



**PROGRAMA INTEGRAL SECTORIAL DE AGUA Y  
SANEAMIENTO HUMANO (PISASH)- FASE I**

**“ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE  
ALCANTARILLADO SANITARIO DE LAS CIUDADES DE LA PAZ  
CENTRO, MATEARE Y NAGAROTE”**

**ANÁLISIS AMBIENTAL**

***CIUDAD: LA PAZ CENTRO***

Elaborado por:

***Ing. Claudia Leonor Medina Castillo***

Consultor Especialista en Calidad Ambiental

Septiembre, 2019

León, Nicaragua

## ÍNDICE

<u>1. INTRODUCCIÓN</u>	<u>6</u>
<u>2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO</u>	<u>8</u>
2.1. MACROLOCALIZACIÓN	8
2.2. MICROLOCALIZACIÓN	9
<u>3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</u>	<u>10</u>
3.1. MEDIO FÍSICO	10
3.1.1. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS	10
3.1.2. GEOMORFOLOGÍA	11
3.1.2.1. Relieve y Pendiente	12
3.1.3. METEOROLOGÍA	13
3.1.3.1. Precipitación	14
3.1.3.2. Vientos	15
3.1.3.3. Temperatura	15
3.1.3.4. Evapotranspiración Potencial (ETP)	16
3.1.4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL E HIDROGEOLOGÍA	17
3.2. MEDIO BIÓTICO	19
3.2.1. FLORA	19
3.2.1.1. Composición florística general	20
3.2.1.2. Abundancia y Riqueza	23
3.2.1.3. Índice de valor de importancia (IVI)	24
3.2.2. FAUNA	25
3.2.2.1. Abundancia y riqueza	28
3.2.2.2. Distribución	28
3.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO Y SOCIOCULTURAL	31
3.3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN URBANA Y RURAL	31
3.3.2. SERVICIOS BÁSICOS EN LA ZONA DE ESTUDIO	33
<u>4. ANÁLISIS DE RIESGO FÍSICO</u>	<u>37</u>
4.1. SITUACIÓN DEL RIESGO DEL MUNICIPIO	37
4.2. DESCRIPCIÓN DE LAS AMENAZAS DEL SITIO DEL PROYECTO	37
4.2.1. AMENAZAS NATURALES	37
4.2.1.1. Sísmica	38
4.2.1.2. Volcánica	39
4.2.1.3. Sequías	42
4.2.1.4. Huracanes	42
4.2.1.5. Incendios forestales	43
4.2.2. AMENAZAS SOCIONATURALES	44
4.2.2.1. Inundaciones	44
4.2.2.2. Tolvaneras	45
4.2.2.3. Deslizamientos	45
4.2.3. AMENAZAS ANTROPOGÉNICAS	46
4.3. EVALUACIÓN DE AMENAZAS NATURALES EN EL SITIO DEL PROYECTO	46
4.4. CONCEPTUALIZACIÓN Y METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE RIESGO FÍSICO GENERAL DEL MUNICIPIO	48
4.5. CLASIFICACIÓN DE LAS AMENAZAS SEGÚN INETER	49
4.6. MÉTODO UTILIZADO PARA EL ANÁLISIS DE RIESGO DEL SITIO	50

<b><u>5. PRONÓSTICO DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL AL IMPLEMENTAR EL PROYECTO</u></b>	<b>50</b>
5.1. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	51
5.1.1. ALCANTARILLADO SANITARIO	52
5.1.1.1. Alternativa 1: Mejoramiento y ampliación de la red de alcantarillado sanitario a nueva planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) con capacidad para depurar el 100% del caudal generado por los pobladores de La Paz Centro.	52
5.1.1.2. Alternativa 2: Mejoramiento y ampliación del sistema de alcantarillado sanitario por gravedad hacia nueva planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) + soluciones individuales en los sectores que no drenan por gravedad.	53
5.1.2. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	55
5.2. PRONÓSTICO EN LA ETAPA DE FUNCIONAMIENTO DEL PROYECTO	57
<b><u>6. VALORACIÓN AMBIENTAL</u></b>	<b>59</b>
6.1. METODOLOGÍA PARA LA VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	60
6.2. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	60
6.3. HISTOGRAMA DE EVALUACIÓN DE EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO POR CADA UNO DE SUBCOMPONENTES	68
6.3.1. ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES (EBAR)	68
EBAR 1	68
EBAR 2	70
6.3.2. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)	71
<b><u>7. PLAN DE CONTINGENCIA</u></b>	<b>78</b>
7.1. OBJETIVOS DEL PLAN	78
7.1.1. OBJETIVO GENERAL	78
7.1.2. OBJETIVO ESPECÍFICO	78
7.2. ALCANCE DEL PLAN	78
7.3. PLAN DE CONTINGENCIA	79
<b><u>8. PLAN DE MEDIDAS AMBIENTALES</u></b>	<b>88</b>
<b><u>9. PLAN DE MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS</u></b>	<b>104</b>
9.1. OBJETIVOS DEL PLAN	104
9.2. ALCANCE DEL PLAN	104
9.3. MEDIDAS AMBIENTALES	104
<b><u>10. PLAN DE MANEJO DE LAS AGUAS PLUVIALES</u></b>	<b>108</b>
10.1. OBJETIVOS DEL PLAN	108
10.2. ALCANCE DEL PLAN	108
10.3. MEDIDAS AMBIENTALES	108
<b><u>11. PLAN DE MONITOREO</u></b>	<b>109</b>
11.1. OBJETIVOS DEL PLAN	109
11.2. ALCANCE DEL PLAN	109
11.3. MEDIDAS AMBIENTALES	109
<b><u>12. PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL</u></b>	<b>112</b>
12.1. OBJETIVOS DEL PLAN	112
12.2. ALCANCE DEL PLAN	112
12.3. MEDIDAS AMBIENTALES	112

