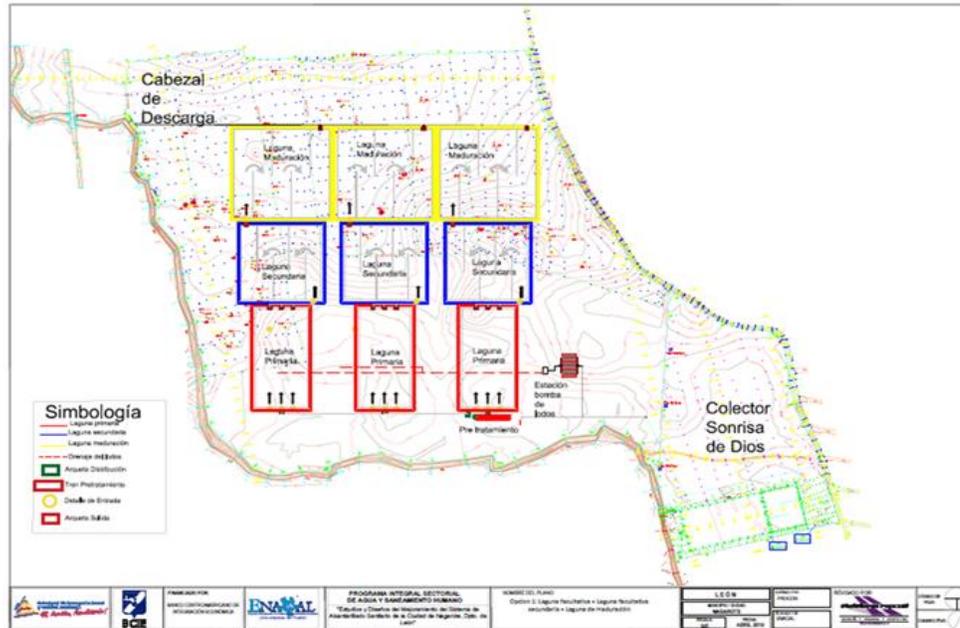
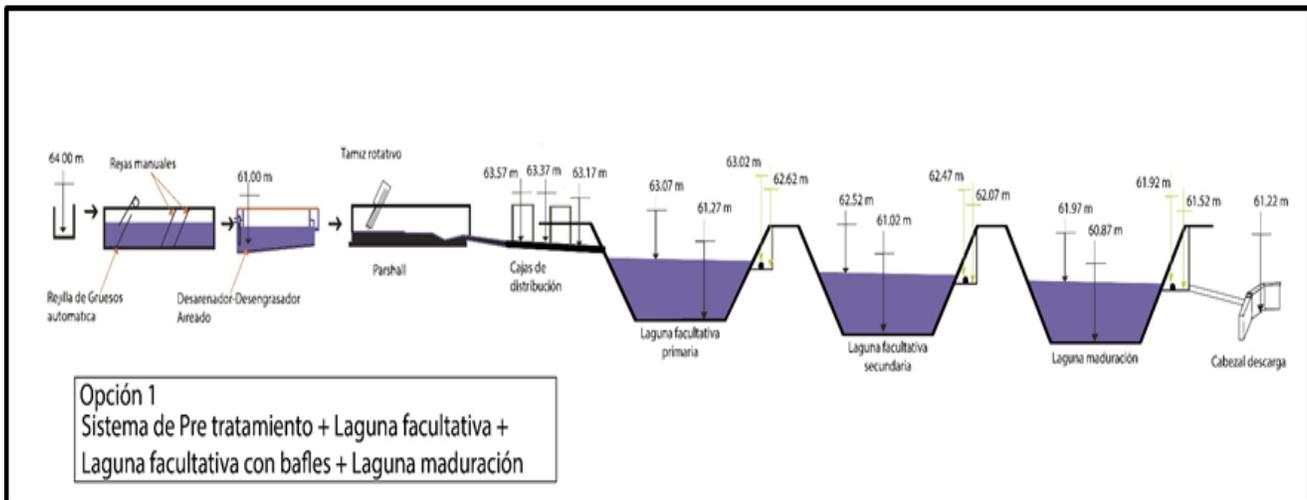


Figura 21: Opción 1 PTAR: Tratamiento preliminar + Lagunas de estabilización facultativa primaria + Laguna facultativa secundaria + Laguna de maduración



Opción 1
 Sistema de Pre tratamiento + Laguna facultativa +
 Laguna facultativa con baffles + Laguna maduración

Figura 22: Diagrama de Procesos Opción 1 PTAR: Tratamiento preliminar + Lagunas de estabilización facultativa primaria + Laguna facultativa secundaria + Laguna de maduración

Opción 2 Sistema de tratamiento preliminar + Reactor anaeróbico de flujo ascendente (UASB) + laguna de maduración.

Después del sistema de tratamiento preliminar, este sistema de tratamiento de aguas residuales está conformado por tres trenes de tratamiento, donde cada tren consiste en dos reactores anaeróbico de flujo ascendente, UASB, con sus siglas en inglés, se ha pre dimensionado en un tamaño de 10 x 20 m y una profundidad de 5 m; una laguna de estabilización de maduración con baffles, de 1.1 m de profundidad. El tren de tratamiento se presenta en la Figura 25.

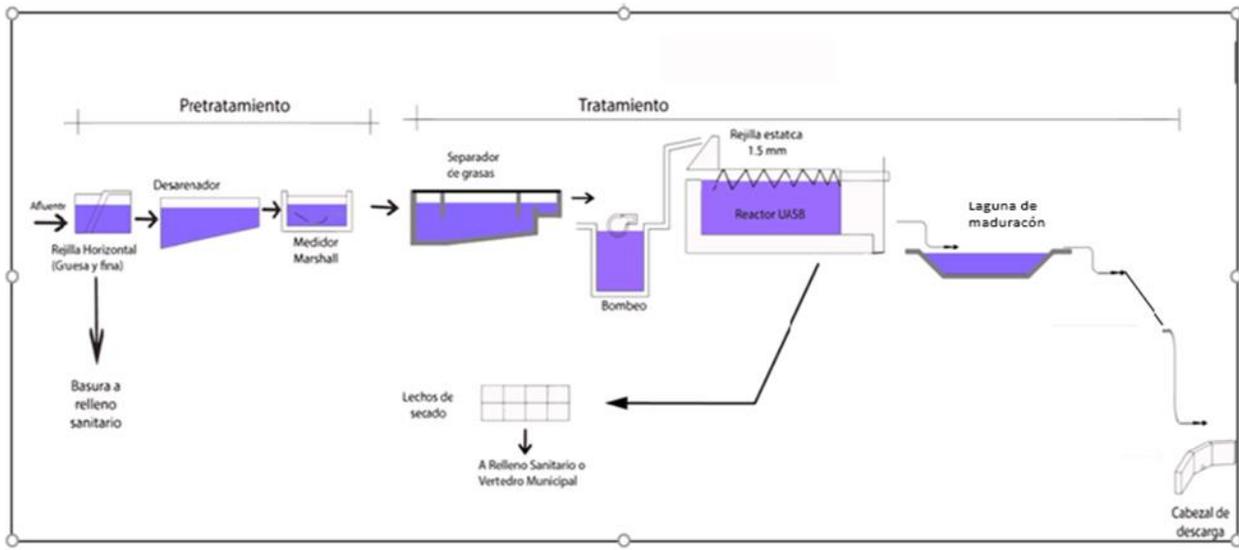


Figura 23: Tren de Tratamiento Opción 2: Tratamiento preliminar + Reactor UASB + Laguna de maduración
 Fuente: Elaboración Ing. Ricardo Alvarado

El dimensionamiento preliminar de las principales obras se resume en la Tabla 7.

Tabla 7: Dimensionamiento opción 2: Tratamiento preliminar + UASB + Laguna de maduración

Descripción	N° de Unidades	Área media		Dimensiones media (m)		Profundidad Z (m)	Dimensiones superior (m)		Pantallas (Unid.)	Área total		Dimensiones fondo (m)	
		ha	m ²	Largo (L)	Ancho (W)		Largo (L)	Ancho (W)		ha	m ²	Largo (L)	Ancho (W)
UASB	6			20.00	10.00	5.00				0.12	1,200		
Laguna Maduración	3	2.3	23,343	174.20	134.00	1.10	179.2	139.0	4.00	2.49	24,909	172.00	131.80
Lechos de secado	9			20.00	9.00					0.16	1,620		
		2.3	23,343				179.2	139.0		2.77	27,729		

Fuente: Elaboración Ing. Ricardo Alvarado

Los resultados de la calificación de cada opción tecnológica, se resume en que la **Opción 2, correspondiente a Pretratamiento + UASB + Laguna de Maduración**, obtiene la mayor calificación con **73.4** puntos de 100 posible, superando por mucho margen a la Opción 1 (Pretratamiento + Lagunas facultativas + laguna facultativa con baffes + laguna de maduración), por tanto, **se selecciona la Opción 2**,

Soluciones individuales de saneamiento

En las Alternativas 2A y 2B, donde la red de alcantarillado sanitario es por gravedad, quedan 126 viviendas que no podrán ser atendidas por el nuevo Sistema de Alcantarillado Sanitario por las condiciones topográficas en que se encuentran ubicados en los barrios Tomás Martínez (102) y Lotificación San Antonio (24). Esto es debido que, con su inclusión, las colectoras en un sistema por gravedad se profundizan demasiado y no hace viable técnicamente su construcción.

Para que el nuevo proyecto Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario de Nagarote brinde atención a estas viviendas se proponen la instalación de **126 soluciones individuales** a las viviendas indicadas. Las Soluciones Individuales consistirán en una caja de registro, una Fosa Séptica plástica de 1,600 litros y un pozo de absorción, con su collarín y tapas de concreto, con sus bocas de registro

correspondientes. De esta manera el 100% de la población de Nagarote tendrá acceso a un sistema de saneamiento digno, que elevará su calidad de vida.

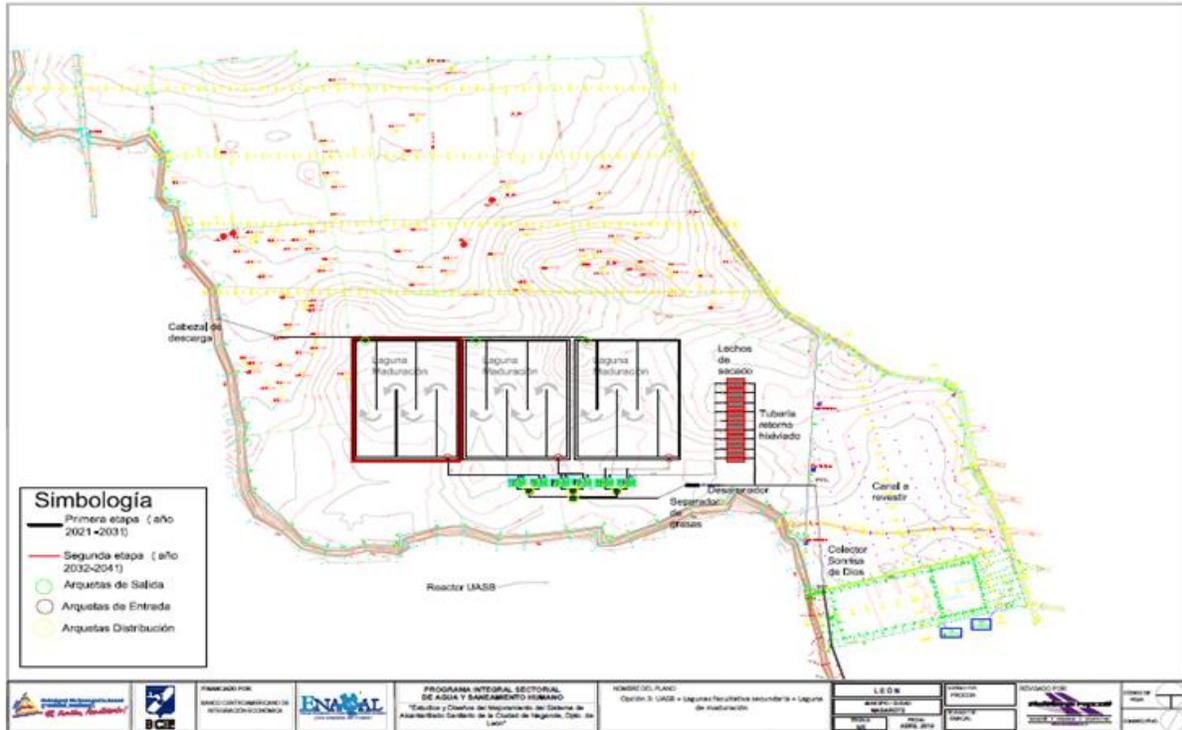


Figura 24: Opción 2 PTAR: Tratamiento preliminar + UASB + Laguna de maduración
 Fuente: Elaboración Inq. Ricardo Alvarado

3.3.4 Valoración ambiental de las alternativas técnicas propuestas

La presente valoración ambiental a pesar de haberse desarrollado sobre cuatro opciones tecnológicas para la PTAR, en este informe, solo se presentará las dos definidas en común acuerdo entre PROCON y ENACAL. Dicha valoración se realizará de forma comparativa entre estas dos opciones, desde criterios ambientales predefinidos, que permita complementar los análisis desarrollados por el componente técnico - sanitario del proyecto, parte del equipo de PROCON, detalladas en acápite anteriores.

Como método de valoración ambiental de las alternativas técnicas para la PTAR, se utilizará la escala de valoración simple con la escala de valores de 1 a 5, donde uno sería valor depreciable. Por consiguiente, el criterio que cuente mayor valor será lo más beneficioso para el ambiente, del cual se sacará un promedio general de los valores asignados a cada criterio del que se puede desprender la alternativa con menor incidencia sobre los factores ambientales, es decir la de mayor factibilidad ambiental.

Este sistema de valores se interrelaciona comparativamente mediante 12 criterios de selección, vinculado el grado de intervención y/o afectación a los factores ambientales, identificados como debilidades en el sistema de alcantarillado sanitario actual, y que podrían generarse en el sitio producto a la implementación del proyecto (aparte de los definidos por el componente sanitario en su valoración técnica, partiendo de que las alternativas propuesta, cumplen con la normativa), siendo los criterios de selección ambiental:

- 1) **Seguridad perimetral:** Condiciones específicas que permiten la restricción del acceso a personas y fauna a las instalaciones y obras de la PTAR.
- 2) **Cobertura Vegetal:** condiciones de la vegetación en el sitio.

- 3) **Emisión de malos olores:** Con el funcionamiento la probabilidad de que se generen malos olores que logren afectar áreas de viviendas.
- 4) **Cumplimiento de parámetros de tabla de radios y usos, así como la normativa NTON 05 027-05:** distancias permitidas para la ubicación de estructuras de servicio y áreas de viviendas.
- 5) **Afectación del factor ambiental, suelo:** Dimensión de la afectación de del recurso suelo, ya sea por modificación de sus condiciones naturales o probabilidad de contaminación del mismo.
- 6) **Afectación del factor ambiental agua:** Generación de residuos líquidos con la implementación del proyecto que puedan contaminar el recurso agua tanto en el sitio como sus alrededores.
- 7) **Presencia de fauna silvestre:** Biodiversidad que su población pueda afectar el funcionamiento del sistema o deteriorar las obras de la PTAR.
- 8) **Generación de residuos sólidos:** Capacidad de manejo y retención de os volúmenes sólidos y flotantes no adecuados para la PTAR, (plástico, vidrio, hule, metal, etc.) proveniente del mal uso del sistema de alcantarillado sanitario, por parte de la población.
- 9) **Criadero de vectores transmisores de enfermedades:** presencia d condiciones para la presencia de criaderos de vectores transmisores de enfermedades por la implementación del proyecto en sus diferentes obras de la PTAR.
- 10) **Deterioro de la calidad del paisaje:** Capacidad de obstaculizar o desvirtuar la calidad del paisaje natural en el sitio, dado por la construcción o funcionamiento de las obras.
- 11) **Área de obras:** dimensiones de las áreas a ser utilizadas para las obras del proyecto y su funcionamiento.
- 12) **Eficiencia de Remoción de contaminantes:** la capacidad que posee cada alternativa para la remoción de los contaminantes determinados por la norma jurídica vigente, identificado por el mayor porcentaje general de remoción, contrastándolo con los datos del muestreo del punto del vertido de la PTAR EL Patriarca.

Como resultado de la aplicación de la matriz simple de valoración, se obtiene que de manera general la alternativa menos invasiva a los factores ambientales es la alternativa # 2 **Reactor UASB + Laguna de maduración**, teniendo como valor general promedio de **2.83**, siendo la menos favorable con una brecha significativa la alternativa # 1 **Lagunas facultativa primaria + Laguna secundaria + Laguna de maduración**, con un valor de **1.67**, lo que puede verse en la Tabla 8. (Ver detalle anexo #2: tabla comparativa de remoción por alternativa)

Dado que las alternativas presentadas, en los criterios de **seguridad perimetral**, así como **Cumplimiento de parámetros de tabla de radios y usos**, y la **normativa NTON 05 027-05**, presentan las mismas condiciones, el valor asignado es el mismo. El área no cuenta con elementos de cerramiento del predio, por cuanto obtienen el **valor de 1**.

Sobre el **cumplimiento de la normativa relacionada a la distancia de retiro a estructuras sociales y de servicio**, así como de áreas de vivienda (cumplen con la distancia definida de la **NTON 05 027-05**), las distancias son las mismas, cumpliendo así con la normativa, no así con la tabla de radio y usos para estructuras de servicio dado que a menos de 1 Km en el radio del sitio se encuentra un puesto de Salud, así como una escuela de primaria. Por lo tanto, obtienen un **valor de 3**.

De igual manera el criterio de **generación de residuos sólidos**, partiendo el mal uso histórico que la población de Nagarote ha dado al sistema de alcantarillado, introduciendo en éste materiales inadecuados, las dos alternativas cuentan con la misma probabilidad de presencia de este tipo de materiales por lo cual se da un **valor de 3**.

El criterio de **cobertura vegetal** la alternativa #1, dado que para su implementación es necesario intervenir mayor cantidad de área, con cobertura vegetal matorraloza que deberá ser removida, ésta obtiene un **valor de 1**, por su parte la alternativa #2, obtiene el **valor de 3**.

La **emisión de malos olores**, producto del funcionamiento del sistema, la **alternativa #1**, dado al proceso mismo de descomposición que se da y que son lagunas a cielo abierto, en dependencia a algunas condiciones del clima, o mal funcionamiento son generadoras de malos olores, así como su gran dimensión se le da un **valor de 1**; La **alternativa # 2**, contando con lagunas a cielo abierto puede generar el efecto de generación de mal olor, pero en menor intensidad, dado a la menor dimensión de las lagunas, así como la eficiencia del UASB, obtiene un **valor de 4**.

El criterio de **Afectación del factor ambiental suelo**, producto a la intervención en el sitio, con las obras, la alternativa #1 realiza gran movimiento de tierra para el establecimiento de las diferentes lagunas, se le da un **valor de 1**. La alternativa #2, las dimensiones de área y volumen de suelo que deberá removerse es relativamente menor por lo cual obtiene un **valor de 4**.

Por su parte, el criterio de **afectación al factor ambiental agua**, uno de los elementos de mayor importancia para el proyecto, a pesar de que las alternativas propuestas cumplen con la normativa vigente, de acuerdo al análisis del especialista sanitario de PROCON, entre ellas existen diferencias de eficiencia reflejadas en la calidad del vertido, realizado un análisis comparativo entre los valores resultantes de cada uno de los parámetros evaluados por cada alternativa, en todo caso las aguas superficiales sobre el cauce del río obraje mejoraría a diferentes niveles las condiciones actuales, rigiéndonos por lo expresado en el análisis realizado por el componente sanitario del proyecto.

La alternativa # 1, es la menos favorecida, dado que la mayor cantidad de parámetros evaluados obtiene mayores valores con respecto a la alternativa #2 por lo cual obtiene un **valor de 1**, La alternativa # 2, partiendo que las obras no requieren de mayores profundidades, (conociendo que el NEA en la Zona se encuentra entre los 11m a 20 m), así como los trabajos de impermeabilización de las obras, las probabilidades de afectación a aguas subterráneas son menores existiendo un nivel de seguridad amplio. Tomando en consideración el análisis realizado por el componente sanitario se da un **valor de 2**.

La **presencia de fauna silvestre**, relacionada a los daños estructurales de las obras de las PTAR actuales, dado que las alternativas con la presencia de espejos de agua, brindan la posibilidad de conformar un hábitat favorable para la fauna existente y adaptada a estos sitios, la posibilidad de población de las nuevas obras, es latente, con sus diferencias entre sí, la alternativa #1, por su gran dimensión obtiene un **valor de 1**, la alternativa #2 al presentar materia orgánica a cielo abierto la probabilidad de población faunística se incrementa, aunque en una proporción menor que la alternativa 1 por tanto obtiene un **valor de 2**.

Sobre el criterio de **criaderos de vectores transmisores de enfermedades**, la alternativa #1 dado que es un sistema totalmente expuesto, donde fácilmente pueden desarrollarse hábitat para algunos vectores tales como mosquitos, cucarachas, así como roedores obtiene un **valor de 1**; por su parte la alternativa #2 obtiene un **valor de 4**.

El criterio de **Deterioro de la calidad del paisaje**, evidentemente a mayor intervención en obras, mayor afectación al valor estético natural del sitio, teniendo en este caso afectación básicamente sobre las cuencas visuales inmediatas. Hacia el horizonte, dado que no son estructuras verticales de alturas considerables el panorama hacia el volcán Momotombo y volcán El Hoyo, mantendrían intacta su valor estético, en ese sentido la alternativa #1 obtiene un **valor de 4** en igual situación con la alternativa #2 con un **valor de 4**.

El criterio de **área de ocupación de obras**, por las dimensiones requeridas la alternativa #1 (16.96 Ha) obtiene un **valor de 1**, la alternativa #2 (3.14 Ha) un **valor de 4**.

La **eficiencia de remoción de contaminantes**, se valoran de forma general los 9 parámetros definidos por la norma, desde el comportamiento de cada uno de ellos (Ver tabla 31), como resultado de la aplicación de la matriz se obtienen que la opción más eficiente es la opción # 2 presenta el 52.10 % de remoción de contaminantes obteniendo el **valor de 2**. La menos eficiencia es la alternativa # 1 con el 48.98% de eficiencia de remoción obteniendo el **valor de 1**, (ver detalle Anexo # 2 tabla de concentraciones y relación de remoción por opción).

Tabla 8: Valoración de criterios ambientales comparativa entre opción técnica seleccionada

N°	Alternativas	Alter #1	Alter #2
	Criterios de valoración	LEF+LFB+LM	UASB+Biofiltro+LM
1	Seguridad Perimetral	1	1
2	Cobertura Vegetal	1	4
3	Emisión de Malos Olores	2	4
4	Cumplimiento de parámetros de tabla de radios y usos, así como la normativa NTON 05 027-05	3	3
5	Afectación del factor ambiental suelo	1	4
6	Afectación del factor ambiental agua	1	2
7	Presencia de fauna silvestre	1	2
8	Generación de residuos sólidos	3	3
9	Criadero de vectores transmisores de enfermedades:	1	3
10	Deterioro de la calidad del paisaje	4	4
11	Área de obras	1	4
	Valor Total	19	34
	promedio valoración general	1.73	3.09
	Ponderación	1	3

4. ANÁLISIS DE RIESGO

4.1 Situación de Riesgo del Municipio

La Situación de Riesgo del Municipio de Nagarote se analizó con apego a la metodología utilizada por el INETER (SINAPRED, 2005). El territorio de Nagarote se encuentra expuesto a amenazas naturales y antrópicas, por causa de la probabilidad de ocurrencia de fenómenos hidro-meteorológicos, sísmicos, inestabilidad de terrenos, deslizamientos, vulcanismo, incendios forestales y deforestación, entre otros. De acuerdo a los estudios realizados por INETER, el municipio de Nagarote, en la escala comparativa del nivel de riesgo en 151 municipios del país, se encuentra ubicado en el lugar 14, mientras que el municipio de El

Viejo en el lugar No.1, como el municipio que enfrenta mayores riesgos, y Corn Island ocupando el lugar No. 151, como el municipio sujeto a menores riesgos (ver Tabla 9).

Tabla 9: Priorización de Municipios por Amenazas Naturales.
Fuente INETER

N°	Municipio	Sismo	Huracanes	Sequia	Inundaciones	Volcanes	Deslizamiento	Tsunami	Total	Total Ponderado
1	El Viejo	9	6	7	10	4.5	2.0	5.0	43.5	8
14	Nagarote	7	5	10	6	4.0	1.0	5.0	38.0	7
151	Corn Island	4	3	0	0	0	0	1	8	1

Según estos resultados, en el caso del municipio de Nagarote, la amenaza ponderada por causa de los factores de peligro analizados es de **7**, que se califica como "alta", según se consigna en el Mapa de Amenazas Naturales de Nicaragua, (INETER 2001) [ver Fig. # 29].