13. BIBLIOGRAFÍA	113
ANEXOS	116

## INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Mapa de macrolocalización del proyecto	8
Figura 2.2. Mapa de microlocalización del proyecto	9
Figura 3.1. Mapa de fallas del casco urbano de La Paz Centro y zonas de expansión	11
Figura 3.2. Mapa de elevaciones (msnm) del casco urbano de La Paz Centro y zonas de expansión	12
Figura 3.3 Mapa de pendientes (%) del casco urbano de La Paz Centro y zonas de expansión.	13
Figura 3.4 Mapa de precipitación media anual.	14
Figura 3.5 Datos de Precipitación y Temperatura 1974 – 2000, estación León.	15
Figura 3.6 Mapa de Temperatura Media Anual	16
Figura 3.7 Mapa de Evapotranspiración.	16
Figura 3.8 Mapa de cuencas hídricas en las que se ubica el proyecto	17
Figura 3.9 Mapa de subcuencas hidrográficas cuenca 66 “Tamarindo”	18
Figura 3.10 Mapa de estratificación de la vegetación según la clasificación del INAFOR	19
Figura 3.11 Gráficos de número de individuos por estado sucesional por estrato	22
<b>Figura 3.12 Gráfico de abundancia específica y Riqueza de Especies de flora por estrato en el casco urbano de La Paz Centro y zonas de expansión.</b>	<b>24</b>
Figura 3.13 Índice de valor de importancia de especies.	25
Figura 3.14 Gráfico de Riqueza y Abundancia específica de fauna por estrato en el casco urbano de La Paz Centro y zonas de expansión.	28
Figura 3.15. Mapa de distribución local de la fauna	30
Figura 3.16. Plano general de la red de distribución de agua potable	33
Figura 4.1 Mapa de amenaza sísmica para el municipio de La Paz Centro	38
Figura 4.2 Mapa de amenaza sísmica para el casco urbano del municipio de La Paz Centro	39
Figura 4.3 Mapa de Peligro volcánico en el municipio de La Paz Centro	40
Figura 4.4 Mapa de Amenazas por actividad volcánica y sísmica para el municipio de La Paz Centro	41
Figura 4.5 Mapa de Vulnerabilidad volcánica en el municipio de La Paz Centro	41
Figura 4.6 Mapa de amenaza y vulnerabilidad ante sequías	42
Figura 4.7 Mapa de vulnerabilidades ante huracanes	43
Figura 4.8 Mapa de vulnerabilidades ante incendios forestales	43
Figura 4.9 Niveles de riesgo por inundación en el municipio de La Paz Centro	44
Figura 4.10 Zona inundable en el sitio 2 y 3 proyectado para la construcción de la nueva PTAR La Paz Centro.	45
Figura 4.10 Mapa de niveles de riesgo ante deslizamientos	46
Figura 4.11 Mapa de niveles de amenazas naturales	47
Figura 5.1. Alternativa 1: Mejoramiento y ampliación de la red de alcantarillado sanitario a nueva planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) con capacidad para depurar el 100% del caudal generado por los pobladores de La Paz Centro.	53
Figura 5.2 Alternativa 2: Mejoramiento y ampliación de la red de alcantarillado sanitario por gravedad a nueva PTAR + soluciones individuales de saneamiento en los sectores que no drenan por gravedad.	54
Figura 5.3 Mapa de localización de los sitios propuestos para emplazar la nueva PTAR	56
Figura 6.1. Mapa de ubicación de EBAR 1.	69
Figura 6.2. Mapa de ubicación de EBAR 2.	70

Figura 6.2. Mapa de ubicación de sitio 1	72
Figura 6.3. Mapa de ubicación de sitios 2 y 3	74

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3.1. Mosaico de especies de flora identificadas en los tres estratos estudiados. De izquierda a derecha: <i>Crescentia alata</i> , <i>Azadirachta indica</i> y <i>Acacia collinsii</i> .	23
Fotografía 6.1. Sitio de emplazamiento actual de la PTAR y zonas cercanas	73
Fotografía 6.2. Sitio 2 para emplazamiento de PTAR	75
Fotografía 6.3. Sitio 3 para emplazamiento de PTAR	77

## INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Coordenadas de sitios propuestos para emplazamiento de las obras – La Paz Centro	10
Tabla 3.1. Clasificación de los tipos de bosques identificados en los estratos y zonas de caracterización de flora.	20
Tabla 3.2. Presencia de fauna en parcelas de muestreo en el casco urbano de La Paz Centro y zonas de expansión.	26
Tabla 3.3. Especies identificadas por medio de entrevistas	27
Tabla 4.1. Valores ponderados por amenaza natural para el sitio del proyecto	47
Tabla 4.2. Escala de clasificación de amenazas	50
Tabla 5.1. Actividades generales para la construcción de obras del proyecto	51
Tabla 5.2. Calidad del efluente de la opción tecnológica 1: Pre Tratamiento + Laguna de Estabilización Facultativa + Laguna de Estabilización de Maduración	58
Tabla 5.3. Calidad del efluente de la opción tecnológica 2: Pre Tratamiento +UASB + + Laguna de Estabilización de Maduración	59
Tabla 6.1. Identificación y valoración de impactos ambientales potenciales Alcantarillado sanitario	61
Tabla 6.2. Identificación de impactos ambientales potenciales planta de tratamiento de aguas residuales	64
Tabla 6.3. Criterios de ubicación según la NTON 05-027-05 de la EBAR 1	69
Tabla 6.3. Criterios de ubicación según la NTON 05-027-05 de la EBAR 2	70
Tabla 6.4. Criterios de ubicación según la NTON 05-027-05 del sitio 1	72
Tabla 6.5. Criterios de ubicación según la NTON 05-027-05 del sitio 2	74
Tabla 6.6. Criterios de ubicación según la NTON 05-027-05 del sitio 3	76
Tabla 7.1. Plan de contingencia ante amenazas naturales para el proyecto	79
Tabla 7.2. Plan de contingencia ante amenazas antropogénicas para el proyecto	82
Tabla 7.3. Plan de contingencia antes riesgos operativos del proyecto.	84
Tabla 8.1 Medidas Ambientales generales para la etapa de construcción del alcantarillado sanitario	88
Tabla 8.2 Medidas Ambientales generales para la etapa de operación del alcantarillado sanitario	94
Tabla 8.3 Medidas Ambientales generales para la etapa de construcción de la PTAR	95
Tabla 8.3 Medidas ambientales generales para la etapa de operación de la PTAR	102
Tabla 9.1. Medidas ambientales para el manejo de los residuos sólidos en la etapa de construcción.	104
Tabla 9.2. Medidas ambientales para el manejo de los residuos sólidos en la etapa de operación y mantenimiento	106

<i>Tabla 9.3. Medidas ambientales para el cierre de la planta de tratamiento de aguas residuales del casco urbano de La Paz Centro.....</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 10.1. Medidas ambientales para el manejo de aguas pluviales del proyecto.....</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 11.1. Medidas ambientales para el monitoreo ambiental. ....</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 12.1. Medidas ambientales para el seguimiento ambiental.....</i>	<i>112</i>

## 1. INTRODUCCIÓN

El Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional de Nicaragua (GRUN), ha establecido el aumento de la cobertura efectiva de abastecimiento de agua y saneamiento y mejorar los servicios, promoviendo el uso racional del recurso hídrico y asegurar el mantenimiento de los sistemas y redes existentes", tanto en las áreas urbanas como en las rurales, como una política consignada en el **Plan Nacional de Desarrollo Humano (PNDH) 2012-2016**.

Bajo esta política el Gobierno ha estructurado el PNDH 2018-2021 en 19 ejes estratégicos que dan lineamientos generales para continuar impulsando el desarrollo integral del país, de manera inclusiva y sostenible, y en concreto seguir avanzando en la provisión equitativa del agua y saneamiento, reducir la contaminación generada por la descarga de aguas residuales y promover la construcción, uso y sostenibilidad de los sistemas de agua potable y saneamiento.

Pero además en el marco de estos 19 ejes estratégicos el PNDH plantea 4 políticas ambientales y de protección de los recursos naturales, dentro de la cuales se plantea "4. *Regular y controlar la contaminación ambiental para la conservación de los ecosistemas y la salud humana*".

En cumplimiento de ese mandato, el GRUN desarrolló una estrategia diseñada en 2012 denominada Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano (PISASH), ejecutada por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL), y que pretende impulsar el logro de las metas nacionales establecidas en el PNDH para el sector agua y saneamiento en un período de 20 años.

El PISASH contempla la mejora y ampliación de los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales en áreas urbanas y rurales; el incremento de capacidades institucionales para operación, mantenimiento, gerencia y sostenibilidad financiera; y la gestión integral del recurso hídrico, para que la población ejerza plenamente su Derecho Humano al Agua y al Saneamiento.

La Fase I del PISASH, denominada "Programa de Mejoramiento y Ampliación de los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento en 19 Ciudades", ha sido ejecutada entre 2014 y 2019 por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL).

El Programa PISASH comprende en su Fase I, una inversión de 343 millones de dólares en obras de construcción, ampliación y mejoramiento de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario en 19 ciudades de Nicaragua, impactando positivamente en la calidad de vida de la población: Se incrementará la cobertura de agua potable del actual 67% al 95% en 2019. Se incrementará la cobertura de saneamiento del actual 18% a 55% en 2019.

Dentro de los objetivos del Programa se encuentran los Estudios y Diseños para la construcción del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Tratamiento de las Aguas Residuales de la ciudad de **Mateare**, departamento de Managua, y las ciudades de **La Paz Centro y Nagarote**, departamento de León, el cual tiene un periodo de diseño de veinte años

comprendidos entre el 2021 y el 2041, logrando una cobertura urbana real y efectiva del 100%, garantizando contribuir a mejorar la calidad de vida de la población residente en las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote,

La empresa **Ingeniería PROCON** ha sido adjudicada para el desarrollo de los Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario de las Ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote; los cuales contemplan la realización de estudios de diagnóstico, factibilidad y diseño final constructivo y documentos de licitación de cada uno de los subproyectos.

Es en el marco de la realización de la factibilidad, que el presente documento tiene como propósito exponer el análisis ambiental para el Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la **Ciudad de La Paz Centro**, el cual representa la pauta para determinar la viabilidad del Sistema de Tratamiento (AS) y los Sitios de Emplazamiento de Obras propuestos, en cuanto a identificación y valoración de los posibles impactos ambientales, acompañados con las propuestas de medidas de control para la reducción de los mismos, además de la valoración de riesgos y sus respectivas medidas de contingencia.

El presente análisis ambiental comprende un total de doce capítulos estructurados de la siguiente manera:

- Inciso 2: Se presenta la macro y micro localización del proyecto.
- Inciso 3: Se describe las características del medio biótico, abiótico y socioeconómico del casco urbano de La Paz Centro, sus zonas de expansión y el área de ubicación de la PTAR.
- Inciso 4: Se presenta el análisis de riesgo del municipio y el sitio de emplazamiento de las obras del proyecto.
- Inciso 5: Se realiza una predicción cualitativa de la situación ambiental del área de influencia con el proyecto.
- Inciso 6: Se realiza la identificación y valoración de impactos ambientales y la evaluación de emplazamiento de sitio a través del Histograma de emplazamiento.
- Inciso 7 al 12: Se presentan los planes de contingencia y planes de manejo ambiental del proyecto.



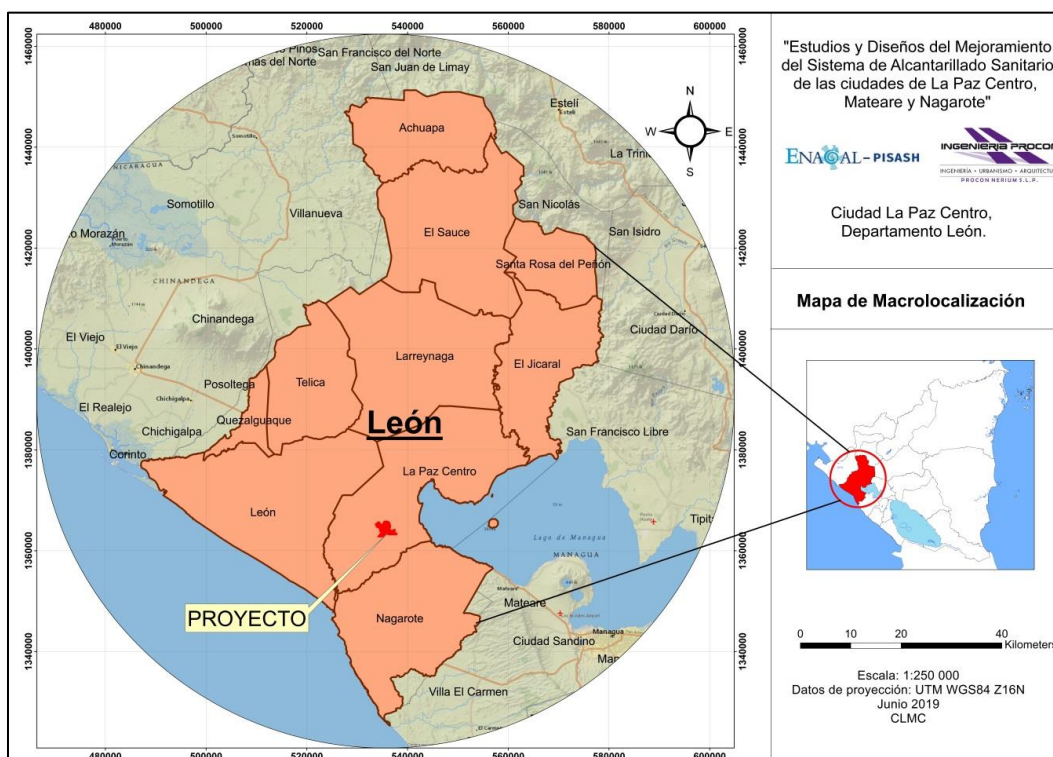
## 2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se localiza en el casco urbano del municipio de La Paz Centro, Departamento de León, Región Pacífico de Nicaragua. El municipio de La Paz Centro, por su ubicación física tiene límites al Norte con los Municipios de Larreynaga y El Jicaral; al Sur con el Municipio de Nagarote; al Este con el Municipio de Nagarote y el Lago Xolotlán; al Oeste con el Municipio de León.