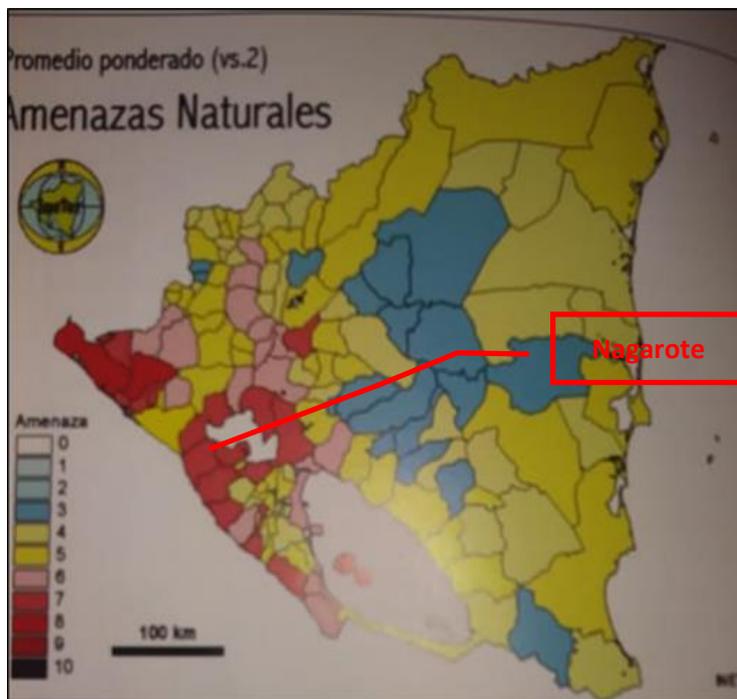


Figura 25: Mapa de amenazas naturales de Nicaragua
Fuente: Amenazas Naturales de Nicaragua /INETER

Las amenazas de mayor incidencia e importancia son la sequía, clasificada como alta en su máxima valoración, seguida por la amenaza sísmica, inundación, así como Huracán y Tsunami, en orden decreciente, clasificadas como moderadas, seguidas por la amenaza volcánica y deslizamiento, con un nivel de bajo. La **Tabla 10** muestran la escala de cada Amenaza Natural y su respectiva clasificación obteniendo un valor general de amenaza de **5.71** es decir moderado.

Tabla 10: Ponderación de Amenazas para el Municipio de Nagarote. Fuente INETER

No.	Amenaza	Escala	Clasificación			
			Alta	Moderada	Baja	Ninguna
1	Sísmica	7		X		
2	Huracán	5		X		
3	Sequía	10	X			
4	Inundación	6		X		
5	Volcánica	4			X	
6	Deslizamiento	1			X	
7	Tsunami	5		X		

4.2 Amenazas Naturales

4.2.1 Sismicidad

De acuerdo al estudio de amenaza realizado por INETER, el municipio de Nagarote se ubica en una zona sujeta a una amenaza sísmica de peligro o de probabilidad de ocurrencia de sismo "Alto" [ver Figura 8.4] y aunque la amenaza es más baja que la de Managua, Masaya y Granada, es muy significativa con movimientos sísmicos con frecuencia e intensidades de consideración. Su principal fuente de amenaza sísmica radica en los terremotos fuertes en la zona de subducción, es decir debajo del Océano Pacífico.

Aunque en la actualidad no se conocen fallas activas, esta zona es afectada por la actividad sísmica generada generalmente por el choque de las placas tectónicas Coco y Caribe, así mismo está fuertemente vinculada a la actividad volcánica, por la subida del magma a lo largo de la cadena volcánica de los Murrubios, estando el área del proyecto según mapa de amenazas interactiva INETER – SINAPRED, 2018, en la zona de alta amenaza sísmica, (ver Fig., 32), por lo cual siempre están presentes efectos secundarios tales como colapso de estructuras, deslizamientos y erupciones de volcanes que ponen en peligro real a las personas. La amenaza sísmica en Nagarote se relaciona con la alta vulnerabilidad del patrimonio habitacional, que se ha desarrollado poco control de calidad y sujeción a las normas técnicas.

De acuerdo al mismo estudio de INETER, basados en los datos de la red sísmica establecida desde 1975, el territorio del municipio de Nagarote se ubica en una franja en la cual no se han observado epicentros de sismos (hasta la fecha del estudio, 2001), entre una zona de epicentro de sismos muy profundos (hasta 250 km) ubicada cerca del área costera del océano pacífico o por debajo de ella y otra zona de epicentros ubicada en un cinturón muy estrecho a lo largo de la cordillera volcánica como resultado de la subida de magma que forma los volcanes en Nicaragua. Indicando que la sismicidad se encuentra asociada con el vulcanismo.

A pesar de ser una franja de pocos epicentros, es meritorio mencionar que el 10 de abril del 2014, a las 17:27 hora local, se registró un sismo de magnitud 6,2 en la escala de Richter, su epicentro se localizó al

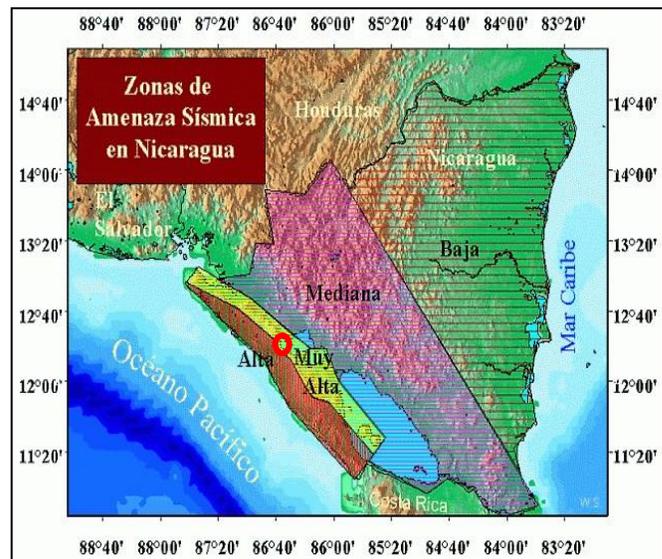


Figura 26 : Ubicación del Municipio de Nagarote, en las zonas de amenazas sísmicas de Nicaragua, Fuente INETER.

suroeste del lago Xolotlan, específicamente a 5 kilómetros al este de Nagarote, y a una profundidad hipocentral de 10 kilómetros.

El terremoto duró aproximadamente 45 segundos y se percibió en Nicaragua, Honduras, El Salvador, Guatemala y Costa Rica. Alcanzó una intensidad máxima de X grados en la escala sismológica de Mercalli, siendo Mateare y Nagarote los municipios que concentraron la mayoría de los daños, causando además daños al patrimonio cultural de la nación.

El sismo, fue uno de los terremotos más fuertes registrados en Nicaragua, el segundo después del devastador terremoto del 23 de diciembre de 1972, que tuvo la misma magnitud, el cual destruyó la capital Managua.

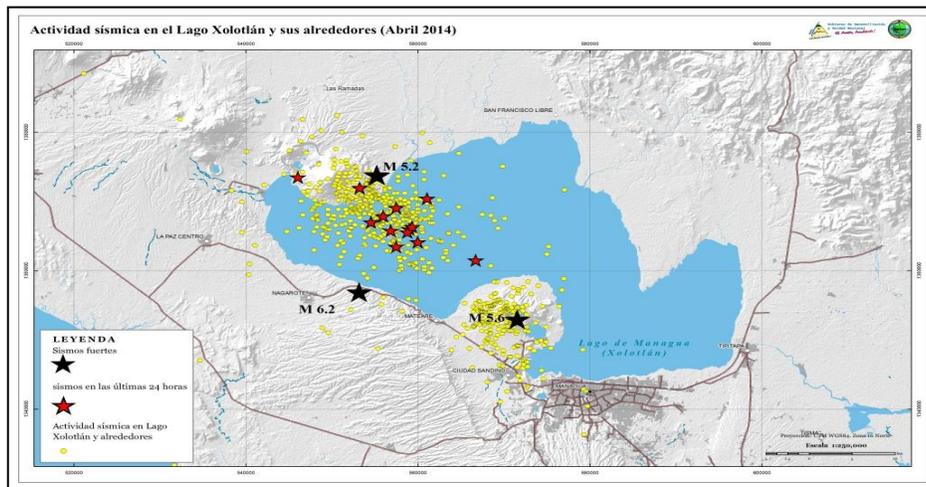


Figura 27 : Actividad sísmica, lago Xolotlan y sus alrededores Abril del 2014, Fuente INETER.

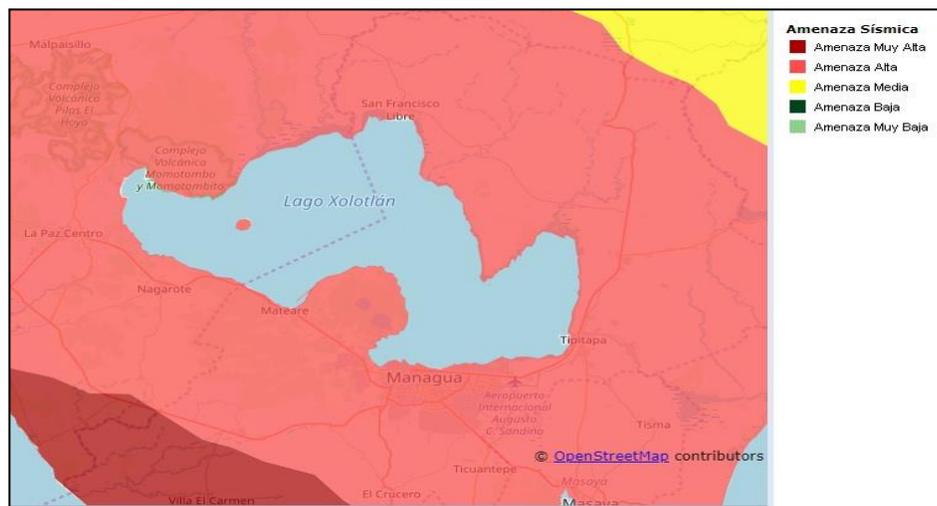


Figura 28: Segmento Ciudad Nagarote, mapa amenaza sísmica, INETER – SINAPRED.

4.2.2 Vulcanismo

Gran parte de la Región del Pacífico ha venido siendo transformada principalmente por actividad volcánica, producto de la salida abundante de bloques, cenizas y lava en erupciones violentas, así como el surgimiento de nuevas formaciones volcánicas, flujos de lavas y deslaves.

En el caso de caída de ceniza volcánica, provoca sobrecarga a las estructuras de techos de las viviendas.

En base al plan de Respuesta ante Amenazas Naturales del Municipio de Nagarote del año 2017 elaborado por SINAPRED, el municipio se ve amenazado también por erupción volcánica en un nivel de bajo, influenciado por la actividad del volcán Momotombo, el cual se ha incrementado desde el primero de diciembre del año 2015.

El Volcán Momotombo se ubica en la coordenada geográfica Latitud: 12.42° N, Longitud: 86.55° O, posee una elevación de 1,161msnm, clasificado como volcán Tipo Estratovolcán. Se localiza al Norte del Lago de Managua a unos 40 km al NO de la ciudad de Managua. Ha tenido 9 erupciones desde tiempos históricos y ha mantenido una actividad fumarólica constante. La última erupción se produjo en 1905. El complejo volcánico está compuesto por la Caldera Monte Galán y el Cerro Montoso. Los tipos de erupciones presentadas han sido Estrombolianas y Freatomagméticas.



Foto 42: Volcán Momotombo

La población vulnerable ante erupciones del volcán Momotombo, se ubica en 3 comunidades cercanas a las costas del lago Xolotlán. De ocurrir una erupción de alto nivel se estima que afectaría parte del territorio urbano y alrededores, provocando además de la caída de material volcánico provocando la crecida del lago y por defecto inundando la zona costera.

A pesar de la actividad del volcán, los funcionarios municipales no reportan hasta la fecha afectaciones por caída de cenizas, dado a que la proyección de éstas, por la dirección del viento predominante las dirige hacia el territorio del municipio de la Paz Centro.

No obstante, en el Plan de Respuesta ante Amenazas Naturales, según fuente del INETER en mapa elaborado en Diciembre del 2015 para un probable escenario por caída de cenizas del Volcán Momotombo con parámetros de altura de 5 km, volumen expulsado de 0.23 km³ y con vientos de dirección Suroeste se encuentran afectados los siguientes barrios, comunidades y comarcas.

Con un espesor de cenizas de 0-10 mm la población afectada sería las comunidades La Zopilota, San Antonio (Sector El Tablón), Puerto Sandino (Parte de Puerto Sandino, Piedras Blancas, El Cóbano y Empalme Puerto Sandino) y Miramar, así como los barrios: Sonrisa de Dios, El Porvenir, Orlando Cáceres, San Julián, Villa Hermosa, Jairo Pérez, Barrio Los Ángeles, Barrio Santa Lucía y Barrio Santa Ana.

Es decir, los barrios localizados al este del área del proyecto en el cual se encuentra la PTAR El Patriarca (Bo. Sonrisa de Dios).

El mapa interactivo de amenaza volcánica INETER – SINAPRED 2018 ubica el área urbana de Nagarote dentro de la zona de alto peligro volcánico (ver fig. # 33).

De acuerdo al Boletín Sísmico y Volcánicos del 2017, periodo enero febrero, se realizaron mediciones de dióxido de azufre (SO²) sobre la carretera nueva León-Malpaisillo, con el objetivo de cuantificar la tasa de

emisión en toneladas por día y correlacionar los valores obtenidos con los medidos durante la etapa de mayor actividad que presentó el volcán en el mes de diciembre del 2015, con el fin de observar cambios que nos permitan prever una actividad volcánica.

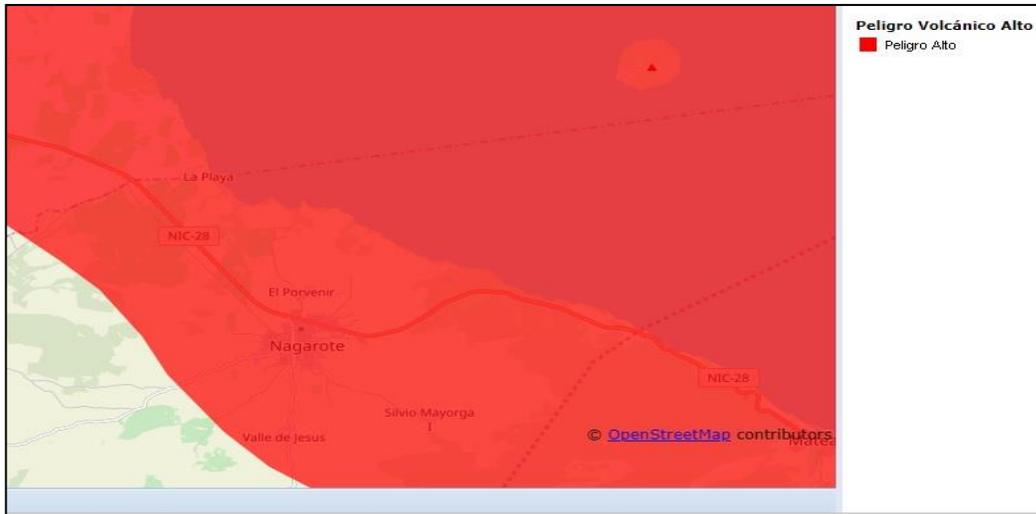


Figura 29: Segmento ciudad de Nagarote, mapa de amenaza ante volcanes,

A través de las tomas de muestras realizadas en cinco travesías realizadas en el mes de febrero del año 2017, se detectó SO₂ en una trayectoria desde la base sur oeste del el Volcán Momotombo hasta el costado este de la ciudad de La Paz Centro.

4.2.3 Amenazas de Inundación

Las amenazas socio-naturales se manifiestan ante la probabilidad de inundaciones, deslizamientos y sequías, provocados por eventuales huracanes, tormentas y ondas tropicales, algunas de éstas relacionadas a los fenómenos del cambio climático, complementándose con el mal uso de los recursos naturales: despale de bosques y mal manejo de suelos, entre otras prácticas inadecuadas realizadas por los propios pobladores.

De acuerdo a registros de INETER sobre trayectorias de tormentas, el municipio de Nagarote ha sido poco afectado por este tipo de fenómenos, registrándose solo por dos, el Huracán Irene, Olivia y el huracán Joan-Mirian en 1988 (Ver Fig. 34).

En el municipio de Nagarote y en particular en el área de influencia del Proyecto, se encuentra en una zona en que la distribución media anual (periodo de 1971-1995) es intermedia en el rango de 1200 – 1400 mm al año y en la que para ese mismo período la probabilidad de amenaza de sequía se encuentra entre los 30 y 40 % (severa).

Dado a sus características climatológicas y geomorfológicas, contando el área del proyecto con una topografía casi plana, dándose inundaciones de tipo por crecidas repentinas, las que tienen por características que las determinan la intensidad y duración de las precipitaciones, poca cobertura vegetal, así como configuración y tamaño del área de drenaje, de acuerdo a determinadas condiciones, pueden tener una rápida subida de nivel, altas velocidades de corrientes, siendo de corta duración, pero por el arrastre de gran cantidad escombros y basura pueden ser desbastadoras. El estudio de inundaciones elaborado por PROCON expresa que las avenidas del rio Obraje, dado al poco nivel de pendiente y cobertura vegetal en el área de recarga del cuerpo de agua principal no son destructivas.

Por tanto, la amenaza de inundación, no es acentuada, ni frecuente, por ser torrentes estacionales y efímeros, procedentes de la pendiente de Mateares, siendo el área del proyecto (casco Urbano de Nagarote) el parte agua de la Planicie del Atlántico y el gravén de Nicaragua a la altura de la subcuenca del lago de Xolotlán, por lo que trayectoria de los cuerpos de agua presentes son de muy corta longitud y pequeña área de drenaje en áreas históricamente intervenidas con poca cobertura vegetal.



Foto 43: Llanura de inundación, cauce del río Obraje aguas abajo punto de vertido de la PTAR El Patriarca



Foto 44: Llanura de inundación, cauce del río Obraje aguas arriba punto de vertido de la PTAR El Patriarca

Sobre el área urbana, el punto de riesgo es el recorrido del río Obraje, donde las crecidas rápidas del río Obraje en periodo de invierno, erosionan su cauce provocando además inestabilidad del terreno en sus riberas, (ver fotos 66 y 67) nótese un ancho de llanura de inundación no mayor de 6 m, y una altura de 2 m, teniendo como referencia la afectación de la vegetación y los residuos sólidos dejados en las crecidas repentinas en periodo de inviernos anteriores, nótese en la foto 67, las raíces desnudas de árboles de pequeño porte.

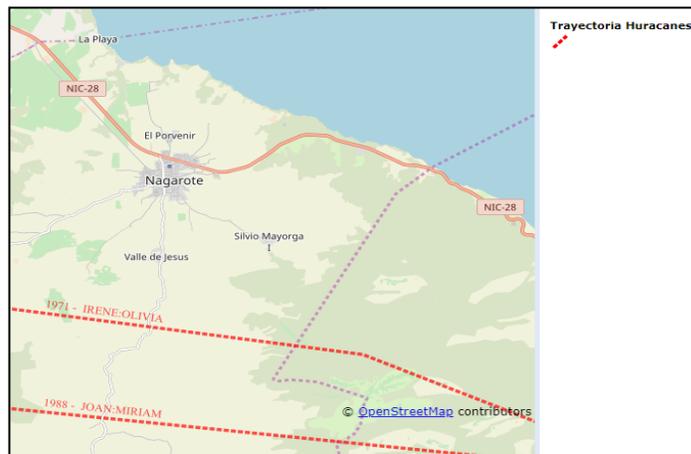


Figura 30: Segmento ciudad de Nagarote, mapa incidencia de huracanes, INETER- SINAPRED 2018

El estudio de inundaciones realizado por PROCON, para efecto del presente proyecto, identifica dos pequeñas áreas sobre el trecho del cauce del río obraje en el sitio del proyecto los cuales podrían afectar las obras, una ubicada al sureste del predio del Sr. Felipe Reyes y otra más pequeña, al noroeste sobre el sitio del punto de vertido de la alternativa #1 donde el río Obraje realiza un quiebre, cercano al sitio de vertido del sistema de aguas residuales de la Planta Che Guevara.

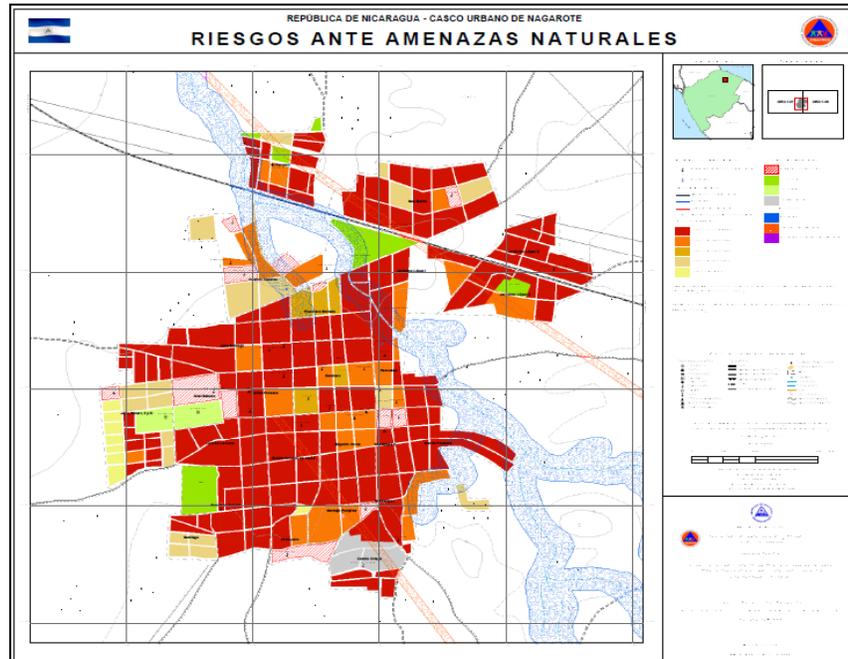


Figura 31: Mapa de amenaza Naturales, Nagarote, (1 inundaciones; 2 Falla geológica local). Fuente SINAPRED 2005

4.2.4 Amenazas socio-naturales (antrópicas)

Las amenazas antrópicas son originadas por la acción directa del hombre, tal es el caso de los incendios forestales, contaminación ambiental, erosión de los suelos por su inadecuado e intensivo uso, sobre explotación de los recursos naturales y cualquier otro evento provocado por las personas que pudiera degenerar en desastre.

Estos conjuntos de acciones realizadas por el hombre pueden deberse a la satisfacción de sus necesidades básicas, así como a patrones culturales tales como: uso inadecuado de los recursos naturales y el mal manejo de suelos (corte de árboles sin control, prácticas agrícolas inapropiadas, quemas agrícolas, urbanismos sin las adecuadas), que conllevan a la degradación del medio y contribuyen a provocar amenazas naturales.



Foto 45: Suelo desnudo, fuerte deforestación producto a sobre explotación del suelo en actividades agrícolas, en el sitio del proyecto

Generalmente, la contaminación ambiental se relaciona con el desarrollo, la implantación de nuevas tecnologías y la industrialización de los pueblos. El municipio de Nagarote, como características de los municipios de occidente y en particular del Departamento de León, desde los años 40 y 50 con la introducción de monocultivos de manera extensiva (el bum del algodón), hoy con la producción de maní, ajonjolí, caña de azúcar, así como la introducción del pastoreo de ganado bobino, la mayoría de sus tierras perdieron gran parte de su cobertura vegetativa natural.

Estas acciones humanas han provocado que los suelos del municipio queden expuestos a proceso erosivos fuertes, tanto por el viento, como por escorrentías de invierno, concatenándose con las condiciones físicas como relieve y tipo de suelo, para generar condiciones de amenaza y alto riesgo para los pobladores de estos sectores.

Sumado a lo anterior, la introducción de la actividad pecuaria ha provocado un progresivo proceso de despale en una zona de vida tropical con poca cobertura forestal.

Por su parte, el desarrollo urbano, hace su aporte, tanto a la deforestación y modificación del relieve y contaminación de suelo con residuos sólidos y líquidos urbanos, ha promovido la redirección de escorrentías que llegan a incidir sobre el recorrido del cauce del río Obraje, sumando el incremento de elevación del nivel de la llanura de inundación cuando se dan eventos de esta naturaleza, por tanto el nivel de riesgo antropogénico es considerable.