La ciudad de La Paz Centro es la cabecera del municipio de su mismo nombre, y se ubica a 57 Km. al noroeste de la ciudad de Managua, capital de la Republica y 35 km al este de la ciudad de León. A continuación se describe la macro y micro-localización del proyecto:

### 2.1. Macrolocalización

Desde el punto de vista de la macro-localización, el proyecto se encuentra en el Departamento de León, el cual limita al norte con los departamentos de Chinandega y Estelí, al sur con el departamento de Managua y al oeste con el océano Pacífico. La siguiente figura muestra el mapa de macro-localización del proyecto:



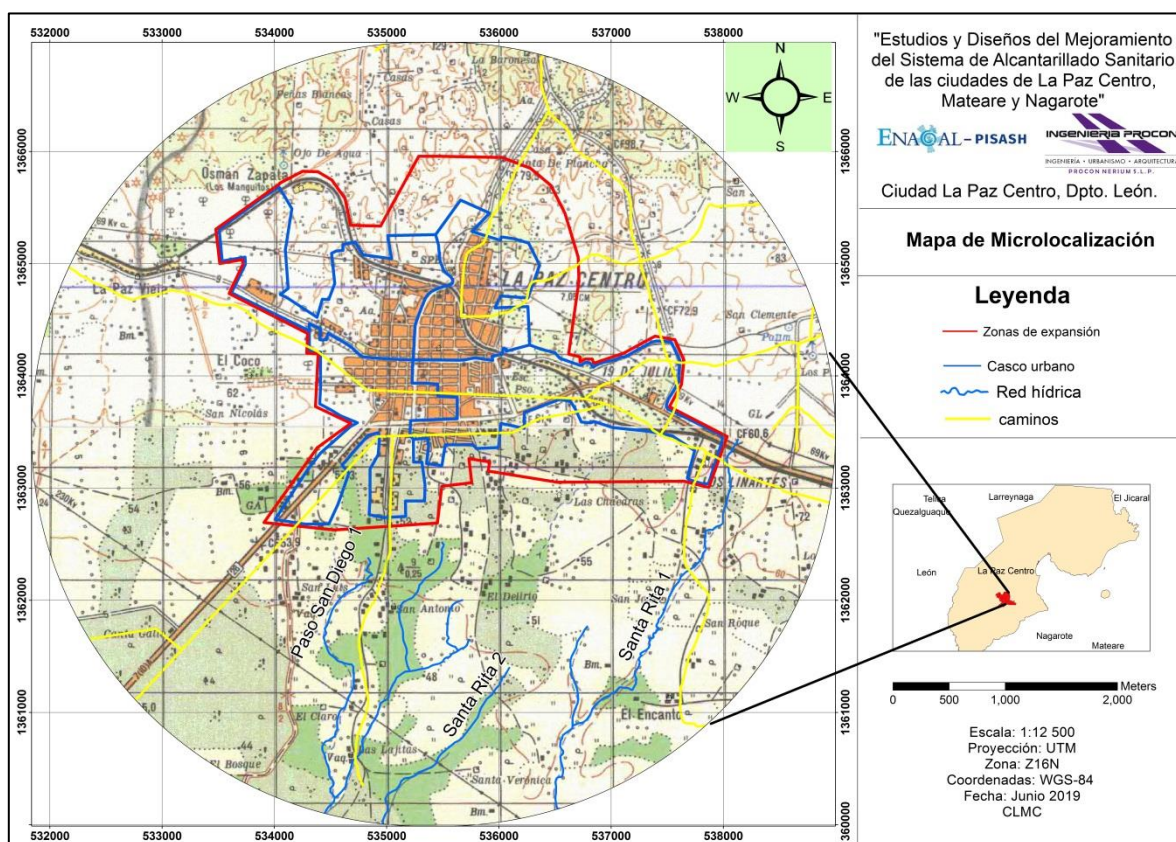
**Figura 2.1. Mapa de macrolocalización del proyecto**  
 Fuente: Elaboración propia, 2019

## 2.2. Microlocalización

Desde el punto de vista de micro localización el proyecto se ubica en el casco urbano de la ciudad del municipio de La Paz Centro. El casco urbano de La Paz Centro comprende cuatro distritos que agrupa un total de 34 barrios, cuya población base es de 20,434<sup>1</sup> habitantes.

El acceso al casco urbano de La Paz Centro desde la capital, Managua, se realiza a través de la carretera Nueva León, la cual es una vía principal totalmente asfaltada.

El sistema de tratamiento de aguas residuales propuestos, obras de mejoramiento y ampliación de la red de alcantarillado sanitario y estaciones de bombeo estarán emplazados en el casco urbano de La Paz Centro y áreas de expansión proyectadas. En el siguiente mapa se presenta la microlocalización del área de este proyecto en la hoja topográfica 2853-II y 2852-I de La Paz Centro, en donde estarán emplazadas las obras del proyecto.



**Figura 2.2. Mapa de microlocalización del proyecto**

Fuente: Elaboración propia, 2019

<sup>1</sup> La población base del proyecto es obtenida del censo de población y vivienda realizado por esta consultoría en febrero del año 2019.

Con base en su micro-localización el área de influencia del proyecto está definida por el casco urbano del municipio de La Paz Centro, las áreas de expansión proyectadas y el sitio de emplazamiento de la PTAR, lo que comprende aproximadamente 128 Ha (1.39 Km<sup>2</sup>).

Tomando en consideración la definición anterior, el área de influencia indirecta está por comprendida por el área de influencia directa más 2 km aguas abajo del sitio de descarga del efluente en el cauce Las Lajitas.

En el marco de la realización del presente estudio se han identificado 3 posibles sitios para el emplazamiento de la nueva PTAR y dos sitios para dos EBAR, tomando en cuenta aspectos como: distancia de los asentamientos aledaños al sitio, vías de acceso, número de viviendas, servicios básicos, uso actual del suelo, pendientes, caracterización geológica e hidrogeológica, manejo de aguas residuales domésticas y excretas, y proximidad de los sitios con respecto al cuerpo receptor.

Las coordenadas y área disponible de cada sitio son las expuestas a continuación:

**Tabla 2.1. Coordenadas de sitios propuestos para emplazamiento de las obras – La Paz Centro**

Componente	Coordenadas		Área (Ha)
	E	N	
PTAR Sitio 1	535784	1363010	5.00 <sup>2</sup>
PTAR Sitio 2	535207	1361012	9.94
PTAR Sitio 3	534957	1360746	7.23
EBAR 1	534205	1362769	0.09
EBAR 2	: 536801 :	1363793	0.09

Fuente: elaboración propia, 2019

### 3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

#### 3.1. Medio físico

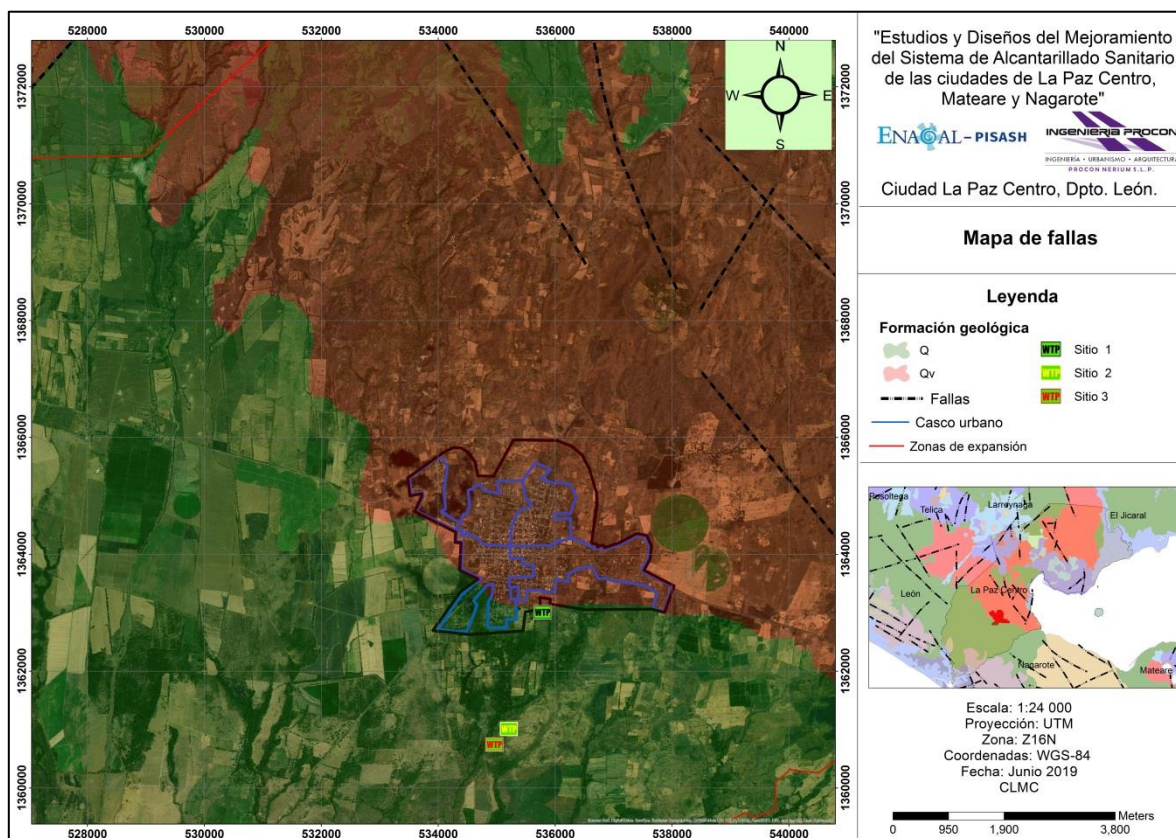
##### 3.1.1. Características geológicas

La geología del municipio de La Paz Centro corresponde al Cuaternario, específicamente a Rocas Cuaternarias del Haloceno Reciente.

La composición de las rocas cuaternarias es una combinación de rocas de origen volcánico y volcánico sedimentaria, presentando en su mayoría una composición andesítica en el caso de las tobas y las cenizas de tono grises, escoria, lapilli y flujos lávicos y en menor grado de composición ácida, en caso de las pómez / flujos pumíticos.

<sup>2</sup> El predio propiedad de ENACAL tiene una extensión de 5 Ha; de las cuales, el 50% (2.5 Ha) está ocupada por las instalaciones que conforman la actual planta de tratamiento.

Las características geológicas en la zona inmediata del proyecto están definidas por Cuaternarios piroclásticos (Qv) y Cuaternarios sedimento indiferenciado (Q), tal a como se observa en el siguiente mapa.



**Figura 3.1. Mapa de fallas del casco urbano de La Paz Centro y zonas de expansión**  
 Fuente: Elaboración propia, 2019

El mapa de fallas del casco urbano de La Paz Centro muestra que las fallas geológicas se encuentran ubicadas en la parte central y Noreste del municipio, encontrándose la falla más próxima al proyecto a una distancia mayor a 2 kilómetros.

Tanto el área del casco urbano como los sitios de emplazamiento de las alternativas se encuentran fuera del área directa de fallas geológicas.

### 3.1.2. Geomorfología

El Municipio de La Paz Centro se ubica en las Provincias Geomorfológicas: Planicie o Llanura del Pacífico, también llamada **Planicie Nagrandanos**; **Cordillera Volcánica del Pacífico**, y **Depresión Nicaragüense**. La Cordillera Volcánica del Pacífico atraviesa el territorio municipal en dirección NO-E, constituyéndose en el parte agua de dos cuencas: la de la Planicie o Llanura Costera del Pacífico, con elevaciones de 0 msnm a 300 msnm., al

Sur, y la de la Depresión Nicaragüense, con elevaciones desde los 30 msnm (Nivel del lago) hasta los 300 msnm al Norte.