4.2.5 Evaluación de Amenazas en el Sitio del Proyecto

La evaluación de las amenazas físicas-naturales se basa en los resultados del proceso de observación del medio, en los sitios previstos para obras de los componentes del Proyecto, incluyendo: **Red de Alcantarillado**, así como el sitio propuesto para la **PTAR** del sistema de alcantarillado Sanitario para el área urbana de la ciudad de Nagarote (predio ENACAL PTAR El Patriarca y predio del Sr. Felipe Reyes). El abordaje se realizó mediante la recopilación y análisis de información documental de estudios previos, así como el análisis de la información levantada durante visita de campo, resultado parcial de desarrollo de calicatas sobre la red vial urbana.

Se procedió a identificar y valorar el nivel y características de riesgo de las amenazas naturales a las que están sometidos los sitios a intervenir con obras del Proyecto para sus dos sitios alternativos. Haciendo uso del mismo método aplicado por INETER, en su estudio Amenazas de Naturales de Nicaragua 2001, pero bajo el criterio y conocimiento sobre el territorio, de parte del especialista a cargo del presente estudio.

El análisis ha permitido evidenciar una leve diferenciación en la incidencia de las amenazas naturales en los predios bajo estudio, respecto a las del municipio (establecidas por INETER), manteniendo su tendencia general, con un nivel de amenaza moderada, pero a un nivel más bajo, dado que los valores de sitios Red de Alcantarillado resulta de 4.79; el predio propiedad de ENACAL 4.71; el predio propiedad del Sr. Felipe Reyes, 5.00, siempre moderado (ver detalle Tablas 11 y 12).

La diferencia con la condición general de amenaza municipal está dada, porque el área bajo estudio, cuenta con un relieve casi plano, por ende, el riesgo de deslizamiento desaparece, así mismo, por estar fuera del área de influencia de tsunami de igual forma este riesgo desaparece en los sitios de obras del proyecto.

Por otra parte, la amenaza de sismicidad, dado que el área del proyecto se encuentra dentro de una zona de alta sismicidad, presentando una falla geológica local atravesando el sitio en que se pretende desarrollar la red de alcantarillado, su valor se mantiene igual que el nivel local en condición moderada, en todos los sitios propuestos para obras del proyecto.

Por su carácter regional y su nivel de probabilidad de ocurrencia, la amenaza de huracán, de igual forma mantiene el nivel moderado dado a nivel municipal. Por su parte, la amenaza de sequía, siendo la de mayor nivel de amenaza.

La amenaza volcánica es un elemento que varía en cuanto a su ubicación y distancia de la cordillera volcánica, a medida que se alejan de dicha cordillera, las afectaciones por caída de cenizas disminuye levemente, así como las estructuras y población que pueden estar sometidas a este tipo de fenómenos, por lo cual varía en los diferentes sitios de obras, igual condición que la inundación, el cual está también asociada con los fenómenos de huracanes, así como la presencia del cauce del río Obraje y su sistema de avenidas, aunque focalizada en algunos puntos del área urbana y sobre el recorrido del río Obraje en el área de influencia indirecta (ver fig. # 36).

Con el análisis y valoración general a nivel local, de los siete factores generadores de amenazas considerados, se concluye que los sitios de las obras del Proyecto (Red alcantarillado y PTAR) están sometidas a un nivel **moderado** de amenaza, siendo la mayor amenaza, la de sequía, sin que ésta sea un elemento de alto nivel crítico para el proyecto, por el carácter del mismo. Le siguen, la amenaza Sísmica, a nivel moderado, así como la inundación y volcánica, se encuentran a nivel bajo. El resto de variables no presentan elementos de riesgos significativos que ameriten atención especial.

Bajo este concepto resulta que el nivel de amenaza natural general, sobre el área en que se pretende establecer la red de alcantarillado es baja.

El sitio para la PTAR obtiene niveles de amenaza natural general similares con una mínima variación a nivel moderado, superando por una pequeña brecha, el predio del Sr Felipe Reyes, para la PTAR, ya que los resultados de modelaje de crecida del cauce del río Obraje desarrollada por el especialista hidrológico de PROCON, establece algunas incidencias de inundaciones sobre el curso del río Obraje, colindante al área de la PTAR propuesto.

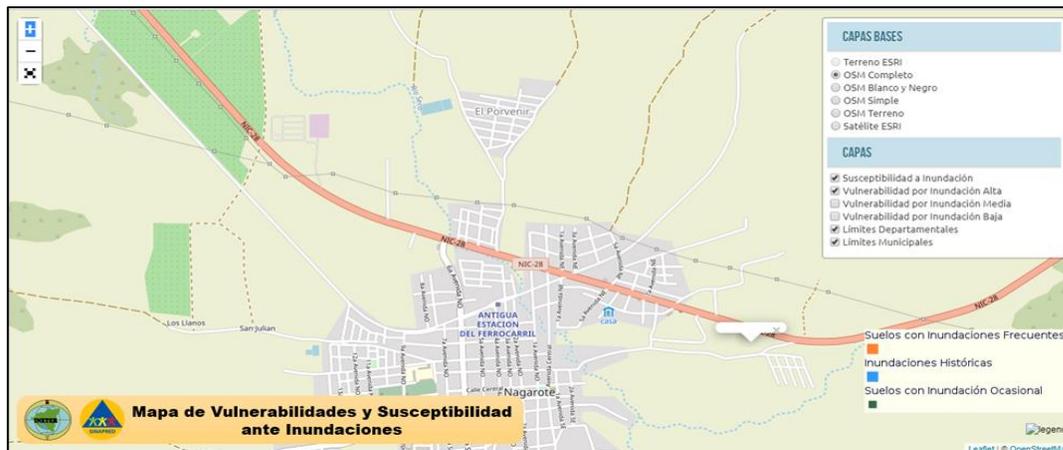


Figura 32: Ciudad de Nagarote, Sección mapa interactivos de Vulnerabilidad ante inundaciones, INETER / SINAPRED, 2017

La amenaza sísmica, por encontrarnos en una región con actividad sísmica alta, es un elemento que siempre debe tomarse en consideración (ver Figura 30).

Las Tablas 11 y 12, describen la calificación de las amenazas en los sitios de cada una de las obras propuestas, para la cual se utiliza una matriz de valoración básica, las que se presenta a continuación:

- Escala de 1 a 10 donde: 1 es la menor probabilidad y 10 mayor probabilidad
- Peso de finido por INETER para cada amenaza, refleja la magnitud o importancia de la misma

Tabla 11: Ponderación de Amenazas Red de Alcantarillado, área urbana de Nagarote

No.	Amenaza	Escala	Clasificación				Peso	subtotal
			Alta	Moderada	Baja	Ninguna		
1	Sísmica	7		X			2	14
2	Huracán	5		X			1	5
3	Sequía	10	X				1	10
4	Inundación	3			X		1	3
5	Volcánica	3			X		0.5	1.5
6	Deslizamiento	0				X	0.5	0
7	Tsunami	0				X	0.5	0
							Total	33.5

Amenaza del sitio
4.79 Baja

Tabla 12: Ponderación de Amenazas predio ENACAL, PTAR, Nagarote

No.	Amenaza	Escala	Clasificación				Peso	subtotal
			Alta	Moderada	Baja	Ninguna		
1	Sísmica	7		X			2	14
2	Huracán	5		X			1	5
3	Sequía	10	X				1	10
4	Inundación	2			X		1	2
5	Volcánica	4			X		0.5	2
6	Deslizamiento	0				X	0.5	0
7	Tsunami	0				X	0.5	0
							Total	33

Amenaza del sitio
4.71 Baja

Tabla 13: Ponderación de Amenazas Predio Sr. Felipe Reyes PTAR, Nagarote

No.	Amenaza	Magnitud	Clasificación				Peso	subtotal
			Alta	Moderada	Baja	Ninguna		
1	Sísmica	7		X			2	14
2	Huracán	5		X			1	5
3	Sequía	10	X				1	10
4	Inundación	4			X		1	4
5	Volcánica	4			X		0.5	2
6	Deslizamiento	0				X	0.5	0
7	Tsunami	0				X	0.5	0
							Total	35

Amenaza del sitio
5.00 Moderada

4.2.6 Conceptualización – Metodología de Análisis de Riesgo físico General del Municipio

El presente análisis de riesgo físico del municipio se toma del trabajo realizado por el INETER en el año 2001 "Amenazas Naturales de Nicaragua", siendo éste el estudio oficial más reciente con que cuenta dicha institución. No obstante, mantiene su importancia como referencia de amenazas naturales a nivel nacional sustentándose bajo los siguientes conceptos:

El **riesgo** constituye la manifestación de la condición de debilidad de un componente o de la totalidad del sistema territorial ante dicho evento natural, por lo que la condición de riesgo únicamente se adquirirá cuando su ocurrencia se dé en un área ocupada por actividades humanas que deben afrontar las consecuencias de dicho fenómeno. Desde esta perspectiva, el riesgo puede ser descompuesto en tres componentes claramente identificables a los fines analíticos, pero estrechamente interrelacionados; nos referimos a *las amenazas, la vulnerabilidad y la exposición*.

La **amenaza** o peligro se refiere a la probabilidad de ocurrencia de las consecuencias de un fenómeno de origen natural, generalmente de carácter sorpresivo, de evolución rápida y de relativa severidad, que se concentra durante un determinado período de tiempo y en un lugar, afectando a un componente o a la totalidad del sistema territorial expuesto.

Desde esta perspectiva, la diferencia fundamental entre la *amenaza* y el *riesgo* es que la primera se refiere a la probabilidad de que se manifieste un evento natural, mientras que el segundo está relacionado con la probabilidad de que se den ciertas consecuencias (Fournier, 1985).

La **vulnerabilidad** se define como la predisposición o susceptibilidad intrínseca de los componentes antrópicos del sistema territorial para ser dañados total (destrucción) o parcialmente (deterioro) debido al impacto de la amenaza. Representa la medida o magnitud de probabilidad de daño o pérdida de un componente o sistema territorial expuesto a la amenaza al exceder su nivel de tolerancia o respuesta; por tanto, constituye el factor interno del riesgo que se manifiesta por su fragilidad o debilidad frente al evento natural.

El concepto de "*exposición*" o "**elementos en riesgos**" se refiere a la distribución espacial de la población, actividades económicas, bienes materiales, obras de ingeniería civil, servicios públicos, etc., sobre las que puede impactar el fenómeno natural peligroso.

Clasificación de las Amenazas Según INETER

En 1988, se creó el Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales en Centro América (CEPREDENAC) que tiene como elemento de trabajo mejorar, profundizar y difundir el conocimiento de los fenómenos de la naturaleza que caracterizan el entorno de todos los países de la región y que constituye las llamadas "*Amenazas naturales*",

El Instituto de Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) ha desarrollado estudios de alta calidad sobre amenazas durante muchos años y como producto ha preparado y presentado una compilación, sistematización y análisis de las amenazas naturales en Nicaragua, producto de la labor de científicos e instituciones nacionales.

En el libro "*Amenazas Naturales de Nicaragua*" publicado por el INETER en noviembre del 2001 presenta una descripción de las amenazas naturales de Nicaragua, en base a la información existente a la fecha.

Para el análisis de amenazas se utilizará la información oficial sobre la "Clasificación de los municipios de Nicaragua por amenazas naturales" del INETER. Para la clasificación de los municipios por amenazas naturales se realizó una ponderación, la cual sigue la siguiente fórmula:

$$\sum 1(Sismos) + 1(Sequía) + 1(Inundaciones) + 1(Huracanes) + 0.5(Volcanes) + 0.5(Deslizamiento) + 0.5(Tsunamis)$$

Con esta ponderación el INETER elaboró la valoración de la "Priorización de municipios por amenazas naturales", en donde se utiliza una escala para la ponderación de amenazas es de 0 a 10, para cada una de las siete amenazas naturales principales, en base a la información existente a la fecha sobre el nivel relativo de amenaza natural a que está expuesto cada municipio. Siendo la escala de clasificación de amenazas utilizada, la siguiente:

0	Ninguna
1 - 4	Baja
5 - 7	Moderada
8 - 10	Alta

El método aplicado para el análisis de amenazas de cada uno de los sitios de obras del proyecto, fue el mismo utilizado por INETER, para determinar el nivel de amenaza general del municipio, con la variante que los valores se dan, a partir del conocimiento del medio que adquirió por el elaborador del presente estudio, partiendo de la visita in-situ con el proceso de observación, consulta a expertos, e investigación documental, así como el análisis de resultados parciales de estudios específicos, realizados para el presente proyecto por la firma PROCON.

4.2.7 Análisis de Riesgo del Sitio

El presente análisis de riesgo físico sobre el sitio propuesto para el proyecto, parte de los resultados generales de amenazas del municipio, tomando los mismos elementos utilizados por INETER (amenaza sísmica, huracán, sequía, Inundación, volcánica, deslizamiento y tsunami) para realizar el estudio "análisis de amenazas naturales de Nicaragua".

El método utilizado para la evaluación del riesgo físico de los sitios de obra del proyecto, se basa en la aplicación de una matriz sencilla de riesgo, que persigue identificar el nivel de vulnerabilidad, tomando como parámetros la **probabilidad de ocurrencia** de los fenómenos, así como las consecuencias que podría tener el mismo, en cuanto a su **magnitud** (importancia o dimensión) relacionado a la cantidad de personas que pudieran ser afectadas.

En dicha matriz se ubica cada fenómeno natural a evaluar, interrelacionándolo, en filas con el nivel de probabilidad de ocurrencia de eventos de cada fenómeno y en columnas el peso de sus consecuencias, es decir su magnitud, por cada sitio de obras del proyecto, en este caso Red de Alcantarillado y PTAR Sonrisa de Dios.

Para la **probabilidad de ocurrencia** de eventos se utiliza una escala de valores de 1 a 5, donde 1 es el de menor probabilidad de ocurrencia y 5 la mayor probabilidad: 5 Muy Probable, 4 Bastante probable, 3 Probable, 2 poco probable, 1 improbable.

Por su parte la **Magnitud**, es medida de "A" a "E" donde "A" corresponde a consecuencias menos importantes y "E" consecuencias catastróficas, partiendo de la cantidad de población que podría ser sometida por los efectos de algún evento natural.

Aplicando la matriz anteriormente descrita, sobre el área en que se establecerá la red de alcantarillado (área urbana de Nagarote) se identifican la incidencia de riesgo sísmico muy probable, con un nivel de magnitud moderado, seguido por el riesgo de huracán en un nivel de bastante probable y magnitud intermedia, el riesgo de sequía es muy probable pero con una magnitud baja, por su parte los riesgos de vulcanismo e inundación son probables con una magnitud baja, infiriendo un nivel de riesgo general intermedio

Por su parte los resultados sobre el sitio de la PTAR Sonrisa de Dios, indican que todos los riesgos que inciden sobre el sitio son de magnitud baja, dado que no existe población establecida sobre el mismo, diferenciándose en la probabilidad de ocurrencia de los diferentes eventos naturales, el riesgo de sismicidad es muy probable, huracán bastante probable, sequía muy probable, volcánica probable e inundación muy probable. Resultando como nivel de riesgo general del sitio bajo.

5. VALORACIÓN AMBIENTAL

5.1 Identificación y Valoración de Impactos en situación sin proyecto

Posterior a la inspección in-situ y revisión de documentación previamente existente sobre el área de influencia del proyecto, así como del sitio en que se pretenden desarrollar las obras del proyecto (red de alcantarillado y PTAR), se aplicó la matriz de identificación de la problemática, en su situación "0" o sin proyecto.

Dicho instrumento, es retomado del SISGA del FISE, consistiendo en una matriz básica de causa – efecto, que mediante una ponderación de 1 a 3 (en el cual 3 representa la valoración de menor afectación), se valoran cinco variables (intensidad, superficie, recuperación, duración y población afectada) con lo que se determina la condición ambiental del sitio bajo estudio.

Como resultado de la aplicación de dicho instrumento se determina que los sitios (Red de alcantarillado y PTAR predio #ENACAL y Sr. Felipe R.) son zonas altamente intervenidas con pobre cobertura vegetal, esporádica presencia de fauna, urbanizada, en el que se desarrollan actividades de servicios, teniendo como principales factores ambientales afectados negativamente el suelo, agua superficial, flora y fauna, afectando colateralmente el factor ambiental paisaje y clima, obteniendo todos un valor medio de calidad ambiental en la condición ambiental de "2", a nivel particular la ponderación se comporta de la siguiente manera:

Sitio en que se pretende desarrollar la red de alcantarillado, los factores más afectados es el suelo, agua superficial, flora y fauna. Por su parte los problemas menos favorecidos en su condición "0" o sin proyecto son: compactación de suelo y modificación del drenaje producto al establecimiento de la red vial y desarrollo de viviendas, con valor de 1, seguida a nivel intermedio el incremento de períodos secos, incremento de temperaturas, contaminación del cauce del río Obraje con aguas residuales no tratadas o deficientemente tratadas; disminución de especies de flora autóctonas, pérdida de hábitat y desplazamiento de fauna silvestre; cambio de hábitos naturales de fauna silvestre.

Sitio predio Sr. Felipe Reyes, para PTAR, en este sitio los factores ambientales más afectados son el suelo, la flora, así como la fauna, entre los problemas identificados no presentan valores de "1", la mayoría son de valor intermedio los más relevantes son: erosión hídrica y eólica, degradación y empobrecimiento del suelo, desplazamiento de fauna nativa. En el sitio la población y viviendas son reducidas y muy dispersas.

Lo anterior, puede apreciarse en las respectivas matrices de identificación y valoración de la condición sin proyecto de posibles impactados negativos que presentan en el momento cada sitio de obras, las cuales se presentan a continuación.

Tabla 14: Matriz de identificación de la problemática ambiental del sitio red de alcantarillado, sin proyecto
MATRIZ DE IDENTIFICACION DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DEL SITIO RED COLECTORA DE ALCANTARILADO SANITARIO

Proyecto: “ Estudio y Diseño Mejoramiento de Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Nagarote, León”

Factor Ambiental	Causa	Efecto	Valoración amb. de la Calidad del Factor
Clima	Eliminación de cobertura vegetal natural para desarrollo urbano y actividades agrícolas extensivas.	Periodos secos más extensos, incremento de riesgo de sequía	2
		Incremento de temperaturas	2
Calidad del Aire	Mal funcionamiento de red de alcantarillado Sanitario	Malos olores focalizados	2
Hidrología Superficial	Mal funcionamiento de red de alcantarillado Sanitario	Contaminación del cauce del río Obraje con aguas residuales, por medio del drenaje urbano, así como de las PTAR existentes	2
	Eliminación de vegetación natural para establecimiento de áreas agrícolas extensivas y de desarrollo urbanístico.	Disminución de caudales de cuerpos de aguas superficiales en periodos de verano	2
		Crecidas del río Obraje con volúmenes y velocidad considerables	2
		Ampliación de áreas de inundación sobre el cauces del río Obraje	3
Suelos	Establecimiento de red vial urbana	Compactación de suelos	1
		modificación del drenaje natural	1
	Deficiente manejo de residuos solidos	Contaminación de suelo con residuos solidos	2
	Mal funcionamiento de alcantarillado Sanitario	Contaminación del suelo con aguas residuales sin tratar	2
Paisaje	Mal funcionamiento de alcantarillado Sanitario	Pérdida de valor escénico	3
Vegetación	Proceso urbanístico y desarrollo de actividades agrícolas extensivas	Disminución de especies autóctonas	2
		Pérdida de cobertura vegetal	2
Fauna	Proceso urbanístico y desarrollo de actividades agrícolas extensivas	Reducción de especies y población de especies faunística	2
		Pérdida de habitat	2
		Desplazamiento y/o eliminación de fauna nativa	2
Relación ecológica	Eliminación de cobertura vegetal natural para ampliar área de viviendas	Pérdida de habitat y reducción de fuentes de agua superficiales	2
		Cambio de hábitos naturales en fauna silvestre	2
Análisis del	Mal funcionamiento de alcantarillado Sanitario y	Contaminación de calles con aguas residuales crudas	2

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DEL SITIO RED COLECTORA DE ALCANTARILADO SANITARIO

Proyecto: “ Estudio y Diseño Mejoramiento de Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Nagarote, León”

Factor Ambiental	Causa	Efecto	Valoración amb. de la Calidad del Factor
Asentamiento	PTAR existentes	contaminación de aguas subterráneas por anegación de aguas deficientemente tratadas por las PTAR existentes	2
		Contaminación ambiental	2
		Generación de vectores transmisores de enfermedades, mosquitos roedores	2
Transporte	No se identifican problemas		0
Acueductos y Alcantarillado	Deficiente funcionamiento de red alcantarillado y PTAR existentes	Generación de fuentes de contaminación difusas con aguas residuales domesticas en red vial urbana	3
Residuos sólidos	Deficiente prestación de servicio de recolección de residuos sólidos urbanos	Mal funcionamiento de PTAR por presencia de materiales no adecuados	2
Habitad	Prestación de servicios básicos limitado	Pérdida de calidad de vida de la población	2
Salud	Mal funcionamiento de red colectora y PTAR existentes	Criaderos de vectores transmisores de enfermedades	2
VALOR MEDIO DE IMPORTANCIA			2

Tabla 15: Matriz de valoración de problemas identificados en el sitio red de alcantarillado, sin proyecto
MATRIZ DE VALORACIÓN DE PROBLEMAS IDENTIFICADOS EN EL SITIO RED COLECTORA DEL ALCANTARILLADO SANITARIO SIN PROYECTO

Proyecto: " Estudio y Diseño del Mejoramiento del Sistema Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Nagarote, León"

Causa	Efecto	Criterios de Valoración					Valoración amb. de la Calidad del Factor
		Intensidad	Superficie	Recuperación	Duración	Población afectada	
Eliminación de cobertura vegetal natural para desarrollo urbano y actividades agrícolas extensivas	Periodos secos más extensos, incremento de riesgo de sequía	2	1	2	2	1	2
	Incremento de temperaturas	2	1	2	2	1	2
Mal funcionamiento de red de alcantarillado Sanitario	Malos olores focalizados	2	3	2	2	3	2
Mal funcionamiento de red de alcantarillado Sanitario	Contaminación del cauce del río obraje con aguas residuales, por medio del drenaje urbano así como de las PTAR existentes	1	1	2	1	3	2
Eliminación de vegetación natural para establecimiento de áreas agrícolas extensivas y de desarrollo urbanístico	Disminución de caudales de cuerpos de aguas superficiales en periodos de verano	2	1	2	2	3	2
	Crecidas repentina del río Obraje con volúmenes y velocidad considerable	2	3	2	2	3	2
	Ampliación de áreas de inundación sobre el cauces del río Obraje	3	3	2	2	3	3
Establecimiento de red vial urbana	Compactación de suelos	1	1	1	1	3	1
	Modificación del drenaje natural	1	1	1	1	3	1
Deficiente manejo de residuos solidos	Contaminación de suelo con residuos solidos	3	2	2	3	1	2
Mal funcionamiento de alcantarillado Sanitario	Contaminación del suelo con aguas residuales sin tratar	2	3	2	2	3	2
Mal funcionamiento de alcantarillado Sanitario	Pérdida de valor escénico	3	3	2	2	3	3
Proceso urbanístico y desarrollo de actividades agrícolas extensivas	Disminución de especies autóctonas	2	1	2	1	3	2
	Pérdida de cobertura vegetal	2	1	2	1	2	2
Proceso urbanístico y desarrollo de actividades agrícolas extensivas	Reducción de especies y población de especies faunística	2	1	2	1	3	2
	Pérdida de hábitad	2	1	2	1	2	2
	Desplazamiento y/o eliminación de fauna nativa	1	1	2	1	3	2

MATRIZ DE VALORACIÓN DE PROBLEMAS IDENTIFICADOS EN EL SITIO RED COLECTORA DEL ALCANTARILLADO SANITARIO SIN PROYECTO

Proyecto: " Estudio y Diseño del Mejoramiento del Sistema Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Nagarote, León"

Causa	Efecto	Criterios de Valoración					Valoración
							amb. de la
Eliminación de cobertura vegetal natural para ampliar área de viviendas	Pérdida de hábitat y reducción de fuentes de agua superficiales	2	2	2	2	3	2
	Cambio de hábitos naturales en fauna silvestre	1	1	2	1	3	2
Mal funcionamiento de alcantarillado sanitario y PTAR existentes	Contaminación de calles con aguas residuales crudas	2	3	2	2	3	2
	Contaminación de aguas subterráneas por anegación de aguas deficientemente tratadas por las PTAR existentes	1	3	2	2	3	2
	Contaminación ambiental	2	3	2	2	3	2
	Generación de vectores transmisores de enfermedades, mosquitos roedores	1	3	2	2	2	2
No se identifican problemas							0
Deficiente funcionamiento de red colectora y PTAR existentes	Generación de fuentes de contaminación difusas con aguas residuales domésticas en red vial urbana	3	3	2	2	3	3
Deficiente prestación de servicio de recolección de residuos sólidos urbanos	Mal funcionamiento de PTAR por presencia de materiales no adecuados	2	2	2	2	3	2
Prestación de servicios básicos limitado	Pérdida de calidad de vida de la población	2	1	2	2	2	2
Mal funcionamiento de red colectora y PTAR existentes	Criaderos de vectores transmisores de enfermedades	2	3	2	1	2	2
Valor Medio							2