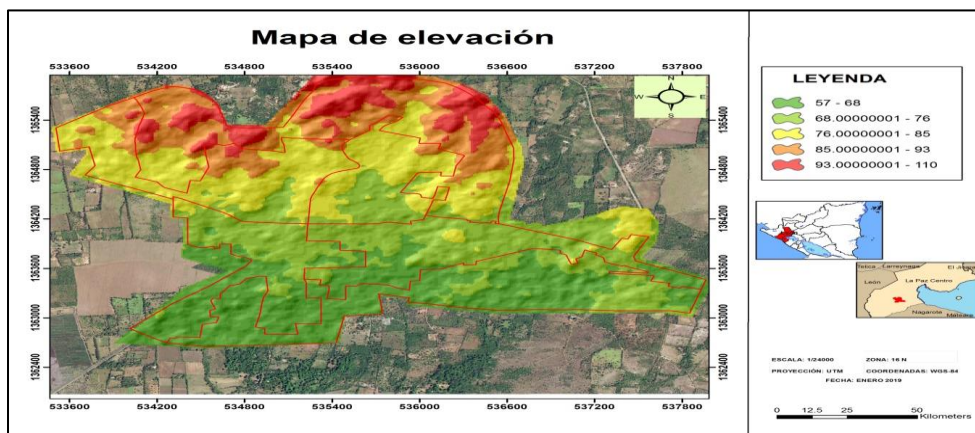
Además en la Planicie Nagrandanos, al Norte de la cabecera municipal se ubica una zona fisiográfica de Lomeríos de La Paz Centro, de baja altura asociada con pequeñas planicies; las alturas varían de 100 msnm., a 181 msnm.; también en el Sector Sureste se encuentran Las Mesas del Tamarindo constituidas por un conjunto de lomeríos encadenados de baja altura, 63 msnm la mayor, con pendientes entre de 5 a 50 %.

En la Cordillera de los Maribios las altitudes van desde los 300 msnm., hasta los 1,297 msnm., que corresponde al Volcán Momotombo. Se encuentran además, de Noroeste a Este: Volcán Las Pilas 1,001 msnm., Cerro El Picacho 879 msnm., Volcán El Hoyo 1,088 msnm., Cerro Ojo de Agua 813 msnm., Cerro Los Tacanistes 512 msnm., Cerro Asososca 818 msnm., Cerro Los Palomos 333 msnm., Cerro Montoso 531 msnm., Volcán Momotombo 1,297 msnm., Loma La Guatusa 476 msnm., y Volcán Momotombito 390 msnm.

### 3.1.2.1. Relieve y Pendiente

El área de casco urbano y zonas de expansión se ubican dentro de la planicie Nagrandanos, la cual es una extensa llanura de origen volcánico, que se caracteriza por tener pendientes de más o menos 2% hacia el SO, y comprende las partes bajas de los departamentos de Chinandega y León (incluyendo los municipios de Nagarote, La Paz Centro, León, Chinandega, El Viejo y Tola). Hacia el SO bordea casi en su totalidad las zonas más altas que corresponden a las Mesetas del Tamarindo.

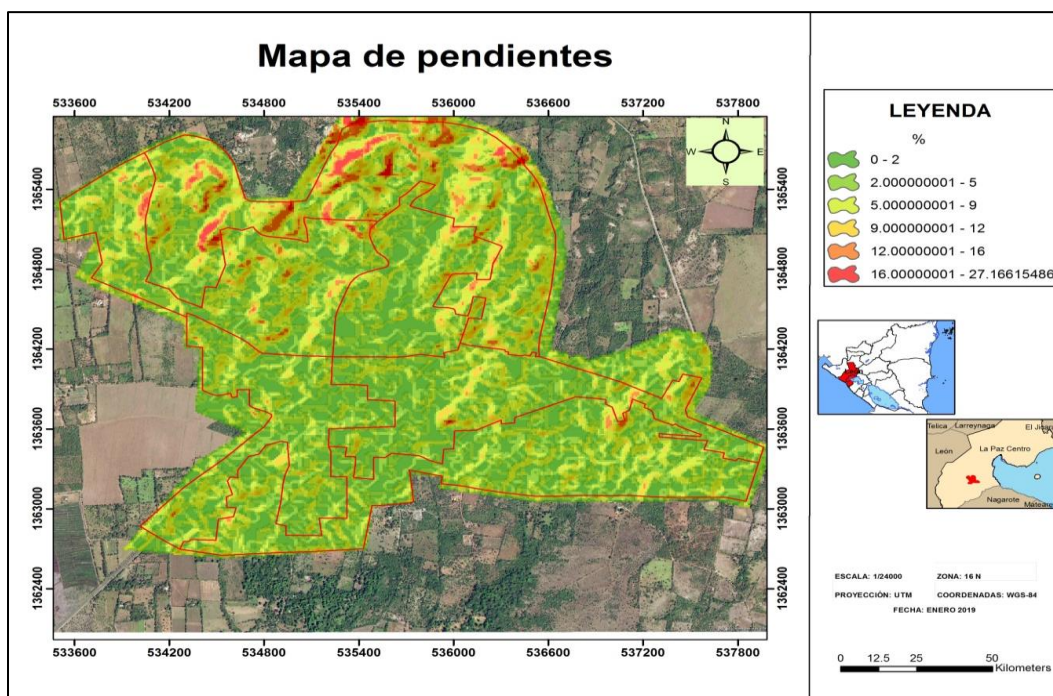
Particularmente en el área del casco urbano y las zonas de expansión las elevaciones oscilan entre 57 a 110 metros sobre el nivel del mar (msnm). En el área de casco urbano las pendientes oscilan entre 57 a 93 msnm. En el siguiente mapa se presenta la modelación de las elevaciones para el área del Proyecto.



**Figura 3.2. Mapa de elevaciones (msnm) del casco urbano de La Paz Centro y zonas de expansión**

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tal a como se aprecia en la Figura 3.2 la elevación del terreno aumenta de sur a norte, encontrando zonas más elevadas en el costado norte de la ciudad, sobre todo en las zonas periurbanas. En lo que respecta con las pendientes éstas oscilan entre suaves a moderadas. En el siguiente mapa se presenta la modelación de la pendiente para el área del proyecto.