Tabla 16: Matriz de identificación problemática ambiental, sitio PTAR, Sonrisa de Dios, predio Sr. Felipe Reyes, sin proyecto
MATRIZ # 5.5: DE IDENTIFICACION PROBLEMÁTICA AMBIENTAL, SITIO PTAR SONRISA DE DIOS, PREDIO SR. FELIPE REYES, SIN PROYECTO

Proyecto: " Estudio y Diseño Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Nagarote, Departamento de León"

Factor Ambiental	Causa	Efecto	Valoración amb. de la Calidad del Factor
Clima	Eliminación de cobertura vegetal	Incremento de temperatura	2
		incremento de radiación solar	2
Calidad del Aire	Eliminación de cobertura vegetal	incremento de calor en el aire	2
		disminución de humedad en el aire	2
		partículas sólidas suspendidas en el aire	2
Hidrología Superficial	Avenidas del río Obraje con caudal y velocidad de corriente considerable	Posibilidad de inundación en pequeñas áreas de la ribera del río Obraje en ocurrencia de eventos excepcionales	2
Suelos	Perdida de cobertura vegetal	erosión hídrica y eólica	2
	Sobre explotación actividades agrícolas	Degradación y empobrecimiento del suelo	2
Paisaje	Pérdida de vegetación arbórea	pérdida de valor escénico	2
Vegetación	Desarrollo histórico de actividades agrícola extensivas	Reducción de especies de flora nativa	2
		pérdida de hábitat para fauna silvestre y la simbiosis para la reproducción natural de especies de flora nativas	2
Fauna	Existencia de áreas agrícolas extensivas	pérdida de hábitat de fauna para fauna silvestre y la simbiosis para la reproducción natural de especies arbóreas nativas	2
		desplazamiento de fauna nativa	2
Relación ecológica	Cambio de uso del suelo para emplazamiento de áreas agrícolas extensivas	Reducción de especies y población de especies faunística	2
Análisis del Asentamiento	Existencia de áreas agrícolas extensivas	población y viviendas reducidas y muy dispersas	2
Transporte	No se identifican problemas		0
Acueductos y Alcantarillado	No se identifican problemas		0
Residuos sólidos	No se identifican problemas		0
Habitad	uso del suelo para emplazamiento de áreas agrícolas extensivas	población y viviendas reducidas y muy dispersas	2
Salud	No se identifican problemas		0
VALOR MEDIO DE IMPORTANCIA			2

Tabla 17: Matriz de valoración problemática ambiental, sitio PTAR Sonrisa de Dios, predio Sr. Felipe Reyes, sin proyecto
MATRIZ DE VALORACIÓN DE PROBLEMÁTICA AMBIENTAL, SITIO PTAR SONRISA DE DIOS, PREDIO SR. FELIPE REYES, SIN PROYECTO
Proyecto: " Estudio y Diseño Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Nagarote, Departamento de León"

Causa	Efecto	Criterios de Valoración					Valoración amb. de la Calidad del Factor
		Intensidad	Superficie	Recuperación	Duración	Población afectada	
Eliminación de cobertura vegetal	Incremento de temperatura	2	1	2	2	2	2
	incremento de radiación solar	2	1	2	2	3	2
Eliminación de cobertura vegetal	incremento de calor en el aire	2	1	2	2	3	2
	disminución de humedad en el aire	2	1	2	2	3	2
	partículas sólidas suspendidas en el aire	2	1	2	2	3	2
Avenidas del río Obraje con caudal y velocidad de corriente considerable	Posibilidad de inundación en pequeñas áreas de la ribera del rio Obraje, en ocurrencia de eventos excepcionales	2	3	2	2	3	2
Perdida de cobertura vegetal	erosión hídrica y eólica	1	1	2	2	3	2
Sobre explotación actividades agrícolas	Degradación y empobrecimiento del suelo	1	1	2	2	3	2
Pérdida de vegetación arbórea	pérdida de valor escénico	2	1	2	2	3	2
Desarrollo histórico de actividades agrícola extensivas	Reducción de especies de flora nativa	2	2	2	2	3	2
	pérdida de hábitad para fauna silvestre y la simbiosis para la reproducción natural de especies de flora nativas	2	2	2	2	3	2
Existencia de áreas agrícolas extensivas	pérdida de hábitad para fauna silvestre y la simbiosis para la reproducción natural de especies arbóreas nativas	2	1	2	2	3	2
	desplazamiento de fauna nativa	1	1	2	2	3	2
Cambio de uso del suelo áreas agrícolas extensivas	Reducción de especies y población de especies faunística	1	2	2	2	3	2
Existencia de áreas agrícolas extensivas	población y viviendas reducidas y muy dispersas	1	1	3	2	3	2
No se identifican problemas							0
No se identifican problemas							0
No se identifican problemas							0
uso del suelo para emplazamiento de áreas agrícolas extensivas	población y viviendas reducidas y muy dispersas	1	1	2	2	3	2
No se identifican problemas							0
Valor Medio							2

5.2 Identificación y Valoración de posibles impactos en situación con proyecto, alternativa seleccionada

La subsiguiente identificación y valoración de posibles impactos en situación "con proyecto", se aplica a la alternativa que según el análisis del especialista sanitario es la alternativa de mayor indicio de viabilidad y a proponer como empresa, la cual sería un sistema de alcantarillado y saneamiento compuesto por:

- Red de alcantarillado por gravedad + Nueva PTAR "Sonrisa de Dios" + 126 soluciones de saneamiento individuales para los sectores que no drenan por gravedad
- PTAR integrada por sistema de tratamiento preliminar + UASB + laguna de maduración.

Para la identificación y valoración de los posibles impactos en las etapas de construcción, operación y funcionamiento del proyecto se aplicó la matriz causa efecto del SISGA – FISE, en una condición con proyecto, cuyos resultados se compararon entre el estado actual del ambiente, contra las posibles modificaciones que pueden generarse al echar andar el proyecto.

Este análisis está basado en el conocimiento de las obras propuestas y sobre los estudios técnicos realizados por PROCON en función del presente proyecto.

Como resultado de la aplicación del instrumento de valoración ambiental en mención, los sitios de obras del proyecto (Red alcantarillado y PTAR) tanto en la etapa de construcción como de operación y funcionamiento, obtuvieron valores medios de importancia ambiental por acción de redondeo del método es "2". Es decir, intermedia (pudiéndose notar variaciones mínimas entre ellas). Siendo la etapa de construcción donde los impactos negativos son más evidentes por su intensidad, aunque en su mayoría temporales.

Etapa de Construcción

En la etapa de construcción las acciones sobre el componente PTAR, obtienen un valor medio, menos favorable (2.08). Esto responde a que las actividades a realizar sobre el sitio en que se emplazará la nueva PTAR Sonrisa de Dios, a pesar de contar con menos relaciones impactantes (19) y de afectar a menor cantidad de población, sus intensidades son significativas afectando principalmente los factores ambientales aire y suelo.

Definiéndose como impactos más relevantes con valores de 1, la alteración de la composición del suelo natural producto al corte y movimiento de tierra en el sitio de la nueva PTAR, así como por el relleno de áreas inundables, actuales lagunas de la PTAR El Patriarca y Santa Elena, ésta última vinculada con el impacto de eliminación de hábitat artificial para la población de tortugas y garrobos que invadieron las PTAR actuales.

Las relaciones impactantes en la etapa de construcción de la Red de Alcantarillado, suman un total de 28, obteniendo un valor medio de 2.19, siendo la única relación impactante con valor 1, la limitación a la libre movilización de peatones y vehículos, dado por la actividad de zanjeo en las calles.

Etapa de Operación y Funcionamiento

Siendo una debilidad del instrumento, no reflejar los impactos positivos, en la etapa de operación y funcionamiento, son significativos. Por su parte, los impactos negativos son menores, de poca intensidad, así como temporales, relacionados más bien con algún mal funcionamiento o eventualidades que puedan suceder en los componentes del sistema.

En la etapa de operación y funcionamiento la tendencia relacional entre ambos componentes (red colectora y PTAR) se percibe un nivel de impacto bajo, con valor 3, siendo el componente PTAR el que obtiene menor valor siendo de 2.60.

Las relaciones impactantes sobre el componente PTAR evaluadas son un total de 10, de las cuales solo el riesgo de contaminación por aguas residuales poco tratadas a causa de grietas por actividad sísmica parámetro de valoración que obtiene valor de 1, siendo por ello, el posible impacto de mayor relevancia sobre el factor ambiental suelo, a este nivel.

En el componente de Red de Alcantarillado, se evalúan un total de 14 relaciones impactantes obteniendo un valor medio de 2.84. En éste, ningún criterio de valoración alcanza valor de 1.

(Ver detalles a continuación en las Tablas de la #: 18 a la 25)

A continuación, se presentan matrices de identificación y valoración de impacto de las obras del proyecto (red de alcantarillado, PTAR) en la etapa de construcción, así como de operación y funcionamiento.

Tabla 17: MATRIZ DE IDENTIFICACION DE PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN, SITIO RED ALCANTARILLADO SANITARIO, NAGAROTE

Proyecto: “ Estudio y Diseño Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Nagarote, Departamento de León”

Factor Ambiental	Causa	Efecto	Valoración amb. de la Calidad del Factor
Clima	No se identifican problemas		0
Calidad del Aire	Zanjeo sobre red vial urbana	Emisión de partículas sólidas suspendidas en el aire (polvo)	2
	Movilización y/o uso de equipos y maquinaria	incremento de intensidad y temporalidad de ruido	2
	Traslado de material de construcción, de préstamo, y/o sobrante	Emisión de partículas sólidas suspendidas en el aire (polvo)	2
Hidrología Superficial	cúmulo de material excavado sobre obras de drenaje de calles, por actividades del zanjeo	incremento de sedimentación sobre obras de drenaje urbana (generación de charcas en las calles) así como en el cauce del río Obraje	2
	Inadecuado manejo de residuos solidos	Contaminación por residuos sólidos urbano en el cauce de río Obraje	2
Suelos	Rotura de carpeta de rodamiento y zanjeo en calles urbanas	Alteración de la composición del suelo sobre red vial urbana	2
		Modificación del drenaje natural	2
		Inestabilidad de suelo	2
		Compactación de suelo	2
	Instalación y/o reposición de tuberías	Colapso de paredes de zanjas, causando accidentes laborales	2
		Generación de residuos solidos	2
	Actividades albañileriles para la construcción de Pozos de Visita	Generación de residuos solidos	3
	Actividades albañileriles para la construcción de 3 EBAR	Generación de residuos solidos	3
	Deficiente manejo de residuos solidos	Contaminación de suelo con residuos solidos	2
	Obstrucción de drenaje de calles con material de zanjas	Contaminación del suelo con aguas residuales sin tratar	2
Inadecuado manejo de material sobrante de zanjeo e instalación de tuberías	Contaminación de suelo con residuos solidos	2	

Proyecto: “ Estudio y Diseño Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Nagarote, Departamento de León”

Factor Ambiental	Causa	Efecto	Valoración amb. de la Calidad del Factor
Paisaje	Zanjeo e instalación de tubería, cierre de Zanjas	Pérdida temporal de valor escénico (aparición de desorden, destrucción de calles, suciedad)	2
Vegetación	Rehabilitación de red de alcantarillado, en salida de sitio EBAR Sta. Elena	Eliminación de 6 árboles de Laurel ubicados en el derecho de vía, muy próximo a la línea de la red Colectora en la cercanía de la actual PTAR Sta. Elena.	3
Fauna	No se identifican problemas		0
Relación ecológica	No se identifican problemas		0
Análisis del Asentamiento	La población seguirá vertiendo aguas grises sobre calles que se estarán excavando	Anegación de suelo, riesgo de derrumbe en paredes de zanjas	2
	Manejo inadecuado de residuos sólidos	Contaminación ambiental	2
Transporte	Falta de señalización vial	Riesgo de caídas de personas en áreas en proceso de zanjeo	2
		posibles accidentes vehiculares	2
	Zanjeo de calles	limitación a la libre circulación de peatones y vehículos	1
	Traslado me material de construcción, de préstamo o sobrante	posibles accidentes de tránsito	2
Acueductos y Alcantarillado	Interrupción temporal de servicio de alcantarillado sanitario	anegación de suelo de calles con aguas grises no tratadas	2
Residuos sólidos	inadecuada coordinación para el manejo de residuos sólidos	Botaderos ilegales de residuos sólidos urbanos	2
Habitad	Rotura temporal de calles	pérdida de calidad de vida de la población	2
Salud	Retención de aguas grises producto a la acumulación de material de zanjas	Criaderos de vectores transmisores de enfermedades	2
VALOR MEDIO DE IMPORTANCIA			2

Tabla 189: MATRIZ DE VALORACION DE PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN, SITIO RED DE ALCANTARILADO SANITARIO, NAGAROTE

Proyecto: “ Estudio y Diseño Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Nagarote, Departamento de León”

Causa	Efecto	Criterios de Valoración					Valoración amb. de la Calidad del Factor
		Intensidad	Superficie	Recuperación	Duración	Población afectada	
No se identifican problemas							0
Zanjeo sobre red vial urbana	Emisión de partículas sólidas suspendidas en el aire (polvo)	2	1	3	3	1	2
Movilización y/o uso de equipos y maquinaria	Incremento de intensidad y temporalidad de ruido	2	2	3	3	2	2
Traslado de material de construcción, préstamo, o sobrante	Emisión de partículas sólidas suspendidas en el aire (polvo)	2	2	3	2	2	2
Zanjeo, cúmulo de material excavado sobre obras de drenaje de calles	Incremento de sedimentación sobre obras de drenaje urbana (generación de charcas en las calles), sedimento en el cauce del río Obraje	2	3	2	2	3	2
Inadecuado manejo de residuos solidos	Contaminación por residuos sólidos urbanos en el cauce de río Obraje	2	3	2	2	3	2
Rotura de carpeta de rodamiento y zanjeo en calles urbanas	Alteración de la composición del suelo sobre red vial urbana	3	1	2	2	2	2
	Modificación del drenaje natural	2	1	2	2	2	2
	Inestabilidad de suelo	3	3	2	2	2	2
Instalación y /o reposición de tuberías	Colapso de paredes de zanjas, causando accidentes laborales	1	3	2	2	3	2
	Generación de residuos solidos	3	2	3	2	2	2
Actividades albañileriles para la construcción de Pozos de Visita	Generación de residuos solidos	3	3	3	3	3	3
Actividades albañileriles para la construcción de 3 EBAR	Generación de residuos solidos	3	3	3	3	3	3
	Compactación de suelo	1	1	2	2	3	2

Proyecto: “ Estudio y Diseño Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Nagarote, Departamento de León”

Causa	Efecto	Criterios de Valoración					Valoración amb. de la Calidad del Factor
		Intensidad	Superficie	Recuperación	Duración	Población afectada	
Deficiente manejo de residuos solidos	Contaminación de suelo con residuos solidos	2	2	2	2	2	2
Obstrucción de drenaje de calles con material de zanjas	Contaminación del suelo con aguas residuales sin tratar	3	2	2	2	3	2
Inadecuado manejo de material sobrante de zanjeo e instalación de tuberías	Contaminación de suelo con residuos solidos	3	2	2	2	2	2
Zanjeo e instalación de tubería, cierre de Zanjas	Pérdida temporal de valor escénico (apariciencia de desorden, destrucción de calles, suciedad)	1	1	2	2	2	2
Rehabilitación de red de alcantarillado en salida de sitio EBAR Sta. Elena	Eliminación de 6 árboles de Laurel ubicados en el derecho de vía, muy próximo a la línea de la red Colectora en la cercanía de la actual PTAR Sta. Elena.	3	3	3	3	2	3
No se identifican problemas							0
No se identifican problemas							0
La población seguirá vertiendo aguas grises sobre calles que se estarán excavando	Anegación de suelo, riesgo de derrumbe en paredes de zanjas	2	2	2	2	2	2
Manejo inadecuado de residuos sólidos	Contaminación ambiental	2	2	2	2	3	2
Falta de señalización vial	Riesgo de caídas de personas en áreas en proceso de zanjeo	2	1	2	2	3	2
	Posibles accidentes vehiculares	2	1	2	2	3	2
Zanjeo de calles	Limitación a la libre circulación de peatones y vehículos	1	1	2	2	1	1
Traslado me material de construcción, de préstamo o sobrante	Posibles accidentes de transito	2	2	2	2	3	2
Interrupción temporal de servicio de alcantarillado sanitario	Anegación de suelo de calles con aguas grises no tratadas	2	2	2	2	2	2

Proyecto: “ Estudio y Diseño Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Nagarote, Departamento de León”

Causa	Efecto	Criterios de Valoración					Valoración amb. de la Calidad del Factor
		Intensidad	Superficie	Recuperación	Duración	Población afectada	
inadecuada coordinación para el manejo de residuos solidos	Botaderos ilegales de residuos sólidos urbanos	3	2	2	2	2	2
Rotura temporal de calles	Pérdida de calidad de vida de la población	2	2	2	2	1	2
Retención de aguas grises producto a la acumulación de material de zanjas	Criaderos de vectores transmisores de enfermedades	2	3	2	2	3	2
Valor Medio							2.19

Tabla 19: MATRIZ DE IDENTIFICACION DE PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN ETAPA DE FUNCIONAMIENTO, SITIO RED DE ALCANTARILADO SANITARIO, NAGAROTE

Proyecto: “ Estudio y Diseño Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Nagarote, Departamento de León”

Factor Ambiental	Causa	Efecto	Valoración amb. de la Calidad del Factor
Clima	No se identifican problemas		0
Calidad del Aire	Derivación de aguas residuales crudas a cauce natural en eventuales y excepcionales actividades de mantenimiento o mal funcionamiento de EBAR	Generación de malos olores	2
	Obstrucciones de la red colectora por mal uso del sistema, de parte de la población	Generación de malos olores	3
	Mal funcionamiento de componentes de la PTAR	Emisión de gases, y generación de malos olores	3
Hidrología Superficial	Mal funcionamiento de componentes de la PTAR	Alteración de parámetros del vertido de la PTAR en el cauce del río Obraje	2

Proyecto: “ Estudio y Diseño Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Nagarote, Departamento de León”

Factor Ambiental	Causa	Efecto	Valoración amb. de la Calidad del Factor
	Obstrucciones de la red de alcantarillado por mal uso del sistema de parte la población	Contaminación con aguas residuales crudas, el cauce de río Obraje	3
Suelos	Rotura de carpeta de rodamiento y zanjeo en calles urbanas, producto de trabajos de reparación	Alteración de la composición del suelo sobre red vial urbana	3
		Modificación del drenaje natural	3
		Inestabilidad de suelo	3
		Compactación de suelo	3
	Obstrucciones de la red colectora por mal uso del sistema de parte de la población	Contaminación con aguas residuales crudas, el cauce de río Obraje, en calles urbanas	3
Paisaje	Trabajos de mantenimiento o reparación de la Red de Alcantarillado	Pérdida temporal de valor escénico (aparición de desorden, destrucción de calles, suciedad)	3
Vegetación	No se identifican problemas		0
Fauna	No se identifican problemas		0
Relación ecológica	No se identifican problemas		0
Análisis del Asentamiento	Inadecuado uso del sistema de saneamiento por parte de la población	Ingreso al sistema de materiales inadecuados en él. Ocasionando obstrucciones	3
	Manejo inadecuado de residuos sólidos	Contaminación ambiental	3
Transporte	No se identifican problemas		0
Acueductos y Alcantarillado	Interrupción temporal por mantenimiento o reparación de servicio de alcantarillado sanitario	Calles con aguas grises no tratadas	3
Residuos sólidos	No se identifican problemas		0
Habitad	No se identifican problemas		0
Salud	No se identifican problemas		0
VALOR MEDIO DE IMPORTANCIA			3

Tabla 21: MATRIZ DE VALORACIÓN DE PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN ETAPA DE FUNCIONAMIENTO, SITIO RED COLECTORA +EBAR, SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, NAGAROTE

Proyecto: “ Estudio y Diseño Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Nagarote, Departamento de León”

Causa	Efecto	Criterios de Valoración					Valoración amb. de la Calidad del Factor
		Intensidad	Superficie	Recuperación	Duración	Población afectada	
No se identifican problemas							0.00
Derivación de aguas residuales crudas a cauce natural por mantenimiento o mal funcionamiento de EBAR	Generación de malos olores	2	3	2	2	3	2.40
Obstrucciones de la red colectora por mal uso del sistema, de parte de la población	Generación de malos olores	2	3	3	3	3	2.80
Mal funcionamiento de componentes de la PTAR	Emisión de gases, y generación de malos olores	2	3	2	3	3	2.60
Mal funcionamiento de componentes de la PTAR	Alteración de parámetros del vertido de la PTAR en el cauce del río Obraje	2	3	2	2	3	2.40
Obstrucciones de la red colectora por mal uso del sistema de parte la población	Contaminación con aguas residuales crudas, el cauce de río Obraje	3	3	3	3	3	3.00
Ruptura de carpeta de rodamiento y zanjeo en calles urbanas, producto de trabajos de reparación	Alteración de la composición del suelo sobre red vial urbana	3	3	3	3	3	3.00
	modificación del drenaje natural	3	3	3	3	3	3.00
	Inestabilidad de suelo	3	3	3	3	3	3.00
	Compactación de suelo	3	3	3	3	3	3.00
Obstrucciones de la red colectora por mal uso del sistema de parte de la población	Contaminación con aguas residuales crudas, el cauce de río Obraje y en calles urbanas	3	3	3	3	3	3.00
Trabajos de mantenimiento o reparación de la Red Colectora	Pérdida temporal de valor escénico (aparición de desorden, destrucción de calles, suciedad)	3	3	3	3	3	3.00
No se identifican problemas							0.00
No se identifican problemas							0.00
No se identifican problemas							0.00

Proyecto: “ Estudio y Diseño Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Nagarote, Departamento de León”

Causa	Efecto	Criterios de Valoración					Valoración amb. de la Calidad del
Inadecuado uso del sistema de saneamiento por parte de la población	Ingreso al sistema de materiales inadecuados en él, ocasionando obstrucciones	2	3	3	3	3	2.80
Manejo inadecuado de residuos sólidos	Contaminación ambiental	3	3	3	3	3	3.00
No se identifican problemas							0.00
Interrupción temporal por mantenimiento o reparación de servicio de alcantarillado sanitario	Calles con aguas grises no tratadas	2	3	3	3	3	2.80
No se identifican problemas							0.00
No se identifican problemas							0.00
No se identifican problemas							0.00
Valor Medio							32.84

Tabla 22: MATRIZ IDENTIFICACION PROBLEMÁTICA AMBIENTAL CONSTRUCCIÓN PTAR SONRISA DE DIOS
Proyecto: “ Estudio y Diseño Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Nagarote, Departamento de León”

Factor Ambiental	Causa	Efecto	Valoración amb. de la Calidad del Factor
Clima	No se identifican		0
Calidad del Aire	Movimiento de Tierra,	Emisión de partículas sólidas suspendidas al aire (polvo)	2
	Zanjeo parte de Red colectora dentro de la PTAR	Emisión de partículas sólidas suspendidas al aire (polvo)	3
Hidrología Superficial	Corte y Movimiento de Tierra	Presencia de material sedimentario al cauce del río Obraje	2
Suelos	Remoción de vegetación y limpieza del área	Erosión eólica e hídrica en el área	2
	Corte y Movimiento de Tierra sitio se obras de lagunas de maduración y UASB	Alteración de composición del suelo natural,	1
		Modificación de drenaje natural	2
	Relleno con material de préstamo en sitio actuales lagunas de PTAR El Patriarca y actual PTAR Sta. Elena	Modificación de drenaje natural	1
	Desarrollo de obras en la PTAR	Compactación de suelo	2
		Generación de residuos sólidos	2
Revestimiento cauce Sonrisa de Dios	Generación de residuos sólidos	3	
Paisaje	Corte, movimiento de Tierra y construcción de obras	Desarmonía con entorno natural	2
	Movimiento de Tierra	Eliminación de cobertura vegetal	2
	Establecimiento de Cerca Perimetral nueva PTAR y Actual PTAR Sta. Elena	limitación de cuenca visuales	2
Fauna	Movimiento de Tierra, zanjeo y construcción de obras	Efecto barrera temporal para pequeños mamíferos y reptiles	2
Relación ecológica	Relleno de actuales lagunas de PTAR El Patriarca y Sta. Elena	Eliminación de hábitad de alta población de tortugas de río y garrobos	1
	Corte, movimiento de Tierra y construcción de obras	Efecto barrera para fauna invasora en las actuales PTAR El Patriarca y Sta. Elena	2

Proyecto: “ Estudio y Diseño Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Nagarote, Departamento de León”

Factor Ambiental	Causa	Efecto	Valoración amb. de la Calidad del Factor
Análisis del Asentamiento	No se identifica		0
Transporte	Traslado de equipo, maquinaria y material de préstamo	Accidentes de tránsito y con peatones	2
Acueductos y Alcantarillado	Inadecuado cierre de servicio de PTAR Sta. Elena y El Patriarca	Inutilización de red colectora y vertido de aguas residuales curdas a calles urbanas	2
Residuos sólidos	Mal manejo de residuos sólidos	Contaminación con residuos de embalaje, botellas plásticas y bolsas plásticas en el sitio	2
Habitad	no aplica		0
Salud	no se identifican		0
VALOR MEDIO DE IMPORTANCIA			2

Tabla 20: MATRIZ VALORACIÓN PROBLEMAS IDENTIFICADOS, ETAPA DE CONSTRUCCIÓN, PTAR SONRISA DE DIOS
Proyecto: " Estudio y Diseño Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Nagarote, Departamento de León"

Causa	Efecto	Criterios de Valoración					Valoración amb. de la Calidad del Factor
		Intensidad	Superficie	Recuperación	Duración	Población afectada	
No se identifican							0
Movimiento de Tierra, área obras nueva PTAR	Emisión de partículas sólidas suspendidas al aire (polvo)	1	2	2	2	3	2
Zanjeo parte de Red colectora dentro de la PTAR	Emisión de partículas sólidas suspendidas al aire(polvo)	3	3	3	3	3	3
Corte y Movimiento de Tierra	Presencia de material sedimentario al cauce del río Obraje	2	3	2	2	3	2
Remoción de vegetación y limpieza del área	Erosión eólica e hídrica en el área	1	2	2	2	3	2
Corte y Movimiento de Tierra sitio se obras de lagunas de maduración y UASB	Alteración de composición del suelo natural,	1	1	1	1	3	1
	Modificación de drenaje natural	2	3	2	2	3	2
Relleno con material de préstamo en sitio actuales lagunas de PTAR El Patriarca y actual PTAR Sta. Elena	Modificación de drenaje natural	1	1	1	1	3	1
desarrollo de obras albañileriles obras de PTAR	Compactación de suelo	2	1	2	2	3	2
	Generación de residuos sólidos	2	1	2	3	3	2
revestimiento cauce Sonrisa de Dios	Generación de residuos sólidos	3	2	2	3	3	3
Corte, movimiento de Tierra y construcción de obras albañileriles	Desarmonía con entorno natural	2	2	3	2	3	2
Movimiento de Tierra	Eliminación de cobertura vegetal	2	2	3	2	3	2
Establecimiento de Cerca Perimetral nueva PTAR y Actual PTAR Sta. Elena	Limitación de cuenca visuales	2	2	1	1	3	2

Proyecto: “ Estudio y Diseño Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Nagarote, Departamento de León”

Causa	Efecto	Criterios de Valoración					Valoración amb. de la Calidad del Factor
		1	2	3	4	5	
Movimiento de Tierra y construcción de obras albañileriles y zanjeo	Efecto barrera temporal para pequeños mamíferos, reptiles y anfibios	1	1	2	2	3	2
Relleno de actuales lagunas de PTAR El Patriarca y Sta. Elena	Eliminación de habitad de alta población de tortugas de río y garrobos	1	1	1	1	3	1
Corte, movimiento de Tierra y construcción de obras albañileriles	Efecto barrera para fauna invasora en las actuales PTAR El Patriarca y Sta. Elena	2	2	2	2	3	2
No se identifica							0
Traslado de equipo, maquinaria y material de préstamo	Accidentes de tránsito y con peatones	2	3	2	2	2	2
Inadecuado cierre de servicio de PTAR Sta. Elena y El Patriarca	Inutilización de red colectora y vertido de aguas residuales curdas a las calles urbanas	1	2	2	2	2	2
Mal manejo de residuos sólidos	Contaminación con residuos de embalaje, botellas plásticas y bolsas plásticas en el sitio	2	2	2	2	3	2
no aplica							0
no se identifican							0
Valor Medio							2.08

Tabla 21: MATRIZ IDENTIFICACION DE PROBLEMÁTICA AMBIENTAL ETAPA DE FUNCIONAMIENTO PTAR SONRISA DE DIOS
Proyecto: “ Estudio y Diseño Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Nagarote, Departamento de León”

Factor Ambiental	Causa	Efecto	Valoración amb. de la Calidad del Factor
Clima	No se identifican		0
Calidad del Aire	Mal funcionamiento de componentes de la nueva PTAR	Emisión de gases como Metano que producen malos olores	3
Hidrología Superficial	Vertido de aguas residuales tratadas	Incremento de caudal en el cauce del rio Obraje que pueda influir en momentos de avenidas en periodo de precipitaciones intensas	3
Suelos	Actividad sísmica en la zona	Conformación de grietas en estructuras de la PTAR, dándose fugas de aguas residuales totalmente no tratadas contaminando el suelo del sitio.	2
	Entrada de materiales no adecuados a la PTAR por inadecuado uso de la red colectora	Contaminación del área de la PTAR Sonrisa de Dios, con plástico, tela, metal etc. proveniente de la red de alcantarillado	2
	Retención de lodos y arenas por el sistema	Contaminación del área con lodos y arenas.	3
Paisaje	No se identifican		0
Fauna	Presencia de lagunas de maduración con aguas residuales	Condiciones de habitat que promueva la invasión del área por tortugas de rio y garrobos.	3
Relación ecológica	Presencia de lagunas maduración con aguas residuales	Alteración ecológica con posible proliferación de población de tortugas de río y garrobos	2
Análisis del Asentamiento	No se identifican		0
Transporte	No se identifican		0
Acueductos y Alcantarillado	Eventual mal funcionamiento del sistema de tratamiento	Deterioro de calidad de vida de la población	3
Residuos sólidos	Mal uso de la población del sistema de colectora de aguas residuales	Presencia de residuo solidos inadecuados para el sistema (tela, plástico, vidrio, metal etc.)	3

Proyecto: “ Estudio y Diseño Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Nagarote, Departamento de León”

Factor Ambiental	Causa	Efecto	Valoración amb. de la Calidad del Factor
Habitad	No se identifican		0
Salud	Eventual mal funcionamiento del sistema de tratamiento	Probabilidad de incremento de enfermedades relacionadas al mal manejo de aguas residuales, en la población.	3
VALOR MEDIO DE IMPORTANCIA			3

Tabla 22: MATRIZ DE VALORACIÓN DE PROBLEMAS IDENTIFICADOS, ETAPA DE FUNCIONAMIENTO, PTAR SONRISA DE DIOS
Proyecto: “ Estudio y Diseño Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Nagarote, Departamento de León”

Causa	Efecto	Criterios de Valoración					Valoración amb. de la Calidad del Factor
		Intensidad	Superficie	Recuperación	Duración	Población afectada	
No se identifican							0
Mal funcionamiento de componentes de la nueva PTAR	Emisión de gases como Metano que producen malos olores	2	3	3	2	3	3
Vertido de aguas residuales tratadas	Incremento de caudal en el cauce del rio Obraje que pueda influir en momentos de avenidas en periodo de precipitaciones intensas	2	3	3	3	3	3
Actividad sísmica en la zona	Conformación de grietas en estructuras de la PTAR, dándose fugas de aguas residuales totalmente no tratadas contaminando el suelo del sitio.	2	1	2	2	3	2
Entrada de materiales no adecuados a la PTAR por inadecuado uso de la red colectora	Contaminación del área de la PTAR Sonrisa de Dios, con plástico, tela, metal etc. proveniente de la red colectora	2	2	2	2	3	2
Retención de lodos y arenas por el sistema	Contaminación del área con lodos y arenas.	3	3	3	3	3	3
No se identifican							0
Presencia de lagunas de maduración con aguas residuales	Condiciones de habitat que promueva la invasión del área por tortugas de río y garrobos.	2	3	3	3	3	3
Presencia de lagunas maduración con aguas residuales	Alteración ecológica con posible proliferación de población de tortugas de río y garrobos	2	3	2	2	3	2
No se identifican							0
No se identifican							0
Eventual mal funcionamiento del sistema de tratamiento	Deterioro de calidad de vida de la población	2	3	3	3	3	3

Proyecto: “ Estudio y Diseño Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Nagarote, Departamento de León”

Causa	Efecto	Criterios de Valoración					Valoración amb. de la Calidad del Factor
		2	3	3	3	3	
Mal uso de la población del sistema de colectora de aguas residuales	Presencia de residuos sólidos inadecuados para el sistema (tela, plástico, vidrio, metal etc.)	2	3	3	3	3	3
no se identifican							0
Eventual mal funcionamiento del sistema de tratamiento	Probabilidad de incremento de enfermedades relacionadas al mal manejo de aguas residuales, en la población.	2	2	3	3	3	3
Valor Medio							2.60

5.3 Histograma de emplazamiento

Habiendo contado con datos e información suficiente y haber valorado la condición actual del medio en los sitios de obras del Proyecto, se confirma con la aplicación del Histograma o Matriz de Emplazamiento según sus resultados que los sitios de obras del proyecto red de alcantarillado y PTAR, obteniendo valores totales de 2.39 y 2.38 respectivamente, ubicados en el rango de valor entre los 2.1 y 2.5, que: ***“el sitio en que se pretende desarrollar el Proyecto, es poco peligroso, con muy bajo componente de riesgo a desastres y/o bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas. Esta alternativa de sitio es elegible.*”**

A continuación, se presentan los respectivos histogramas de emplazamiento de sitio de las obras del proyecto.

Sitio Red de Alcantarillado, basado en los resultados de la observación, y aplicación del histograma de emplazamiento de sitio, este da una valoración general de **2.49** (próximo a su límite superior), lo cual significa que el sitio propuesto para establecer la Red de Alcantarillado Sanitario, es poco peligroso, con muy bajo componente de riesgo a desastres y/o bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas.

Sitio PTAR, predio # ENACAL, basado en los resultados de la observación, y aplicación del histograma de emplazamiento de sitio, este da una valoración general de **2.29**, lo cual significa que el sitio propuesto para establecer la nueva PTAR Sonrisa de Dios, es poco peligroso, con muy bajo componente de riesgo a desastres y/o bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas.

De igual forma el sitio de expansión para la PTAR, basado en los resultados de la observación, y aplicación del histograma de emplazamiento de sitio, este da una valoración general de **2.32**, lo cual significa que el sitio propuesto para establecer la nueva PTAR Sonrisa de Dios, es poco peligroso, con muy bajo componente de riesgo a desastres y/o bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas.

Por su parte el análisis y proyección del volumen del vertido de las alternativas técnicas presentadas por el especialista sanitario será de **4,505.76 m³ a un período de 10 años y 6,239.81 m³ al horizonte de 20 años**, como vida útil del proyecto

Basado en lo establecido en el decreto 20-2017 Sistema de Evaluación Ambiental de Permisos y Autorizaciones Para el Uso Sostenible de los Recursos Naturales, el presente proyecto se ubica dentro de la Categoría ambiental II, definido en su artículo # 15 que “Incluyen a los proyectos que pueden causar altos Impactos Ambientales potenciales y están sujetos a la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental”, especificado en su inciso # 34 “Sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas que generen un caudal superior a los **750 m³/día.**”

Por consiguiente, el proyecto debe ser sometido a Estudio de Impacto Ambiental, bajo los Terrinos de Referencia que la institución rectora MARENA, establezca.

Tabla 23: Histograma de Emplazamiento Red de Alcantarillado

NOMBRE DEL PROYECTO: "Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de La Nagarote"

TIPO DE PROYECTO: Agua y Saneamiento

ALCANCE DEL PROYECTO: Red de Alcantarillado

COMPONENTE A CONSIDERAR: Red de Alcantarillado

UBICACIÓN DEL PROYECTO: Área Urbana, Ciudad de Nagarote

VARIABLES	PARA USO DEL FORMULADOR							PARA USO DEL EVALUADOR						
	N.A.	E	P	E	P	E	P	N.A.	E	P	E	P	E	P
	0	1	3	2	2	3	1	0	1	3	2	2	3	1
ORIENTACION						X								
REGIMEN DE VIENTO						X								
PRECIPITACION						X								
RUIDOS						X								
CALIDAD DEL AIRE						X								
SISMICIDAD				X										
EROSION				X										
USOS DE SUELO				X										
FORMACION GEOLOGICA				X										
DESLIZAMIENTOS						X								
VULCANISMO				X										
RANGOS DE PENDIENTES						X								
CALIDAD DEL SUELO						X								
SUELOS AGRICOLAS	X													
HIDROLOGIA SUPERFICIAL				X										
HIDROGEOLOGIA				X										
MAR Y LAGOS	X													
AREAS PROTEGIDAS O ALTA SENSIBILIDAD	X													
CALADO Y FONDO	X													
ESPECIES NATIVAS	X													
SEDIMENTACION						X								
RADIO DE COBERTURA						X								
ACCESIBILIDAD						X								
CONSIDERACIONES URBANISTICAS						X								
ACCESO A LOS SERVICIOS						X								
DESECHOS SÓLIDOS				X										
LINEAS ALTA TENSION						X								
PELIGRO DE INCENDIOS	X													
INCOMPATIBILIDAD DE INFRAESTRUTURAS						X								
FUENTES DE CONTAMINACION				X										
CONFLICTOS TERRITORIALES						X								
MARCO LEGAL						X								
SEGURIDAD CIUDADANA						X								
PARTICIPACION CIUDADANA						X								
PLAN INVERSION MUNICIPAL Y SOSTENIBILID.				X										
FRECUENCIAS (F)	SUMA	1		9		19		SUMA						
ESCALA X PESO X FRECUENCIA (ExPxP)	96	3		36		57								
PESO x FRECUENCIA (PxP)	40	3		18		19								
VALOR TOTAL (ExPxP / PxP)	2.49													
RANGOS	1 – 1.5	1.6 – 2.0		2.1 – 2.5		> 2.5		1 – 1.5	1.6 – 2.0		2.1 – 2.5		> 2.5	
OBSERVACIONES:														

<p>Partiendo que el análisis del sitio, obtiene un valor de 2.40, significa que el sitio propuesto para establecer la red de alcantarillado, es poco peligroso, con muy bajo componente de riesgo a desastres y/o bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas. Esta alternativa de sitio elegible siempre y cuando no se obtenga calificaciones de 1 en algunos de los siguientes aspectos: Sismicidad, Deslizamientos, Vulcanismo, Mar y lagos, Fuentes de contaminación, Marco legal.</p>	
<p>DOY FE EN CALIDAD DE FORMULADOR DEL PROYECTO QUE LA EVALUACIÓN ANTERIORMENTE DESCRITA COINCIDE CON LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SITIO</p>	<p>DOY FE EN CALIDAD DE EVALUADOR QUE LA EVALUACIÓN ANTERIORMENTE DESCRITA COINCIDE CON LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SITIO</p>
<p>NOMBRES Y APELLIDOS: Rogelio Antonio Selva González</p>	<p>NOMBRES Y APELLIDOS:</p>
<p>FIRMA:</p>	<p>FIRMA:</p>
<p>FECHA:</p>	<p>FECHA:</p>

Tabla 24: Histograma de Emplazamiento para PTAR Sonrisa de Dios, predio ENACAL

NOMBRE DEL PROYECTO: "Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario de las Ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"

TIPO DE PROYECTO: Agua y Saneamiento

ALCANCE DEL PROYECTO: predio PTAR, ENACAL

COMPONENTE A CONSIDERAR: Predio PTAR, ENACAL

UBICACIÓN DEL PROYECTO: Comunidad Los Mendoza, Ciudad de Nagarote

VARIABLES	PARA USO DEL FORMULADOR								PARA USO DEL EVALUADOR							
	N.A.	E	P	E	P	E	P	N.A.	E	P	E	P	E	P		
	0	1	3	2	2	3	1	0	1	3	2	2	3	1		
ORIENTACION						X										
REGIMEN DE VIENTO						X										
PRECIPITACION						X										
RUIDOS						X										
CALIDAD DEL AIRE						X										
SISMICIDAD				X												
EROSION				X												
USOS DE SUELO				X												
FORMACION GEOLOGICA				X												
DESLIZAMIENTOS						X										
VULCANISMO				X												
RANGOS DE PENDIENTES						X										
CALIDAD DEL SUELO						X										
SUELOS AGRICOLAS				X												
HIDROLOGIA SUPERFICIAL						X										
HIDROGEOLOGIA				X												
MAR Y LAGOS	X															
AREAS PROTEGIDAS O ALTA SENSIBILIDAD	X															
CALADO Y FONDO	X															
ESPECIES NATIVAS	X															
SEDIMENTACION				X												
RADIO DE COBERTURA						X										
ACCESIBILIDAD						X										
CONSIDERACIONES URBANISTICAS				X												
ACCESO A LOS SERVICIOS		X														
DESECHOS SÓLIDOS				X												
LINEAS ALTA TENSION				X												
PELIGRO DE INCENDIOS	X															
INCOMPATIBILIDAD DE INFRAESTRUTURAS						X										
FUENTES DE CONTAMINACION				X												
CONFLICTOS TERRITORIALES						X										
MARCO LEGAL						X										

SEGURIDAD CIUDADANA				X					
PARTICIPACION CIUDADANA				X					
PLAN INVERSION MUNICIPAL Y SOSTENIBILID.			X						
FRECUENCIAS (F)	SUMA	1	13	16	SUMA				
ESCALA X PESO X FRECUENCIA (ExPxF)	103	3	52	48					
PESO x FRECUENCIA (PxF)	45	3	26	16					
VALOR TOTAL (ExPxF / PxF)	2.29								
RANGOS	1 – 1.5	1.6 – 2.0	2.1 – 2.5	> 2.5	1 – 1.5	1.6 – 2.0	2.1 – 2.5	> 2.5	
OBSERVACIONES:									
Partiendo que el análisis del sitio, obtiene un valor de 2.29 , significa que el sitio alternativa #2 propuesto para establecer la PTAR, es poco peligroso, con muy bajo componente de riesgo a desastres y/o bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas. Esta alternativa de sitio elegible siempre y cuando no se obtenga calificaciones de 1 en algunos de los siguientes aspectos: Sismicidad, Deslizamientos, Vulcanismo, Mar y lagos, Fuentes de contaminación, Marco legal									
DOY FE EN CALIDAD DE FORMULADOR DEL PROYECTO QUE LA EVALUACIÓN ANTERIORMENTE DESCRITA COINCIDE CON LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SITIO					DOY FE EN CALIDAD DE EVALUADOR QUE LA EVALUACIÓN ANTERIORMENTE DESCRITA COINCIDE CON LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SITIO				
NOMBRES Y APELLIDOS: Rogelio Antonio Selva González					NOMBRES Y APELLIDOS:				
FIRMA:					FIRMA:				
FECHA:					FECHA:				

Tabla 25: Histograma de Emplazamiento Sitio para PTAR Sonrisa de Dios, predio Felipe Reyes

NOMBRE DEL PROYECTO: "Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario de las Ciudad de Nagarote"

TIPO DE PROYECTO: Agua y Saneamiento

ALCANCE DEL PROYECTO: predio PTAR Felipe Reyes

COMPONENTE A CONSIDERAR: Predio PTAR, sr. Felipe Reyes

UBICACIÓN DEL PROYECTO: Comunidad Los Pochotes, Ciudad de Nagarote

VARIABLES	PARA USO DEL FORMULADOR								PARA USO DEL EVALUADOR							
	N.A.	E	P	E	P	E	P	N.A.	E	P	E	P	E	P		
	0	1	3	2	2	3	1	0	1	3	2	2	3	1		
ORIENTACION						X										
REGIMEN DE VIENTO						X										
PRECIPITACION						X										
RUIDOS						X										
CALIDAD DEL AIRE						X										
SISMICIDAD		X														
EROSION				X												
USOS DE SUELO				X												
FORMACION GEOLOGICA				X												
DESLIZAMIENTOS						X										
VULCANISMO				X												
RANGOS DE PENDIENTES						X										
CALIDAD DEL SUELO						X										
SUELOS AGRICOLAS				X												
HIDROLOGIA SUPERFICIAL				X												
HIDROGEOLOGIA				X												
MAR Y LAGOS	X															
AREAS PROTEGIDAS O ALTA SENSIBILIDAD	X															
CALADO Y FONDO	X															
ESPECIES NATIVAS	X															
SEDIMENTACION						X										
RADIO DE COBERTURA						X										
ACCESIBILIDAD						X										
CONSIDERACIONES URBANISTICAS				X												
ACCESO A LOS SERVICIOS				X												
DESECHOS SÓLIDOS						X										
LINEAS ALTA TENSION				X												
PELIGRO DE INCENDIOS	X															
INCOMPATIBILIDAD DE INFRAESTRUTURAS						X										
FUENTES DE CONTAMINACION				X												
CONFLICTOS TERRITORIALES						X										
MARCO LEGAL						X										
SEGURIDAD CIUDADANA						X										
PARTICIPACION CIUDADANA						X										
PLAN INVERSION MUNICIPAL Y SOSTENIBILID.				X												
FRECUENCIAS (F)	SUMA	1		12		17		SUMA								
ESCALA X PESO X FRECUENCIA (ExPxF)	102	3		48		51										
PESO x FRECUENCIA (PxF)	44	3		24		17										
VALOR TOTAL (ExPxF / PxF)	2.32															
RANGOS	1 - 1.5	1.6 - 2.0		2.1 - 2.5		> 2.5		1 - 1.5	1.6 - 2.0	2.1 - 2.5			> 2.5			
OBSERVACIONES:																

<p>Partiendo que el análisis del sitio, obtiene un valor de 2.22, significa que el sitio propuesto para establecer la nueva PTAR, es poco peligroso, con muy bajo componente de riesgo a desastres y/o bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas. Esta alternativa de sitio elegible siempre y cuando no se obtenga calificaciones de 1 en algunos de los siguientes aspectos: Sismicidad, Deslizamientos, Vulcanismo, Mar y lagos, Fuentes de contaminación, Marco legal.</p>	
<p>DOY FE EN CALIDAD DE FORMULADOR DEL PROYECTO QUE LA EVALUACIÓN ANTERIORMENTE DESCRITA COINCIDE CON LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SITIO</p>	<p>DOY FE EN CALIDAD DE EVALUADOR QUE LA EVALUACIÓN ANTERIORMENTE DESCRITA COINCIDE CON LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SITIO</p>
<p>NOMBRES Y APELLIDOS: Rogelio Antonio Selva González</p>	<p>NOMBRES Y APELLIDOS:</p>
<p>FIRMA:</p>	<p>FIRMA:</p>
<p>FECHA:</p>	<p>FECHA:</p>

6. PRONOSTICO DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL AL IMPLEMENTAR EL PROYECTO

6.1 Etapa de Construcción

La etapa de construcción del nuevo de alcantarillado sanitario de la ciudad de Nagarote, por las actividades que se desarrollan es la etapa se presenta mayor cantidad de afectaciones sobre los diferentes factores ambientales, en el caso específico del proyecto bajo estudio, los factores ambientales suelo y aire, las cuales se describen a continuación.

6.1.1 Medio biótico

Dado que el área de influencia directa del proyecto es un área totalmente intervenida (humanizada) la condición de la biodiversidad es débil, tanto para la fauna como para la flora silvestre.

Sobre el área urbana las actividades de zanjeo, así como de obras civiles, instalación de tubería, los pozos de visita, se construirán sobre calles y/o derechos de vías, así como en áreas desprovistas de vegetación, las probabilidades de la afectación de este factor ambiental son pocas, identificándose la necesidad de remover 6 árboles de pequeño porte de Laurel ubicados en el derecho de vía cercano a la línea colectora en la entrada donde se ubica la actual PTAR Santa Elena. Una afectación generalizada será la emisión de partículas sólidas al aire, tanto sobre las calles urbanas como en el área de la nueva PTAR Sonrisa de Dios.

Por su parte en el área donde construirá la nueva PTAR Sonrisa de Dios, además de la remoción de la cobertura vegetal, compuesta principalmente de arbustos y maleza, se deberá eliminar 10 individuos arbóreos de pequeño porte, ubicados sobre el área en que se pretenden establecer las lagunas de maduración.

Sobre la fauna silvestre, puede generarse un efecto de barrera, así como desplazamiento puntal y temporal, de algunas especies de reptiles, lagartijas, iguanas o serpientes.