**Figura 3.3 Mapa de pendientes (%) del casco urbano de La Paz Centro y zonas de expansión.**  
 Fuente: Elaboración propia, 2019

Según se aprecia en la Figura 3.3, las pendientes en el casco urbano y zonas de expansión oscilan entre 0 a 27 %. Las pendientes máximas oscilan entre 16 y 27 % y están ubicadas en el costado norte del casco urbano, ocupando una superficie pequeña.

Las pendientes oscilan entre suaves a moderadas y no existen pendientes fuertes en el casco urbano y zonas de expansión, por lo tanto los procesos de erosión probablemente tengan incidencia en las zonas periurbanas con pendientes mayores a 15 %, es decir, en la parte norte del área del proyecto, donde procesos de erosión laminar son muy posibles debido a la pobre cobertura vegetal que existe en estas zonas.

### 3.1.3. Meteorología

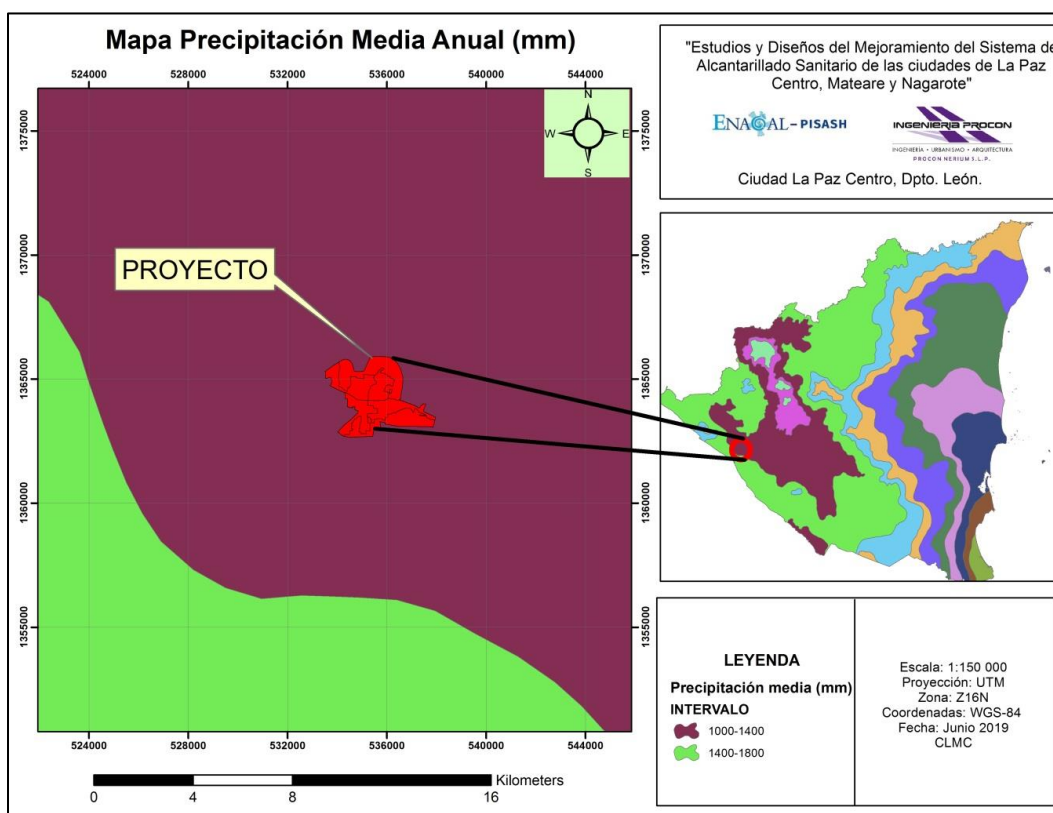
El clima del territorio de la Paz Centro se encuentra determinado por su ubicación, en la zona climática de la Sabana, la cual se caracteriza por poseer dos estaciones climáticas: estación lluviosa que abarca desde mediados de Mayo o a inicios de Junio hasta finales de Octubre o a inicios de Noviembre (5 meses aproximadamente) y la estación seca que va de Noviembre hasta Mayo (siete meses aproximadamente).

De acuerdo a la clasificación de Köppen modificada, el clima del área de estudio corresponde al AW<sub>2</sub>: Clima Caliente y Subhúmedo con lluvia de verano.

De acuerdo con el Catálogo de Estaciones Meteorológicas de Nicaragua publicado por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), la cuenca 66 o cuenca Río Tamarindo, en la que se encuentra ubicada el proyecto, cuenta con una estación hidrometeorológica ordinaria (HMO), a través de la cual se realiza la medición de parámetros climatológicos oficiales para el área del proyecto.

### 3.1.3.1. Precipitación

De acuerdo con el Mapa de Precipitación Media Anual, el área del proyecto se encuentra en zona de precipitación media que oscila entre 1000-1400 mm/año, tal a como se presenta en la siguiente figura:



**Figura 3.4 Mapa de precipitación media anual.**  
 Fuente: Elaboración propia, 2019

"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"

Tomando como referencia los datos históricos de la Estación Meteorológica de León las precipitaciones máximas están registradas para el mes de septiembre, con 423.4 mm/mes y las mínimas para el mes de febrero con 0.3 mm/mes, tal a como se presenta en la siguiente figura:

**Normas Históricas - LEON**

Estación: - LEON (AEROP.GODOY) / LEON		Latitud: 12° 25' 36" N											
Código: 64 043		Longitud: 86° 54' 48" W											
Período: 1974 - 2000		Elevación: 60 msnm											
Parámetro: precipitación (mm)		Tipo: HMP											
Decena	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Mensual	2.2	0.3	2.8	16.0	232.3	217.2	107.2	178.7	423.4	317.5	90.0	5.2	1592.9
Estación: - LEON (AEROP.GODOY) / LEON		Latitud: 12° 25' 36" N											
Código: 64 043		Longitud: 86° 54' 48" W											
Período: 1974 - 2000		Elevación: 60 msnm											
Parámetro: temperatura media (°C)		Tipo: HMP											
Decena	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Mensual	27.0	28.0	28.9	29.5	28.5	27.3	27.5	27.3	26.3	26.1	26.2	26.3	27.4

**Figura 3.5 Datos de Precipitación y Temperatura 1974 – 2000, estación León.**  
 Fuente: INETER, 2016

3.1.3.2. Vientos

La velocidad media anual de los vientos es de 1.8 m/seg, 5.75 Km/h, con un mínimo de 3.25 Km/h y un máximo de 10.15 Km/h, los vientos tienen mayores velocidades en los meses secos con un máximo en Marzo de 8.64 Km/h y menores velocidades en Septiembre con un mínimo de 3.6 Km/h.