Partiendo de las características y el propósito de las obras a desarrollar con el proyecto, así como del análisis de la interacción de las mismas con y sobre las condiciones en que se encuentra actualmente el medio en el área de influencia del mismo, se deduce que los impactos ambientales ocasionados poseen una intensidad alta, algunos permanentes como la modificación del relieve natural, y la eliminación de hábitat de fauna invasora al clausurar y rellenar las obras de las actuales PTAR El Patriarca y Santa Elena, los cuales requerirán de atención con medidas que los mitiguen.

6.1.2 Medio abiótico

En la etapa de construcción el factor ambiental abiótico más afectado por las obras del proyecto, será el suelo, por las actividades de zanjeo, corte, movimiento de tierra, compactación y modificaciones del relieve que inevitablemente tendrán que desarrollarse para el establecimiento de las diferentes obras del sistema.

Los trabajos de zanjeo, movimiento de tierra, así como el traslado de materiales en período de verano, significaría incremento de emisión de partículas sólidas suspendidas en el aire, así mismo el tránsito regular de maquinaria pesada, así como materiales de préstamo, además del uso de equipos, lo que podría generar incremento en las intensidades y duración de ruidos y vibraciones molestas.

Sobre las calles urbanas, las actividades de zanjeo (rotura de calles) afectaran el libre tránsito, tanto de personas como para vehículos, incrementando la probabilidad de accidentes tanto de peatones como vehiculares.

La rotura de calles, el levantamiento de la carpeta de rodamiento que éstas poseen, afectará considerablemente el elemento estético de la ciudad, generando además cierta cantidad de residuos sólidos los cuales deberán ser dispuestos en sitios debidamente autorizados.

Sobre el sitio en que se pretende establecer las obras de la PTAR Sonrisa de Dios, el relieve será drásticamente modificado por la conformación de terraplenes, así como algunas áreas aledañas inundables que deberán ser rellenadas. En esta actividad la afectación al aire con polvo puede ser significativa.

El desarrollo de actividades albañileriles generará residuos sólidos producto de materiales de embalaje de productos como bolsas de papel, plástico, botellas plásticas, principalmente en el área de la nueva PTAR, así como residuos de material de construcción y sobrantes en el área en que se establecerá la red colectora.

Por su parte el uso de maquinaria pesada incrementa el riesgo de contaminación del suelo con combustibles y lubricantes, los que deberán ser mitigados.

6.1.3 Medio Social

El medio social en la etapa construcción se verá afectada principalmente sobre el área urbana en que se establecerá la red de alcantarillado, el sitio de la nueva PTAR, tiene menos incidencia sobre este factor dado que es un área no poblada, a distancia prudencial de viviendas.

El desarrollo de las acciones, alterará el comportamiento habitual de la población, al restringir su movilización tanto a pie como en vehículo al momento del zanjeo e instalación de la red de alcantarillado, el traslado de maquinaria pesada, así como material de préstamo o sobrante.

La emisión de polvo incrementará la posibilidad de afectaciones respiratorias en la población, así como mayores esfuerzos por parte de los ciudadanos por mantener limpios sus hogares, por lo cual será importante mantener riegos constantes sobre las áreas en que se trabajará con la finalidad de aplacar el polvo y disminuir esos riesgos.

El uso de maquinaria pesada por su parte incrementando la intensidad y duración de ruidos será un factor de incomodidad para la población cercana de las áreas en que se esté trabajando.

Es válido mencionar que durante esta etapa a nivel social es predecible un incremento en el nivel de dinamización de la actividad económica local, dado a la posibilidad de fuentes de empleo temporal, así como venta de servicios que se requerirán por parte de las obras y del personal que se desempeñe en ésta (venta de productos ferreteros, material de construcción, alimentación, varios, etc.).

6.2 Etapa de Funcionamiento del Proyecto

La etapa de operación y funcionamiento presupone impactos de carácter más positivos, sobre la calidad de vida de la población, reduciendo a mediano y largo plazo el nivel de contaminación a causa de fuentes difusas que posee la urbe actualmente con la presencia recurrente de aguas grises sin tratar en sus calles. El funcionamiento eficiente del sistema sanitario y alcantarillado, reducirá criaderos de vectores transmisores de enfermedades, e incrementa el valor estético de la ciudad, así como el nivel de sanidad en las viviendas de la urbe, incrementando el valor de mercado de las propiedades por el incremento de la prestación de servicios básicos eficientes y efectivos en toda el área de influencia directa del proyecto.

Disminuyendo además las fuentes difusas de contaminación para los factores suelo y agua existentes, ampliando la cobertura del sistema de alcantarillado actual, lo que brindará una sustancial mejoría en la calidad de vida los habitantes de la ciudad.

No obstante, se mantiene la posibilidad de algunos impactos negativos inevitables, aunque de carácter temporal (eventual), puntual, de baja intensidad, recuperables como en el caso de:

- Eventuales derrames de aguas residuales crudas, a causas de obstrucción de la red de alcantarillado debido a inadecuado uso del sistema por parte de la población
- Vertido de aguas residuales no tratadas sobre cauces naturales, en eventos excepcionales de mantenimiento o reparación de daños en la EBAR.

6.2.1 Medio biótico

En la etapa de funcionamiento del proyecto, por las características del área de influencia (altamente humanizada, con escasa flora y fauna), ésta, no presentará mayor modificación, respecto al área en que se pretende establecer la red de alcantarillado.

No obstante, a mediano plazo, el efecto de barrera que significó la etapa de construcción, en el área de la nueva PTAR Sonrisa de Dios, el funcionamiento de las lagunas de maduración, da paso a consolidarse como humedales, propicios para área de descanso y alimentación de aves migratorias, garzas del ganado y zancudas. Además de crearse las condiciones para el hábitat de tortugas de agua y garrobo, que, con las respectivas medidas ambientales para prevenir sobrepoblación de éstos, minimizaran el riesgo para las nuevas estructuras físicas, lográndose articular con el medio, entorno la PTAR y el ecosistema que conforma el cauce del río Obraje.

Lo anteriormente descrito, estará acompañado de un proceso de regeneración natural de las área circundantes a las obras, permitiendo el desarrollo de vegetación autóctona, formando áreas de protección para procesos erosivos, así como rehabilitación de hábitat de aves, pequeños mamíferos y reptiles.

6.2.2 Medio abiótico

En la etapa de funcionamiento del proyecto, partiendo del análisis de agua del río Obraje, la proyección de los posible vertidos tratados y contenidos contaminantes, que pueda generar aun la PTAR, por el volumen de agua y la calidad de ésta, la integración de aguas tratadas tendrá un suficiente grado de dilución en un corto recorrido aguas abajo (no mayor de 200 m) la carga contaminante (dentro del margen de los valores aceptables) será poco representativa.

La implementación del proyecto, entrando en funcionamiento la nueva PTAR Sonrisa de Dios, su sistema de saneamiento propuestos (UASB + lagunas de maduración), con la ampliación y mejoramiento de la red de alcantarillado, garantizará además de incrementar el caudal del río Obraje con aguas tratadas eficiente y eficazmente, cumpliendo con los valores establecidos en el decreto ejecutivo 21-2017 ("Reglamento en el que se establece las disposiciones para el vertido de aguas residuales") logrará a mediano plazo por medio de dilución bajar la carga contaminante de las aguas de dicho río, en comparación con las condiciones actuales, producto de la contaminación del vertido de aguas grises tratadas en la PTAR El Patriarca, las que están siendo alteradas por el ingreso de aguas crudas, a causa del deterioro de la obra de entrada de dicha PTAR.

La Tabla 29, nos evidencia como podría ser el mejoramiento, comparando los valores de resultados de análisis de laboratorio realizado al vertido de la PTAR El Patriarca, y la eficiencia de remoción de carga contaminante de la nueva PTAR Sonrisa de Dios, propuesta en la opción # 2 UASB + Laguna de Maduración.

Tabla 26: Comparación Parámetros Físico – Químico actual y eficiencia nueva PTAR

Parámetro	Resultado muestreo actual Efluente PTAR El Patriarca	Eficiencia nueva PTAR Sonrisa de Dios opción #2 UASB+LM	Cap. IV Arto. 24 y 26. Decreto 21-2017
pH	7.6	7.73	6-9
Temperatura	27	--	--
SST (mg/l)	157	62.90	80
Grasas y Aceites (mg/l)	24.4	14.30	15
Sólidos Sedimentables (ml/l)	15	0.0	1
DBO5 (mg/l)	283.2	10.70	110
DQO (mg/l)	450	123.10	220
Nitrógeno Total (mg/l)	87.1	5.80	30
Fósforo Total (mg/l)	23.48	4	15
Coliformes Fecales (NMP)	1.00E+06	2.74E+02	1.00E+05

Fuente: Elaboración Especialista Ambiental, basado a resultados de laboratorio y análisis se especialista Sanitario Ing. Ricardo Alvarado sobre eficiencia de sistema propuesto, y Arto. 24 y 25, Decreto 21-2017, Reglamento en el que se Establecen las Disposiciones Para el Vertido de Aguas Residuales

6.2.3 Medio Social

Durante la etapa de operación y funcionamiento del proyecto, es cuando los efectos positivos se redimensionan en cuanto al medio social, dado al mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores. Con la red de alcantarillado sanitario, a corto plazo se prevé reducir drásticamente la presencia de aguas residuales grises sobre patios de viviendas y calles de la ciudad, lo cual implica reducción de enfermedades y aumento del valor estético de la ciudad, y de la propiedad.

En esta fase, los impactos negativos son de menor cantidad, caracterizándose además por ser puntuales, de corta duración y reversibles.

Dado el carácter y la larga vida útil del Proyecto, no se evalúa una etapa de cierre, la cual se daría por causa eventual y de manera temporal, no definitiva.

7. PLAN DE CONTINGENCIA

El presente Plan de Contingencia, para la implementación del proyecto de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Nagarote, se basa en el análisis de la descripción del medio, relacionado con el de riesgo, desarrollado en acápites anteriores, tiene como objetivo general preestablecer la línea de conducta y/o comportamiento a seguir antes, durante y después de presentarse alguna eventualidad dada por fenómenos naturales y/o accidentes laborales en las etapas de construcción, operación y funcionamiento del sistema de saneamiento propuesta por PROCON.

De acuerdo a los estudios realizados sobre el área de influencia directa del proyecto, en el marco de la formulación, se identifica que las amenazas por eventos naturales se dan por encontrarse dentro de una zona de alta sismicidad, incidida por caída de ceniza por actividad volcánica.

En situaciones extremas, el área de influencia directa del proyecto, se presentan afectaciones por inundaciones en eventos excepcionales, como el del huracán Mitch en 1998, teniendo como antecedente la afectación del área de ribera del río Obraje.

La amenaza de sequía a pesar de registrar un máximo nivel de riesgo, por el carácter del proyecto, ésta no es reflejada en el plan.

Ver subsiguiente Tabla # 30 Plan de Contingencia etapa de Construcción y Tabla 31: Plan de Contingencia en la Etapa de Funcionamiento.

Tabla 30: Plan de Contingencia etapa de construcción del Proyecto

Objetivo específico	Facilitar guía de procedimientos y acción ante eventos naturales desastrosos y/o accidentes durante la etapa de construcción, operación y funcionamiento del proyecto Estudio y Diseño del mejoramiento del sistema Sanitario de la ciudad de Nagarote, Departamento de León.		
Alcance	Abarcará todos los componentes Red de Alcantarillado y PTAR.		
PLAN DE ACCIÓN			
Riesgos	Antes del evento	Durante el evento	Después del evento
Huracán e Inundación	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer coordinación con autoridades municipales bajo la experiencia de ésta y del área especializada, establecer, un tiempo de precipitación constante de seguridad sobre el río Obraje, que permita con antelación detener las actividades y evacuar los posibles sitios a ser afectados por inundación. - Elaborar un listado de normas y procedimientos ante eventos de inundación, sismos y vulcanismo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reconcentrar al personal en lugar de resguardo. - Establecer la comunicación con organismos de auxilio, así como autoridades locales, para iniciar proceso de rescate de posibles víctimas. - Evacuar a un centro asistencial a aquellos operarios que pudieran haber sido lesionados por la acción de efectos colaterales de movimientos sísmicos y/o anegación de suelo, ya sea con aguas grises o de escorrentías (colapso de zanjas abiertas.) y/o proceso de inundación del río Obraje. 	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar los daños materiales provocados por el evento, para realizar aquellas acciones y obras que permitan restablecer la continuidad de las obras. - Conservar al personal en estado de alerta hasta que se determine que no existe peligro, para poder continuar con las obras.
Sismos / Vulcanismo	<ul style="list-style-type: none"> - Organizar cuadrillas de atención de eventualidades definiendo roles específicos, para evacuación, búsqueda, salvamento, comunicación etc. - Establecer relaciones de coordinación con entidades de auxilio y socorro del municipio. - Definir ruta de evacuación y sitios de resguardo seguro ante vientos huracanados, inundaciones y caída de ceniza volcánica. - Elaborar plan de atención a eventuales eventos sísmicos, sobre las obras del proyecto .y/o inundaciones para el sitio de la PTAR. - Capacitar al personal, sobre los procedimientos a seguir en caso de inundaciones, así como de un eventual movimiento sísmico significativo. 		
Accidentes laborales (por cortes, movimientos de tierra, provocados por maquinaria pesada, camiones, retroexcavadoras, compactadoras, y/o	<ul style="list-style-type: none"> - Orientar debidamente al personal para prevenir y/o enfrentar accidentes laborales orientando medidas de higiene y seguridad laboral. - Proporcionar al personal equipos de protección necesarios, así como herramientas de trabajo adecuadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Informar inmediatamente al jefe o encargados al presentarse un accidente. - Suspender inmediatamente las labores de construcción en el sitio de la obra afectada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Investigar las causas que originaron el accidente - Tomar las medidas preventivas necesarias para que ese tipo de accidente u otros

<p>colapso de zanjias abiertas etc.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisar el desempeño y adiestramiento de los trabajadores, que esté conforme a su responsabilidad y tipo de trabajo. - Instalación de señales de precaución y peligro en los sitios de las obras. - Contar con botiquín de primeros auxilios y herramientas para rescate. - Tener coordinación y comunicación con entidades de socorro (Cruz Roja, Centro de Salud) para atender eventualidades. - Garantizar extintores instalados en los vehículos y en los sitios de las obras. 	<ul style="list-style-type: none"> - Destinar, personal de vigilancia, para evitar que obreros y personas no autorizadas obstaculicen las labores de rescate. - Dar los primeros auxilios al o los afectados mientras se evalúa los daños humanos provocados por el accidente para tomar las medidas urgentes correspondientes incluyendo la caída de transeúntes en zanjias. - Poner a disposición equipos rodantes y personal de la obra para apoyar actividades de rescate y evacuación. - Traslado de los afectados que lo necesiten a un centro asistencial y/o según la gravedad de las lesiones, informar al SILAIS y/o policía para la debida atención e investigación del accidente. 	<p>similares no vuelvan a ocurrir</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaluar los daños materiales provocados por el accidente, para realizar acciones y obras que permitan restablecer la continuidad de las obras. - Conservar al personal en estado de alerta hasta determinar que no existe peligro al continuar con las obras.
<p>Derrame de combustibles y/o lubricantes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Disponer para la obra equipos en buen estado físico y mecánico, con adecuado mantenimiento. - Chequeo y control permanente del funcionamiento de los vehículos (válvulas de seguridad y alivio) - Sistema de comunicación fluido para contactar a los medios necesarios para informar o actuar al presentarse un derrame. - Tener al personal debidamente capacitado para prevenir y/o enfrentar derrame de combustibles y/o aceites, dándoles a conocer el plan de contingencia para saber las acciones a realizar al presentarse una eventualidad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aislar inmediatamente el sitio donde se produjo el derrame - Tratar de recoger el líquido derramado en recipientes adaptados para tal fin, para evitar infiltración al acuífero - Retirlo de la obra para su disposición final (venderlo para su reúso) - Retirar de la obra los equipos en mal estado que provocaron el derrame. 	<ul style="list-style-type: none"> - Investigar las causas que originaron el derrame y determinar responsabilidades. - Tomar las medidas preventivas para que este tipo de sucesos no vuelvan a ocurrir - Evaluar los daños materiales provocados por el derrame, para realizar reparaciones que permitan restablecer la continuidad de las obras. - Facilitar medidas para evitar afectaciones

			humanas
--	--	--	---------

Tabla 31: Plan de contingencia etapa de operación y mantenimiento del proyecto

Objetivo	Planificar las acciones a ejecutar en caso que se presenten eventualidades por fenómenos naturales desastrosos o accidentes durante la etapa de operación y funcionamiento del STAR (Red de alcantarillado y PTAR), en la ciudad de Nagarote.		
Alcance	Abarcará todas las actividades que implican la operación y mantenimiento del Red de Alcantarillado y PTAR		
PLAN DE ACCIÓN			
Riesgos	Antes del evento	Durante el evento	Después del evento
Descargas que por su composición química o física puedan desestabilizar el tratamiento biológico que se efectúa en el sistema.	<p>-Evitar que esas descargas ingresen al sistema, ya sea derivándolas o eliminándolas desde su origen.</p> <p>-Controlar que los vertidos de las descargas domésticas, industriales y agropecuarias a las redes de alcantarillado sanitario cumplan con el Decreto 21-2017 para este tipo de descargas.</p> <p>-Para controlar las descargas que presentan un riesgo para el STAR se debe realizar un "Inventario de Industrias conectadas al sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de , si existiesen"</p> <p>-Valorar las cargas que pueden generar los vertidos de pequeñas industrias y/o negocios que representan riesgo para el sistema de tratamiento de aguas residuales</p> <p>-Un operador debe permanecer tiempo completo en las instalaciones del sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de con el objetivo de detectar en el afluente principal de la planta, cuando llegan descargas "sospechosas" (variaciones bruscas de color y caudal).</p>	<p>Visualizar y darle seguimiento a las descargas para detectar quién o quienes las vierten</p> <p>Caracterizar afluente del sistema de tratamiento, donde se observan valores de cargas contaminantes fuera de lo común (DBO₅, DQO, sólidos, etc.), para conocer qué tipo de agua ingresa al sistema.</p> <p>Inspeccionar los pozos de visita más cercanos de los negocios y pequeñas industrias para verificar que éstos realmente no están vertiendo hidrocarburos y productos químicos que afecten el sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Nagarote.</p>	<p>-Para garantizar que los tratamientos biológicos sigan operando satisfactoriamente, se debe controlar las descargas de sustancias químicas contaminantes y/o excesos de cargas que desestabilicen el sistema (equilibrio entre bacterias y algas).</p> <p>Una vez detectadas las posibles industrias contaminantes reportarlo al MARENA e INAA para aplicar las sanciones correspondientes, establecidas en el Decreto 21-2017 y obligar a que cumplan con lo dictado en ese Decreto. De lo contrario suspenderles el servicio de Alcantarillado Sanitario</p>
Sobrecarga biológica contaminante que ingrese al sistema	Informar a los usuarios de la RAS de la prohibición de verter efluentes de industrias, estaciones de servicio, etc. O sea cualquier descarga que no tenga característica de aguas residuales domésticas (informar sobre lo establecido en el Decreto 21-2017).	A veces se puede apreciar visualmente alguna descarga no doméstica. Anotar la hora, características, etc. Sin embargo, se aprecia más cuando el PTAR genera olores más intensos que los normales y baja la eficiencia.	Investigar procedencia de la sobrecarga biológica, en conjunto con la Comisión Interinstitucional Ambiental para eliminarla.
Inundación de las unidades de la PTAR	Mediciones de caudales en el afluente y efluente. Contar con un adecuado sistema de drenaje pluvial para evitar que en eventos extremos de lluvia ingrese agua al PTAR.	Manipulación de válvulas y compuertas de derivación para desviar exceso de caudal	Investigar procedencia del exceso de agua pluvial y tomar las medidas necesarias para corregir ésta situación.
Producción de hedores muy intensos y expansivos	Manejar correctamente los lodos y sólidos generados, cumplir con el plan de manejo de lodos y evitar sobre cargar biológicas en el PTAR.	Retirar todos los sólidos que puedan estar produciendo malos olores y controlar el caudal de ingreso al PTAR	Llamar a la Unidad Técnica para que realicen una evaluación del sistema para verificar si no está sobrecargado y tomar las acciones respectivas que mejoren el

Informe de Factibilidad, ciudad Nagarote - Anexo

			tratamiento.
Producción o generación de vectores	Realizar actividades preventivas de control de vectores: cortes de maleza, evitar áreas de encharcamiento.	Implementar medidas para el control de vectores (zancudos, roedores, moscas, etc.), cuando sea necesario fumigación de las áreas afectadas (áreas verdes y/o edificios).	Revisar el cumplimiento del Plan de operación y mantenimiento del PTAR
Accidentes laborales (caída del personal a algún módulo de la PTAR, cortaduras, atascamientos en los equipos, etc.).	Contar con botiquín para atender accidentes y herramientas de rescate. Proveer de radio comunicadores a los operadores para que se reporten constantemente la situación normal y los accidentes. Capacitar al personal para evitar accidentes prevenibles.	Dar los primeros auxilios al o accidentados y trasladarlos a la unidad de salud más cercana.	Dar seguimiento a los eventos de accidente, constatar el cumplimiento de normas de seguridad y procesos de capacitación al personal
Rebose de aguas residuales por atascamientos de las tuberías o canales de entrada o salida.	Mantenimiento preventivo y correctivo (limpieza constante) de las infraestructuras de entrada y salida de las respectivas unidades de tratamiento. Realizar campaña de buen uso del servicio de alcantarillado para evitar que la población introduzca materiales no adecuados (vidrio, plástico, metal, etc.) a la red	-Limpiar o destaponar rápidamente los canales o tubería (sondeo) para que el agua fluya.	Si hubo derrame de aguas residuales limpiar el lugar y de ser necesario tratar las aguas derramadas con una solución de hipoclorito de sodio al 2%, aplicando una dosis aproximada de 50 mg/l.
Accidentes por el ingreso de personal no autorizado.	Que haya presencia de un vigilante para no permitir el ingreso de personas no autorizadas al área de la PTAR. No permitir que el ganado penetre al predio del PTAR	Informar inmediatamente a la autoridad competente (jefe inmediato) para el traslado de la persona accidentada al hospital o centro de salud más cercano.	Garantizar que siempre haya una persona vigilando las 24 horas el portón principal y hacer recorridos por los alrededores del PTAR
Derrame de aguas residuales por las tapas de pozos de visita, cajas de registros o tubos rotos.	-Inspección y limpieza preventiva a los pozos de visita y cajas de registros. - Elaborar plan de capacitación para el buen uso del sistema de alcantarillado sanitario (no verter aguas pluviales a las redes, sólidos gruesos, aceites y grasas, etc. - Promover la legislación local, para exigir que toda pequeña industria, industria, estación de servicio, etc. pre traten sus aguas antes de verterlas al sistema.	Movilizar rápidamente la cuadrilla de limpieza para destaponar o cambiar el tramo de tubería obstruido o roto, pozos de visita, caja de registro, etc.	Inspeccionar los pozos de visita más cercanos del tramo afectado para verificar que éstos realmente no están vertiendo sustancias o sólidos que afecten el sistema redes y tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Nagarote.

Derrame de aguas residuales por las tapas de pozos de visita, cajas de registros o tubos rotos.	- Inspecciones a los negocios, acompañado por la autoridad municipal a pequeñas industrias, industrias, estaciones de servicio, restaurantes, comedores, etc. para informarles y exigirles que tienen que pre tratar sus aguas. Después de instalados el pre tratamiento inspeccionar su correcto tratamiento.	Colocar cintas amarillas para evitar el tránsito vehicular y peatonal por el lugar afectado y donde y mientras se estén realizando las labores de mantenimiento correctivo.	Una vez detectadas las personas que afectan la RAS, informarle sobre el mal uso del sistema y su reincide reportarlo al MARENA e INAA para aplicar las sanciones correspondientes, establecidas en el Decreto 21-2017 y obligar a que cumplan con lo dictado en ese Decreto. De lo contrario suspenderles el servicio de Alcantarillado Sanitario
Pozos de visita (PV) y cajas de registro (CR) sin tapas o tapas en mal estado (rotas).	Elaborar plan de capacitación para el correcto uso y cuidado de los componentes de la RAS. Coordinarse con la policía nacional para que incluyan dentro de sus labores el cuidado de las tapas de pozos de visita y cajas de registros, como parte del bien de servicio público.	Colocar señalización de peligro mientras se instala nuevamente la tapa del PV o CR. Reemplazar a la mayor brevedad las respectivas tapas.	Investigar los responsables del hecho delictivo. Informar a los usuarios sobre el cuidado de los componentes de la RAS, específicamente las tapas.
Producción de olores intensos y expansivos que se emiten de Pozos Visita (PV) o Cajas de Registro (CR).	Inspección y Mantenimiento preventivo a los PV y CR (limpieza cada 6 meses) para verificar que se encuentren limpios y en buen estado.	Retirar todos los sólidos que puedan estar produciendo malos olores.	Llamar a la Unidad Técnica para que realicen una evaluación del sistema para corregir posible error de diseño o construcción. Investigar si se está utilizando mal la RAS (por los usuarios).
Accidentes laborales (caída del personal durante las labores de operación y mantenimiento de la RAS). Caída de personas a los PS o CR cuando faltan las tapas.	Contar con botiquín en el vehículo de Operación y Mantenimiento de la RAS. Capacitar al personal sobre higiene y seguridad laboral. Asegurar que todos los PS y CR tengan sus tapaderas puestas y en buen estado.	Dar los primeros auxilios al o los accidentados, dar aviso a instituciones de socorro y trasladarlos a la unidad de salud más cercana. Colocar las respectivas tapas a los PV y CR.	Capacitar al personal para evitar accidentes y mantener en buen estado los equipos de trabajo. Tapas colocadas en los PS y CR.

8. PLAN DE MEDIDAS AMBIENTALES

Las siguientes medidas ambientales se planifican y desarrollan para prevenir, minimizar y corregir los posibles impactos ambientales negativos durante la construcción, operación y funcionamiento del Sistema de Saneamiento de Aguas Residuales del área urbana de Nagarote, incluyendo las obras de Red de alcantarillado y PTAR.

El presente plan de medidas ambientales, se proponen medidas orientadas a los posibles impactos relevantes identificados con antelación, en las diferentes etapas del, donde se verán afectados los diferentes factores ambientales, incluido el factor social, abordando además la protección de la integridad física tanto de bienes, obras, así como e operadores, del proyecto y de la población en general.

De igual forma se integran medidas previendo posibles áreas de inundación, posibles eventuales derrames de aguas residuales, ya sea crudas o en tratamiento, debido a mal funcionamiento de algún componente del sistema que afecte el factor ambiental agua, suelo o aire, en función de que sean mitigados y/o controlados.

A continuación, se detalla en la tabla 34. Además, el plan estará complementado por planes particulares de manejos de residuos provenientes del sistema de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 27: Matriz de Plan de Medidas Ambientales

Medidas de Mitigación	Efecto a Corregir sobre el factor afectado	Impacto que se Pretende Mitigar	Momento O Etapa a desarrollarse	Costo Unit. US\$	Responsable
Selección del sitio y ubicación de recipiente de almacenaje de residuos sólidos	Producción de residuos sólidos no peligrosos	Contaminación del suelo y agua superficial	Etapa de Construcción	135.00	Contratista
Recolectar los residuos sólidos (embalajes, alimenticios), generados en los sitios y recipientes definidos				70.00	
Transportar al sitio definido en el Vertedero Municipal. en coordinación con la Alcaldía Municipal, los residuos sólidos no peligrosos generados.				80.00	
Los productos procedentes de chapia, desmonte y poda, de especies leñosas, cortarlas a una longitud máxima de 1 m y arpillarlas para que sean dispuestas, ya sea para que la población las retire para su consumo como leña o ser trasladarla al vertedero mpal. No deberá quemarse en el sitio.				Integrado en costos de mantenimiento	
Hacer uso de una letrina portátil en el sitio de la PTAR, para posteriormente el contenido dispuesto en la PTAR El Patriarca	Defecación al aire libre			150.00	
Establecimiento de sitio para mantenimiento de maquinaria para recolectar grasas y combustibles.	Derrame accidental de combustible o lubricantes			gestión	
Los lubricantes usados serán entregados a una empresa autorizada.				100.00	

Medidas de Mitigación	Efecto a Corregir sobre el factor afectado	Impacto que se Pretende Mitigar	Momento O Etapa a desarrollarse	Costo Unit. US\$	Responsable
Señalización preventiva temporal	Accidentes de caídas a zanjas o pozos abiertos	Accidentes	Etapa de Construcción	Integrado costos de operación	Contratista
No establecer obras de servicio temporales o permanentes (letrinas, campamentos, almacenamiento de materiales, casetas de control etc.) a distancias menor de 3 m a cada lado del tendido eléctrico de alta tensión	Pérdida de vidas humanas o daños a la integridad física por descargas eléctricas en la línea de alta tensión y torres que cruzan el área de la PTAR Sonrisa de Dios	Accidentes laborales	Etapa de Construcción y funcionamiento	gestión	Contratista / Formulador / ENACAL
Al momento del corte y movimiento de tierra sobre el área de laguna de maduración de la nueva PTAR Sonrisa de Dios, se evitará la afectación o remoción de tres arboles ubicado sobre la cota 60, en el extremo suroeste de dichas obras					
Limitar el corte de especies arbóreas sobre el área en que se edificaran las obras de la PTAR Sonrisa de Dios, en total 10: 2 sobre el línea de conducción al cabezal de descargue con diámetro de 0.45m y 0.5m; dos más cercanos e este punto con diámetros de 0.5 m y 0.70m todos entre la cota 60.5 y 70.0, Sobre la cerca perimetral al noreste 1 árbol de jícara cota 66.5 Sobre el costado norte de las lagunas de maduración 5 árboles con diámetros de 0.5 y	Erosión próximo a talud y obras del Proyecto	Perdida de cobertura vegetal	Construcción	Integrado costos de operación	Contratista

Medidas de Mitigación	Efecto a Corregir sobre el factor afectado	Impacto que se Pretende Mitigar	Momento O Etapa a desarrollarse	Costo Unit. US\$	Responsable
0.6 m, entre la cotas 61 y 60.					
Construir cerca perimetral en el cabezal de descarga de la PTAR	Daño al cabezal de descarga de la PTAR	Erosión hídrica en el cauce del río Obraje	Construcción	A definir en informe final	Contratista
Realizar obra de protección del talud en el punto de cabezal de descargue, con suelo reforzado o gaviones, con inclinaciones que permitan disipar la fuerza de la corriente					
Establecer dissipador de energía en el ingreso al cauce del río Obraje tanto en la salida del cabezal de descargue de la PTAR, como en descarga del cauce a revestir proveniente de Sonrisa de Dios					
Obra de protección de colectora principal en el cruce de cauce a revestir proveniente de Sonrisa de Dios					
Dado a la ubicación del proyecto en una zona de alto riesgo sísmico, las estructuras deberán calcularse y diseñarse tomando en cuenta la norma ante eventos sísmicos (Red colectora, EBAR y PTAR)	Deterioro de estructuras por efecto de movimientos sísmicos	Daño a la estructuras del componente del STAR	Formulación/ construcción	Integrados costos de operación	Formulador / Contratista
Al momento de limpieza y chapias, no permitir el crecimiento de especies arbóreas a distancias menores de 3 m de las obras de la PTAR, y su cerca perimetral	Daño a estructuras de la PTAR		Operación y funcionamiento	Integrados costos de operación	ENACAL
Construcción de lechos de secado para lodos a generarse en la PTAR.	Acumulación de residuos sólidos en la PTAR	Contaminación del suelo	Construcción	451,249.04	Contratista
Coordinar con Alcaldía				gestión	Contratista

Medidas de Mitigación	Efecto a Corregir sobre el factor afectado	Impacto que se Pretende Mitigar	Momento O Etapa a desarrollarse	Costo Unit. US\$	Responsable
Municipal, sitio para disposición final en vertedero municipal. de materiales inadecuado (plástico, metal, vidrio, hule etc.) removidos de las rejillas de entrada a la PTAR					
Los materiales inadecuados retirados a la entrada de la PTAR, deberán pasar al lecho de secado por un tiempo mínimo de dos días para que una vez inertes sean presentados y trasladados al vertedero municipal. por el sistema de tren de aseo de la municipalidad				70.00	Contratista
Coordinar la regulación del tránsito vehicular sobre los puntos en que se desarrollen las obras del proyecto definiendo desvíos o vías alternas	Accidentes de tránsito	Accidentes	Etapa de Construcción	Gestión	Policía Nacional Alcaldía Contratista
Controlar la velocidad y cantidad de ingreso de vehículos a utilizar en sitios de obras y vías de acceso.	Generación de partículas sólidas suspendidas en el aire (polvo).	Afectación a la salud de pobladores, trabajadores, así como al entorno visual por partículas de polvo suspendidas en el aire.	Etapa de Construcción	Integrado costos de operación	Contratista
Humedecimiento de tierra en sitio de las obras y vías de acceso a las mismas.					
Cobertura de camiones en el traslado de material de préstamo.					
Al momento del descapote y movimiento de tierra, disponer la capa superficial del corte en un lugar definido, con la finalidad de que está pueda servir como capa fértil al momento del cierre de las actuales lagunas de las PTAR Sta. Elena y El Patriarca	Alteración de la composición del suelo	Pérdida de capa fértil del área a cortar	Etapa de Construcción	Integrado costos de operación	Contratista

Medidas de Mitigación	Efecto a Corregir sobre el factor afectado	Impacto que se Pretende Mitigar	Momento O Etapa a desarrollarse	Costo Unit. US\$	Responsable
Mantener en las mejores condiciones mecánicas los vehículos, para reducir al mínimo las emisiones de ruido. Realizar trabajos de excavación en horarios diurnos. Transportar los escombros y material sobrante sin superar la capacidad del vehículo de carga. Orientar a los conductores de vehículos que utilicen lo menos posible las bocinas.	Incremento de puntos de generación de ruidos y vibraciones	Contaminación acústica	Etapa de Construcción	Gestión	Contratista
Restablecimiento de cobertura original de red colectora, en calles urbanas (macadán, adoquín, asfalto, concreto.)	Proceso erosivos	Afectación del relieve natural	Etapa de Construcción	Costo de las medidas integrado en los costos de operación	Contratista
Compactación del terreno con buen material de relleno. Separar la capa de material orgánico de la del material inerte; el material orgánico es posible reutilizar. Se debe delimitar y señalar solamente las áreas de cobertura vegetal a ser intervenidas por la en el caso de la PTAR.		Riesgo de inestabilidad del terreno			
En el caso de la PTAR , las zonas verdes intervenidas deben ser restauradas de tal forma que las condiciones sean iguales o mejores a las existentes antes de ejecutar la obra, respetando paisaje natural. Recuperar y restaurar las áreas intervenidas como son lugares de acopio de materiales y de tránsito, espacio público afectado, una vez		Alteración de los suelos			

Medidas de Mitigación	Efecto a Corregir sobre el factor afectado	Impacto que se Pretende Mitigar	Momento O Etapa a desarrollarse	Costo Unit. US\$	Responsable
finalizada la actividad, deben retirar todos los materiales y residuos generados.					
No tirar material de excavación ni basura a orillas de cauces, ríos, etc. Remover inmediatamente, en caso de derrames accidentales de combustible, el suelo y restaurar el área afectada con materiales y procedimientos sencillos. Tomando en consideración el volumen derramado requerirá informar a autoridades del MARENA para que estos evalúen y definan las acciones a seguir. Se considera que los volúmenes de lubricantes y combustibles a manejar en acciones del proyecto son bajos. La limpieza general debe realizarse diariamente al finalizar la jornada de trabajo.	Alteración de las características físicas de las aguas superficiales	Alteración de las características de las aguas que corren por el cauce del rio Obraje	Etapa de Construcción	El costo de las medidas de mitigación va implícito en los costos de operación	Contratista
Acopio de materiales alejado de las riberas de cuerpo de agua naturales, al menos 100 metros, para evitar aportes de materiales a las aguas. No disponer en cauces o cursos de agua los sobrantes de mezclas de concreto. Realizar lavado, reparación y mantenimiento correctivo de vehículos y maquinaria en	Contaminación del cauce del rio Obraje	Contaminación de aguas superficiales		El costo de las medidas de mitigación va implícito en los costos por de operación	

Medidas de Mitigación	Efecto a Corregir sobre el factor afectado	Impacto que se Pretende Mitigar	Momento O Etapa a desarrollarse	Costo Unit. US\$	Responsable
centros autorizados para tal fin, o implementar un taller para tal efecto. No realizar el almacenamiento temporal de combustibles en el campamento y en los frentes de las obras.					
Mantener controlado y regulado los niveles de ruido en el área directa del proyecto.	Desplazamiento temporal de individuos	Desplazamiento temporal de individuos	Etapa de Construcción	El costo de las medidas de mitigación va implícito en los costos de operación	Contratista
Cubrir los materiales de construcción con lonas o plásticos para evitar el arrastre de sedimentos a cuerpos de agua e impedir la dispersión del material por acción del viento.	Riesgo de afectación al cauce del río Obraje	Riesgo de afectación de recursos agua			
Mantener en buen estado físico la obra de descarga de la PTAR (limpiar, darle mantenimiento periódico, etc.).	Alteración de las características del cauce del río Obraje	Contaminación de suelo y agua superficial	Funcionamiento	175.00	ENACAL
Mantener cercado del perímetro donde se ubica el cabezal de descarga, para impedir el ingreso de animales (vacas, caballos, cerdos, etc.) y personas al lugar.	Daño a estructuras de las PTAR	Deterioro del PTAR	Funcionamiento	30.00	ENACAL
Limpieza de cauce a revestir proveniente de Sonrisa de Dios 1 vez al año antes de la entrada de inviernos.				Integrado costos de operación	
Reparación y limpieza inmediata en red de alcantarillado (pozos de visita, cajas de registros) cuando se presenten obstrucciones.	Obstrucciones de la red, por mal uso del sistema	Contaminación de suelo y agua superficial	Funcionamiento	Integrado costos de operación	ENACAL
Atender con prioridad eventuales	Eventual derrame			Implícito en costos	

Medidas de Mitigación	Efecto a Corregir sobre el factor afectado	Impacto que se Pretende Mitigar	Momento O Etapa a desarrollarse	Costo Unit. US\$	Responsable
derrames de aguas residuales				de operación	
Regular los niveles de ingreso de aguas residuales a la PTAR para evitar derrames de aguas crudas. Todo lo anterior debe ser detallado en un " <i>Manual de operación y mantenimiento de la PTAR</i> ".	Afectación a la salud de la población	Proliferación de enfermedades	Permanentemente a partir del inicio de la operación de la PTAR	El costo implícita en la planilla permanente de la entidad Municipal designada	
Correcta operación y mantenimiento de la PTAR para garantizar el fiel cumplimiento del Decreto 21-2017. Cuando ocurran derrames de aguas residuales, tratarlas con una solución de hipoclorito de sodio al 5% aplicando una dosis de 50 mg/l.	Contaminación del cauce del río Obraje	Contaminación de aguas superficiales	Permanentemente a partir del inicio de la operación de la PTAR	Este costo es de U\$ 1000 dólares en los primeros 6 meses de operación de la PTAR y RAS después será asumido con un fondo mínimo de US \$ 50 mensuales.	ENACAL

8.1 Plan de Manejo de Residuos solidos

En las diferentes etapas del proyecto, es inevitable la generación de diferentes tipos residuos sólidos, tanto no peligrosos, como moderadamente peligrosos, por lo cual es recomendable prever algunas medidas que mitiguen el impacto que estos generan en dependencia del sitio como la etapa del proyecto.

8.1.1 Manejo de Residuos sólidos no peligrosos en la etapa de construcción

En la etapa de construcción los volúmenes de los desechos de construcción serán considerables, por una parte, compuestos por residuos inertes que son producidos de manera cotidiana; pero de menor volumen en el desarrollo de las obras, como, por ejemplo: bolsas de papel para cemento, pvc, plástico, latas, etc., estos serán depositados diariamente en recipientes específicos (barriles metálicos) ubicados en el lugar en que se esté trabajando.

Se debe establecer coordinación con el área de Servicios Municipales de la Alcaldía de Nagarote, en dos direcciones:

Primero para contratar los servicios del tren de aseo, para que los residuos sólidos antes mencionados sean trasladados con una frecuencia de al menos 2 veces por semana al vertedero municipal.

Segundo, dado a la extensión de las obras, principalmente la red de alcantarillado, así como de conexiones domiciliarias, se hace necesario seleccionar un espacio en el vertedero municipal para ubicar todos aquellos materiales sobrantes de excavaciones, así como restos de material de carpeta de rodamiento de calles, (asfalto, adoquín, balastro, concreto hidráulico, ladrillo cemento de aceras), que permita posteriormente éstos puedan ser aprovechados como material de relleno y cobertura, para el desarrollo de proyectos tanto institucionales o privados.

Los residuos sobrantes de zanqueo, materiales de carpetas de rodamientos, previo otorgamiento de aval respectivo de parte de la autoridad municipal sobre el uso del vertedero municipal de Nagarote, serán trasladados con los medios y fuerzas del contratista hacia el vertedero municipal con una frecuencia de al menos 1 vez por semana.

8.1.2 Manejo de residuos sólidos no peligrosos en la etapa de operación y funcionamiento

Los residuos sólidos generados en etapa de operación y funcionamiento de la PTAR serán tratados en el mismo sitio almacenándolo en recipiente adecuado (barril de plástico con tapadera) bajo acuerdo suscrito con la Alcaldía, serán trasladados y dispuestos en el vertedero municipal de Nagarote.

En la etapa de operación, los residuos sólidos no peligrosos que se generarán serán los domésticos provenientes del personal que opera en la PTAR, técnicos y/o visitantes que supervisan y estudian respectivamente el proceso del PTAR. En este momento ENACAL será la encargada de presentar en recipiente adecuado los residuos ante el sistema de tren de aseo de la ciudad.

8.2 Manejo de Lodos de la PTAR

El método más simple y económico para deshidratar los lodos estabilizados (lodos digeridos), consiste en lechos de secado.

La carga de sólidos que ingresa está dada por:

$$C = Q \cdot S \cdot S \cdot 0.864$$

Donde;

S.S. = Sólidos suspendidos en el agua residual (mg/l)

Q = Caudal promedio de aguas residuales

La carga es función de la contribución per cápita de sólidos en suspensión:

$C = \text{Población} \times \text{Contribución per cápita. (gr De S.S./hab} \times \text{día)}$.

Considerar: 90 gr de S.S./hab. * día.

Los lechos de secado están diseñados, para facilitar la deshidratación por evaporación y escurrimiento del agua excedente, la cual será dispuesta en la unidad de tratamiento más cercana. La capa de lodos que se dispondrá en los lechos de secado es de 20cm aproximadamente para facilitar la deshidratación.

Antes de la extracción de los lodos de las diferentes unidades de tratamiento (pretratamiento), se debe evaluar o estimar la cantidad de lodos y sólidos de cada unidad.

La necesidad de extraer los lodos se puede determinar de diferentes maneras, como, por ejemplo, por evaluación del efluente (cuando se determine que hay muchos sólidos sedimentables de apariencia oscura) o cuando se observe, que después de los sondeos de las estructuras de entrada el agua no fluye de forma normal el efluente, lo que puede indicar un posible atascamiento de los orificios (de la tubería de salida) por los lodos sedimentados.

El secado de los lodos en estas unidades (lechos de secado) estará en dependencia de las condiciones ambientales, como temperatura del aire, viento, humedad relativa, horas de radiación solar, etc. Así mismo, el retiro de los lodos secos de los lechos de secado, estará en función del tiempo de secado de los lodos. Lo normal es que estos lodos bien deshidratados tomen una apariencia como terrones, fácil de manejar hasta de forma manual. Si no se utiliza maquinaria para el retiro (cargador frontal), se puede hacer de forma manual, utilizando palas y carretillas.

Es recomendable seleccionar un área dentro del área de la PTAR en la cual se pueda acumular los lodos ya deshidratados y cuando estos tengan un volumen considerable establecer las debidas coordinaciones con la autoridad local para que sean extraídos y utilizados como mejoradores de suelo en áreas agrícolas.

8.3 Manejo de arenas retiradas en el desarenador

Las arenas retiradas del desarenador se llevarán a los lechos de secado, se mezclarán con cal en forma manual y homogénea y una vez secadas pueden ser reutilizadas nuevamente para trabajos de construcción y/o simplemente disponerlos en algún sitio del mismo predio de la PTAR para relleno.

Para conocer que hay que sacar las arenas de la respectiva unidad, se medirá el nivel de arenas almacenadas y al alcanzar el nivel crítico se procederá a la extracción vía húmeda (por gravedad) de los mismos.

8.4 Plan de manejo de aguas pluviales

El área de influencia directa del proyecto es un área de períodos cortos de precipitación, pero con intensidad alta al momento que se dan. Esto junto al alto nivel de humanización del área las escorrentías de inviernos están sujetas a la red de drenaje de la ciudad orientado principalmente hacia el cauce del río Obraje utilizando otros cauces naturales de escorrentías de invierno, sobre los cuales pueden generarse proceso de erosión y sedimentación.

Durante la fase de construcción un impacto negativo bien marcado es el de modificación del terreno pudiendo influenciar en el actual sistema de drenaje. Hay que aclarar que a pesar de que la ciudad cuenta con el reconocimiento durante varios años de ser la ciudad más limpia de país, el volumen de residuos sólidos sobre estos cauces, aun es considerable.

Tabla 28: Plan de manejo de aguas pluviales

N°	Medida	Efecto a mitigar	Fase	Responsable
1	Al momento de corte, movimiento de tierra en el área en que se pretende establecer las obras de la PTAR, Definir líneas de escurrimiento perimetral que conduzcan las aguas hacia el cauce del río Obraje	Modificación del drenaje natural, e inundación del área de obras	Construcción	Contratista
2	Revestimiento del cauce natural proveniente de Bo. Sonrisa de Dios. (Incluida ya, en obras conexas del proyecto)	Erosión hídrica cercano a las obras de la PTAR Sonrisa de Dios	Construcción	Contratista
3	Al momento de rellenar el área inundable cercana al sitio de obras de la PTAR, definir líneas de drenaje perimetral que permitan desaguar con dirección al cauce proveniente de Sonrisa de Dios y de este al cauce río Obraje.	Modificación del drenaje natural, e inundación del área de obras	Construcción	Contratista
	Al momento de trabajos de Zanjeo sobre la red vial de la ciudad mantener las obras de drenaje (cunetas de calles y cauces) libres de cualquier material producto de trabajos.	Encharcamientos, desvío de drenaje de la ciudad.	Construcción	Contratista

8.5 Plan de cierre de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales actuales de la ciudad de Nagarote

Dado que el Proyecto plantea el cierre definitivo de las PTAR Santa Elena, así como El Patriarca en funcionamiento actualmente. Este cierre se propone realizar por etapa, iniciando con la PTAR Santa Elena, paulatinamente finalizar con la PTAR El Patriarca.

Desde el componente ambiental se concibe el cierre de estas dos PTAR, como un proceso a mediano plazo que involucrará la realización de obras físicas, así como acciones operativas y de gestión, incluyendo legislación local.

En primera instancia deberá rehabilitarse el cerco perimetral de cada PTAR, para restringir el acceso de personas y animales a los predios tanto en Santa Elena, como en El Patriarca.

Considerando que la PTAR Santa Elena, cerrará operaciones en la primera fase, y que el área en que se ubica, no cuenta con condiciones naturales, como cuerpos de aguas para mantener el hábitat de fauna invasora de las PTAR, Tortugas de Río (anfibios), así como Garrobos Negros (reptiles), posterior a estudios

previos, proceso de selección de individuos y control de población, así como creación de condiciones en el sitio de la PTAR El Patriarca, los individuos seleccionados deberán ser trasladadas hacia este sitio (zoo criadero).

El proceso iniciará con acciones de estudios y análisis específicos, en una primera instancia, un proceso de contabilización de individuos, captura, tomas de muestra para identificación de paracitos externos en el cuerpo de individuos, así como análisis de eses y sangre, con análisis de laboratorio. Los estudios implican los servicios de especialista herpetólogo, médico veterinario y servicios de laboratorio clínicos.

Paralelamente deberá promoverse gestionar acciones para contar con una legislación local sobre el manejo y consumo de la fauna sobre la cual se trabaja (tortuga de río y garrobos); mientras se establezcan las condiciones normales de dichas poblaciones, con la finalidad de garantizar la salud pública.

Por otra parte, reducir el riesgo de invasión de áreas o desarrollo de viviendas en el futuro en esos sectores, dado que esas áreas por la humedad a las que han sido sometida por el deterioro de las estructuras de las PTAR, podrían tornarse inestables, además por la presencia de elementos contaminantes, sumado que en el caso del sitio de El Patriarca a poca distancia se ubican las obras de la nueva PTAR Sonrisa de Dios, no son compatibles para uso del suelo para viviendas.

Partiendo de la identificación, clasificación contabilización de especies e individuos y en dependencia de los resultados de los análisis de laboratorio, se procederá por medio del especialista (Herpetólogo) elaborar un plan de control de población y diseño, construcción de zoo criadero en el sitio de la PTAR El Patriarca.

Definido el zoo criadero, se iniciará el proceso de captura y traslado, primeramente, la fauna ubicada en la PTAR Santa Elena.

Los especímenes ubicados en el zoo criadero, por un tiempo prudencial definido por el especialista (Médico Veterinario) se desarrollará un periodo de cuarentena, en el cual se programará el control de población, ya sea para eliminación de individuos con afectaciones graves y/o liberación en otras áreas adecuadas (una vez que se definen como sanos, sin enfermedades).

Lo anterior facilitará contar con un número de población manejable, sostenible para el zoo criadero a desarrollar, que pueda servir en el futuro como sitio de control de población en las nuevas obras de PTAR Sonrisa de Dios, para evitar sobrepoblación en ellas, ante una posible repoblación de estas especies en dichas obras.

Sobre las pilas existentes en la Actual PTAR Santa Elena y El Patriarca, al momento de interrupción del vertido de aguas residuales crudas de la red colectora, mediante las medidas definidas por el ingeniero sanitario se tratará de drenar las aguas ya depositadas para que pase la mayor parte de ella por el sistema de desinfección en funciones.

Tras haber drenado la mayor cantidad de aguas residuales, lo que no haya sido posible evacuar, se dejará en el mismo sitio donde se encuentren, un proceso de deshidratación de lodos y sólidos por un período mínimo de cuatro semanas, tomando en cuenta la amplia radiación solar de la zona programadas en periodo de verano o sin precipitaciones (similar a un lecho de secado), en el cual se aplicará cal con la finalidad de neutralizar el pH.

Los sólidos provenientes de esta etapa de cierre serán manejados en cumplimiento a la regulación ambiental vigente, siendo responsabilidad de ENACAL.

Después de ese proceso de deshidratación, garantizando que los lodos y sólidos se encuentren inertes, se desarrollará el proceso de relleno de los que fueron las pilas, utilizando el área como sitio de disposición final

del material sobrante de las actividades de zanjeo u otras obras a realizarse del mismo proyecto, las cuales deberán ser integradas por capas, compactándolas a medida que se van estableciendo cada capa.

A los 20 cm del nivel de las obras se podría incorporar una capa de suelo vegetal de la removida en el área de obras de la nueva PTAR Sonrisa de Dios, para desarrollar la forestación del local, ya sea con especies maderables que permita definir el área como un banco energético auto sostenible, que con su manejo permita a mediano plazo reincorporar ingresos por la venta de leña.

Otra Posibilidad sería reforestar con especies arbóreas endémicas, diseñando sobre las áreas, andenes peatonales y sitios de esparcimiento natural, como parque temático.

Una tercera posibilidad sería garantizar al rellenar las pilas, la no intervención en el sitio, dejando que la regeneración natural realice su trabajo, aunque con esta posibilidad se corre el riesgo de que se desarrollen especies de poco valor y utilidad.

8.6 Plan de Monitoreo

Las medidas ambientales se planifican y se desarrollan para la prevención, minimización y corrección de los posibles impactos ambientales negativos durante la construcción, operación y funcionamiento del proyecto.

Las principales amenazas que pueden afectar al proyecto en la etapa de operación y funcionamiento son las descargas ilegales (de aguas residuales no domésticas), las conexiones de aguas pluviales al alcantarillado sanitario, la introducción de materiales inadecuados a la red colectora y efluentes de mala calidad de la PTAR que pudiesen afectar negativamente al cuerpo receptor (Rio Obraje)

Para monitorear la eficiencia y el cumplimiento con el Decreto 21- 2017, referente a los límites máximos permisibles establecidos, se plantea la medición de las concentraciones de los parámetros fijados en dicho Decreto y, además, medir caudal (utilizando la canaleta Parshall instalada en la unidad del proyecto).

La frecuencia de los monitoreos es variable (lo ideal es cumplir con lo recomendado en el Decreto 21-2017), ya que algunos parámetros se determinarán con una frecuencia semanal, otros cada 4 meses o cuando sea necesario, dependiendo de un determinado evento o problema que se sospeche que esté afectando a alguno de los componentes del proyecto.

Todas las muestras se preservarán y transportarán de acuerdo a la Norma técnica nicaragüense (NTON 04 001-01) y de acuerdo a los procedimientos operativos normalizados establecidos por cada uno de los laboratorios responsables del ENACAL, para el aseguramiento de la calidad de la información obtenidos. Además, se utilizarán métodos establecidos en el "*Standard methods for examination of water and wastewater*" 20th, ed, 1999.

Tabla 29: Plan de Monitoreo

Objetivo	Establecer un sistema de vigilancia que permita verificar la efectividad de las medidas ambientales propuestas y corregir oportunamente las desviaciones que se produzcan en la PTAR Sonrisa de Dios								
Organización operativa	ENACAL será la empresa encargada de hacer cumplir las medidas ambientales en la operación y mantenimiento								
Componente del ambiente afectado	Impacto a mitigar	Medidas de mitigación	Indicadores del impacto	Frecuencia y tiempo de recolección de datos	Ubicación espacial	Responsable	Costo US\$	Observaciones	
Agua superficial	Inundación de sitios de obras	Obras de drenaje conexas en sitio PTAR Sonrisa de Dios. Limpieza e red de drenaje de la ciudad	Cantidad de obras realizadas Cantidad de ocasiones en que se identifica la red de drenaje obstruida por actividades del proyecto	mensual	Calles urbanas y sitio PTAR Sonrisa de Dios	Contratista	Integrado a costos de operación		
	Contaminación del cauce del río Obraje con coliformes fecales y variación del DQO y DBO	Correcta operación y mantenimiento de la PTAR para garantizar el fiel cumplimiento del Decreto 21-2017.	Valores concentración de DQO DBO y coliformes Fecales en el punto de vertido de la PTAR, a 50 y 100 m aguas abajado sobre el cauce del río obraje	6 meses	Cauce del río Obraje punto de descarga dela PTAR	Operadores del PTAR	El costo de cumplimiento o va implícita en la planilla permanente de ENACAL (operadores, jefe de filial, responsable ambiental, etc.)		

Objetivo	Establecer un sistema de vigilancia que permita verificar la efectividad de las medidas ambientales propuestas y corregir oportunamente las desviaciones que se produzcan en la PTAR Sonrisa de Dios							
Aire	Producción de gases o sustancias que se perciben como malos olores	-Manejo adecuado de los sólidos y lodos extraídos de los diferentes componentes de la PTAR. -Regular los niveles de ingreso a la PTAR para evitar derrames de aguas crudas. Lo anterior debe ser detallado en el "Manual de operación y mantenimiento del PTAR".	100% cumplimiento Plan Manejo de sólidos	Permanente, a partir del inicio de la operación del PTAR.	Predio donde se encuentra el PTAR			Técnico de filial de ENACAL Nagarote, responsable de supervisar a operadores en cumplimiento del plan de manejos de lodos

8.7 Plan de Seguimiento a medidas ambientales

Establecer tareas encaminadas a garantizar el cumplimiento de las medidas de mitigación estipuladas en la Valoración Ambiental y en los requisitos Básicos Ambientales, así como, evitar cualquier acción del proyecto que durante los trabajos de construcción, no previstos, puedan generar un alto impacto ambiental.

Vigilancia ambiental de las obras del servicio básico urbanístico y edificación del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Nagarote

Objetivo:

Comprobar que, en la ejecución de las actuaciones, se han adoptado las medidas protectoras y correctoras definidas en el Informe de Ambiental. Comprobar el grado de eficacia de dichas medidas.

Acciones en la etapa de construcción:

Realizar controles mensuales en cada ámbito de desarrollo de las obras. Los aspectos a valorar dependerán del condicionado ambiental aplicable a cada caso, siendo los siguientes los más habituales:

- Niveles sonoros alrededor de las obras, tomando como referencia la observación, así como la cantidad de reclamos que la población evacue sobre este tema.
- Presencia evidente de polvo en la atmósfera, sobre la vegetación y viviendas en los alrededores de las obras.
- Aparición de procesos erosivos.
- Ejecución de corte y movimientos de tierra, que deberán realizarse tomando en cuenta las medidas de seguridad y ambientales.
- Gestión los residuos sólidos no peligrosos, sobrantes de excavaciones de las obras.
- Vertidos líquidos procedentes de la maquinaria o de las obras.
- Retirada, acopio y reutilización de la tierra vegetal
- Mantenimiento de las áreas forestada, existentes que puedan verse afectadas por las obras.
- Ejecución de forestación, en particular, la compensación de los ejemplares eliminados.

Responsables del Seguimiento:

Serán responsables de este seguimiento en la etapa de construcción el equipo de la empresa constructora.

Informes De Seguimiento:

Se elaborará un informe trimestral sobre la vigilancia ambiental de las obras del sistema de alcantarillado sanitario, que contará con los siguientes contenidos:

- Actividades ejecutadas y estado de las mismas.
- Actividades en ejecución, con indicación de las características generales y los condicionantes ambientales de cada obra.
- Resumen del resultado de los controles realizados.
- Principales incidencias registradas.
- Cuando se detecten desvíos o incumplimientos graves de medidas ambientales, se emitirá un informe con carácter urgente aportando toda la información necesaria para actuar en consecuencia. Asimismo, podrán emitirse informes especiales cuando cualquier aspecto de la obra genere impactos superiores a los previstos o no previstos.

Acciones en la etapa de operación y funcionamiento:

Durante el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales, se deberá realizar verificación de la efectividad de las acciones remediales o de mitigación plasmadas en el plan de medidas ambientales. Esta verificación se deberá realizar con una periodicidad de 2 veces al año, atendiendo a:

- Existencia de especies arbóreas en crecimiento al menos 3 m de distancia de la cerca perimetral y las estructuras de los componentes del sistema.
- Nivel de limpieza y mantenimiento de la obra de descarga de la PTAR, así como deterioro de la estructura de vertido a causa de elementos externos por deficiente protección perimetral.
- Proceso de evacuación de residual sólidos ya inertes con el funcionamiento de los lechos de secado y disposición ante el servicio del tren de aseo.
- Nivel de respuesta ante eventualidades ocasionadas por obstrucciones en la red colectora o derrames por mal funcionamiento de las EBAR en procesos de mantenimiento o reparación.
- Nivel de repoblación de especies faunísticas en las nuevas lagunas de la PTAR, que alerte ante posible alteración o sobre población.
- Eficiencia de la aplicación de la solución de hipoclorito de sodio en eventuales derrames de aguas crudas.

En esta etapa el responsable directo será ENACAL.

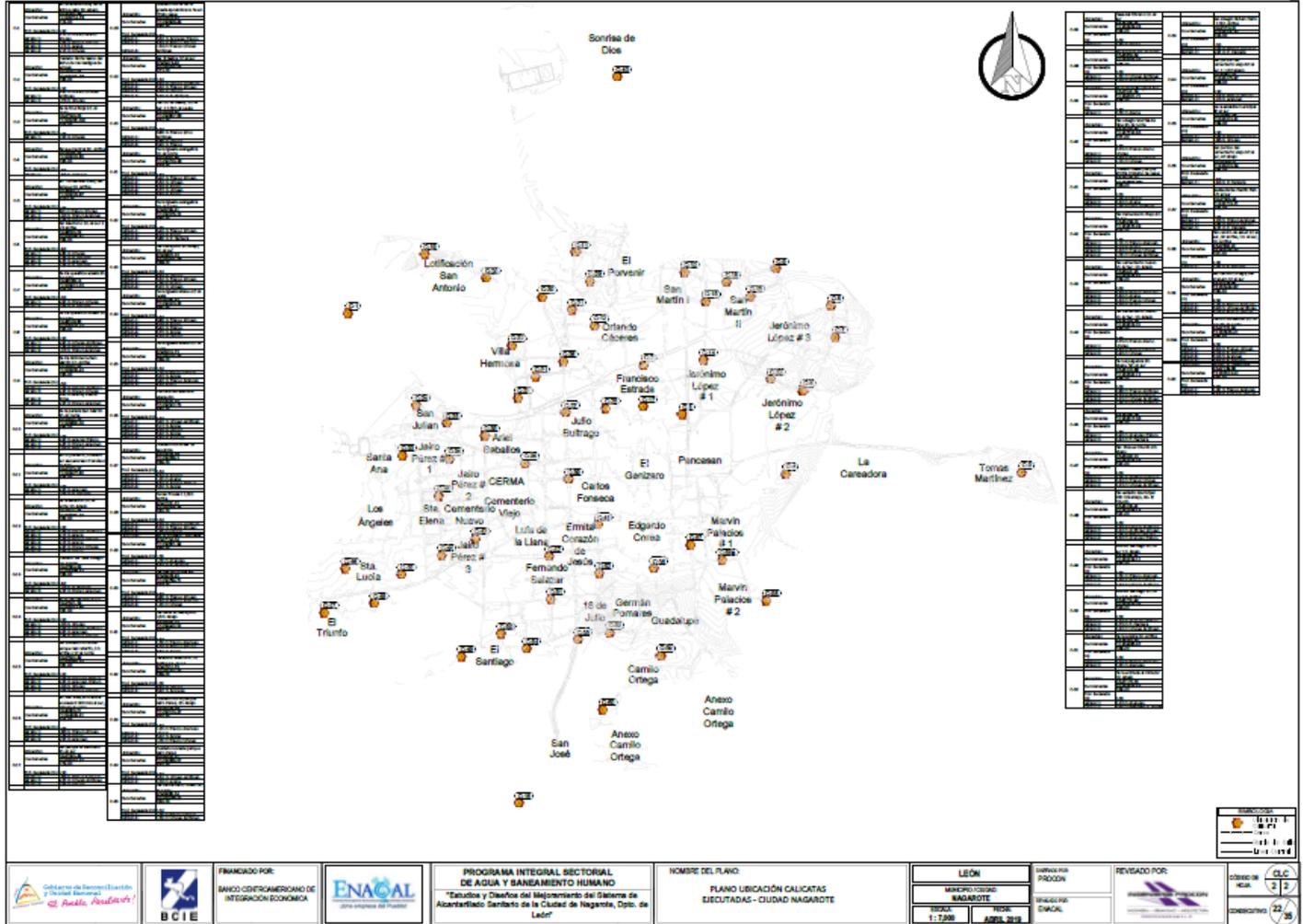
9. CONCLUSIONES

- Partiendo que el volumen de vertido proyectado para la PTAR Sonrisa de Dios, sobrepasa el límite de los 750 m³/día, de acuerdo al Decreto 20-2017, el proyecto se ubica en la categoría Ambiental II. Sujeto a la realización de Estudio de Impacto Ambiental, bajo lo definido en TDR a emitir por la institución rectora, el MARENA.
- El presente análisis ambiental inicial, se identificó y valoró en las etapas de construcción, operación y funcionamiento un total de 69 posibles relaciones impactantes de carácter negativo, De los cuales 45 se identifican en la etapa de construcción y 24 en la etapa de operación y funcionamiento.
- Los impactos negativos en la etapa de construcción, representando el 65.22%, se caracterizan por ser de bajo impacto ambiental, temporales, así como reversibles. Por ende, estos impactos negativos desaparecerán casi en su totalidad al concluirse la etapa de construcción, además, serán mitigados, compensados y controlados con las medidas ambientales, obteniendo el 80% de ellos un valor medio de importancia de 2. (ver detalle anexo # 3). De éstos, 45 impactos negativos en etapa de construcción el 57.78% se identifican en el sitio de la Red de Alcantarillado y el restante 42.22% en el sitio de la PTAR Sonrisa de Dios.
- En la etapa de construcción el factor ambiental más afectado por las obras del proyecto es el suelo, tanto en la Red de Alcantarillado, como en el sitio de la PTAR Sonrisa de Dios, significando el 26 % del total de impactos en esta fase, seguida con una brecha muy significativa de los factores aire y transporte ambos reflejando el 7.25% e hidrología superficial con el 4.35% del total de impactos de esta fase.
- Por su parte en la etapa de operación y funcionamiento los impactos ambientales negativos (24) generalmente caracterizados como temporales, de baja intensidad, así como reversibles, se planifica controlarlos casi en su totalidad, con el cumplimiento de las labores y actividades detalladas en las medidas ambientales, además, siguiendo el manual de operación y mantenimiento del STAR.
- Al implementarse el proyecto, de igual manera el factor ambiental mayormente afectado es el suelo, representando el 11.59% del total de impactos de esta etapa.
- El sitio de obras con mayor cantidad de impacto en esta fase es la Red de Alcantarillado, contando con el 58.33% de los impactos de la etapa en mención, la PTAR Sonrisa de Dios alcanza el restante 41.67%. Alcanzando generalmente valores intermedios de importancia.
- Los impactos positivos se valoran a nivel del factor social, en ambas etapas. En la etapa de construcción con menor intensidad, se logra visualizar procesos de dinamización temporal de la actividad económica de la urbe, dado a la posibilidad de generación de algunas fuentes de empleo no calificadas, así como el estímulo a la necesidad de procurar bienes y servicios alrededor de las obras, dándose con mayor ímpetu en el área de la Red de alcantarillado.
- En la fase de operación y funcionamiento los impactos positivos se perciben de forma más tangibles e importantes, dado que al implementarse el proyecto, se impactará positivamente en el área de influencia directa e indirecta, mejorando la calidad de vida de los pobladores de la ciudad de Nagarote, visitantes y comunidades vecinas. Lo anterior se da, al eliminar las amenazas de salud pública, como son las aguas servidas que circulan por las calles producto del derrame del sistema actual, conjuntamente, al eliminarse el uso de letrinas y sumideros en áreas en donde no se cuenta aún con alcantarillado sanitario.

- El proyecto mejorará la estética y salubridad de toda la ciudad de Nagarote y sus alrededores, mejorará la calidad de vida e ingresos de la ciudadanía, que tendrá una motivación más para invertir y mejorar su situación, ya que contarán con un servicio básico más completo y eficiente, de una adecuada recolección de aguas residuales y su respectivo tratamiento.
- Al mejorar las condiciones de salubridad de la ciudad de Nagarote, habrá mayor estímulo en invertir en comercio, turismo, mejoramiento de las calles, etc. y motivación para iniciar otros proyectos como mejoramiento de cauces, cunetas, viviendas, recolección de basura, etc.
- Actualmente el cauce del río Obraje, está afectado por vertidos mal tratados del sistema sanitario actual, así como por las actividades agrícolas circundantes, sin embargo, este cuerpo de agua tiene buen caudal en invierno, esperando se garantice la dilución de los contaminantes y la auto depuración del vertido de la PTAR.
- Se ha tomado en cuenta la amenaza natural identificada en el área directa del proyecto y por ende se evalúa el riesgo o catástrofe natural que pudiera ocurrir. Por tanto, los diseños de las obras contemplan parámetros críticos y especificaciones adecuadas de construcción para prever cualquier contingencia, en especial la sismicidad.
- El Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR) propuesto para la ciudad de Nagarote, garantizará un adecuado tratamiento de las aguas residuales. El efluente cumplirá con los parámetros exigidos el Decreto 21-2017 y por ende no generará un impacto significativo sobre el río Obraje, logrando a mediano plazo mejorar las características actuales de las aguas del mismo, aguas abajo del punto de descarga, incidiendo de manera positiva en el esfuerzo de mejorar las condiciones de contaminación de las aguas del lago Xolotlán.

10. ANEXOS

- **Anexo #1:** Mapa de calicatas realizadas sobre el entramado de calles del área urbana de la ciudad de Nagarote



Anexo #2: Tabla comparativa de remoción de contaminantes por opción propuesta

Parámetro	Rangos y Valores Máximos Permisibles	Concentración entrada actual PTAR El Patriarca	Concentración Efluente Final por Opción / % de remoción de contaminantes por opción							
			Opción 1		Opción 2		Opción 3		Opción 4	
			Valor	% de rem	Valor	% de rem	Valor	% de rem	Valor	% de rem
pH	6.90	7.40	8.012	-8.27	8.01	-8.24	8.01	-8.24	7.73	-4.46
Sólidos Suspendidos Totales, SST (mg/l)	100	183	65.6	64.15	31.44	82.82	47.7	73.93	62.9	65.63
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1	1.6	0	100.00	0	100.00	0	100.00	0	100.00
Aceites y Grasas Totales (mg/l)	20	19	14.3	24.74	14.27	24.89	14.3	24.74	14.3	24.74
DBO5 (mg/l)	110	78	2.4	96.92	5.13	93.42	12.8	83.59	10.7	86.28
DQO (mg/l)	220	115.4	215.5	-86.74	2.65	97.70	84.4	26.86	123.1	-6.67
Nitrógeno Total (mg/l)	45	61.1	2.9	95.25	3.75	93.86	22.1	63.83	5.8	90.51
Fósforo Total (mg/l)	15	15.18	2.6	82.87	2.3	84.85	3.9	74.31	4	73.65
Coliforme Fecal (NMP/100 ml)	1.00E+03	1.00E+05	1.06E+01	99.99	1.00E-01	100.00	7.50E+00	99.99	2.74E+02	99.73
% de remoción Gral. por opción				52.10		74.37		59.89		58.82
Ponderación por opción				1		4		3		2

Fuente: Especialista Ambiental, basado en resultado de laboratorio PTAR el Patriarca y proyecciones de concentración de contaminantes realizadas por el Ing. Ricardo Alvarado

Anexo #3: Análisis estadístico de identificación de impactos

Fase del proyecto	Factor ambiental	Impactos identificados y valorados por sitio de obra							Total	%		
		RC + EBAR				PTAR						
		baja	media	alta	sub total	baja	media	alta			Sub total	
construcción	Clima				0				0	0	0.00	
	aire		3		3	1	1		2	5	7.25	
	Hidrología superficial		2		2		1		1	3	4.35	
	suelo	2	9		11	1	4	2	7	18	26.09	
	paisaje		1		1		3		3	4	5.80	
	vegetación	1			1		1		1	2	2.90	
	fauna				0		1		1	1	1.45	
	relación ecológica				0			1	1	1	1.45	
	análisis del asentamiento				0				0	0	0.00	
	Transporte		3	1	4		1		1	5	7.25	
	acueductos y alcantarillados		1		1		1		1	2	2.90	
	residuos solidos		1		1		1		1	2	2.90	
	habidad		1		1				0	1	1.45	
	salud		1		1				0	1	1.45	
	sub total		3	22	1	26	2	14	3	19	45	65.22
	%		11.54	84.62	3.85	57.78	10.53	73.68	15.79	42.22		
	Operación y funcionamiento	Clima				0				0	0	0
aire		2	1		3	1			1	4	5.80	
hidrología superficial		1	1		2	1			1	3	4.35	
suelo		5			5	1	2		3	8	11.59	
paisaje		1			1				0	1	1.45	
vegetación					0				0	0	0.00	
fauna					0	1			1	1	1.45	
relación ecológica					0		1		1	1	1.45	
análisis del asentamiento		2			2				0	2	2.90	
Transporte					0				0	0	0.00	
acueductos y alcantarillados		1			1	1			1	2	2.90	
residuos solidos					0	1			1	1	1.45	
habidad					0				0	0	0.00	
salud					0	1			1	1	1.45	
sub total			12	2	0	14	7	3	0	10	24	34.78
%			85.71	14.29	0	58.33	29.17	12.50	0.00	41.67	69	100.00

11. BIBLIOGRAFÍA

- Amenazas naturales de Nicaragua. Centro de Coordinación para la prevención de Desastres Naturales en América Central (CEPRENAC). INETER, noviembre 2001.
- Decretos 20 y 21 - 2017
- Cifras Municipales, Instituto Nacional de Información de Desarrollo, (INIDE), Marzo 2008.
- Ficha Municipal, , Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal (INIFOM).
- Caracterización Cuenca # 69, Rio San Juan, MARENA, 2010.
- Caracterización Cuenca # 66, rio Tamarindo, MAREANA, 2010.
- Consulta a expertos: MsC en Suelos, Ing. Agroquímico Nelson Navarro Zeledón; MsC. Geólogo Eduardo José Mayorga Caldera; MsC Médico Veterinario, Salomón Selva; Lic. Biología Herpetólogo Milton Salazar.
- Mapa de Riesgo de deslizamiento e inundaciones elaborado por SINAPRED / 2005
- Fichas y mapa de realización de calicatas sobre cales del área urbana de la ciudad de Nagarote, PROCON 2019.
- Tipos de suelos en Nicaragua, química y formación de Suelos, MsC Sergio Navarro Hudiel, UNI Norte, 2012.
- Texto básico de hidrología, UNA, 2009 INETER, (<http://www.ineter.gob.ni/caracterizaciongeografica/acuiferosyplanicies.html>).
- Informe producto # 5 componente Sanitario, PROCON, Agosto, 2019.
- Estudio de Inundación del área de estudio, PROCON, Julio, 2019.