La dirección predominante de los vientos es de Este a Oeste. La altitud comprende de 0 a 100 msnm. (Alcaldía La Paz Centro, 2008)

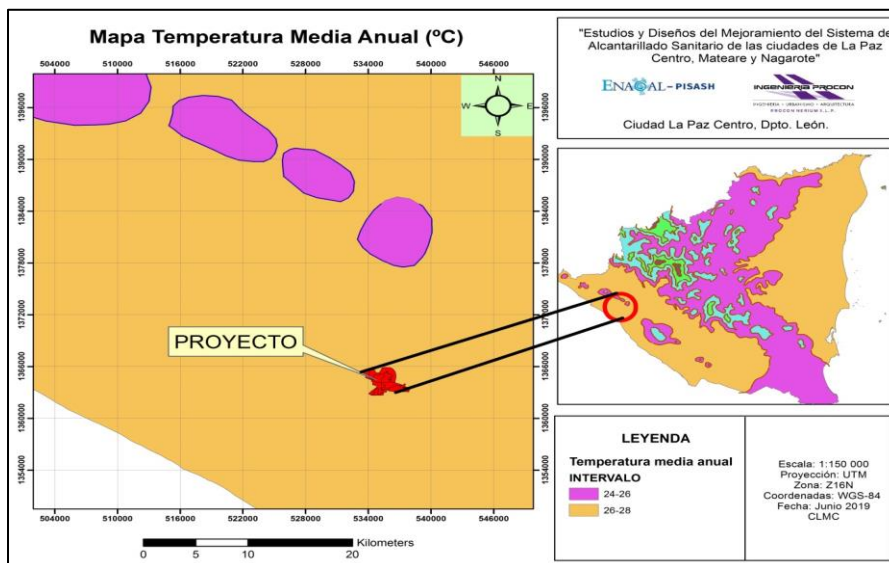
3.1.3.3. Temperatura

La temperatura media anual para el municipio de La Paz Centro es de 27°C y la humedad relativa media anual es de 76 %. Las temperaturas máximas y mínimas son de 29.5°C en el mes de abril y 26.1°C en el mes de octubre, respectivamente.

La siguiente figura muestra la distribución de la temperatura media anual a nivel de Nicaragua y del área de intervención del proyecto:



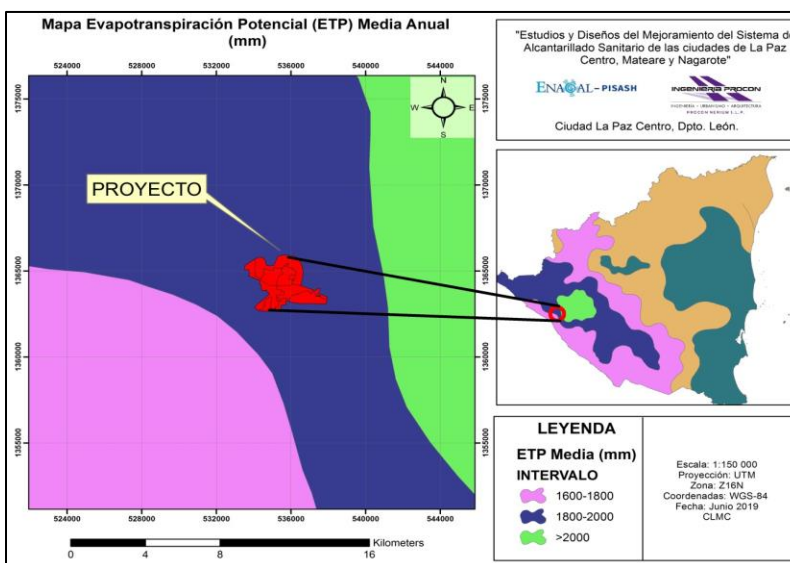
"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"



**Figura 3.6 Mapa de Temperatura Media Anual**  
 Fuente: Elaboración propia, 2019

3.1.3.4. Evapotranspiración Potencial (ETP)

La Evapotranspiración Potencial media anual presenta rangos de isóneas de evapotranspiración que varían desde de 1800 a 2000 milímetros en el área de ubicación del proyecto. La siguiente figura presenta la ubicación del proyecto respecto con los valores medios de ETP Anual para el país.



**Figura 3.7 Mapa de Evapotranspiración.**  
 Fuente: Elaboración propia, 2019

### 3.1.4. Hidrología superficial e hidrogeología

Hidrológicamente el municipio de La Paz Centro se ubica en la Vertiente del Pacífico y comprende tres cuencas hidrográficas (Ver Figura 3.8):

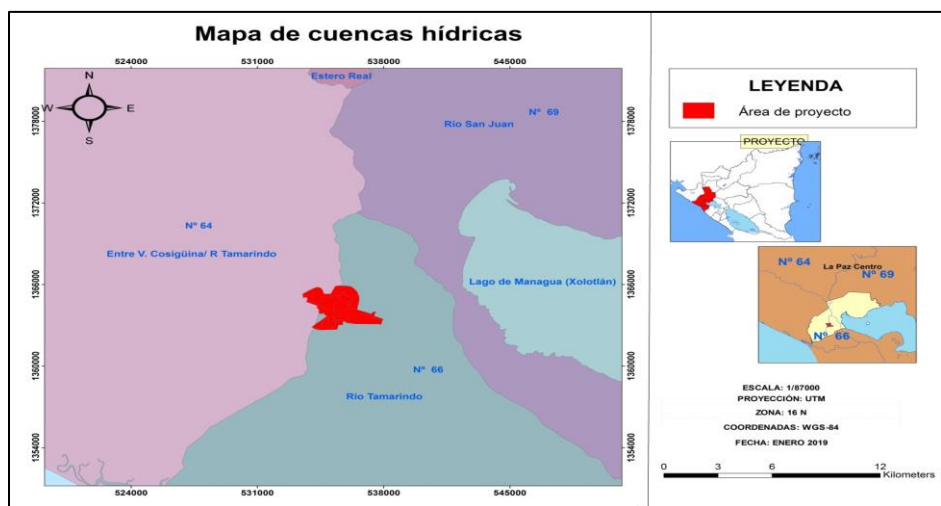
- La Cuenca 64 o cuenca entre Cosigüina y Tamarindo
- La Cuenca 69 o cuenca Río San Juan
- La Cuenca 66 o cuenca Río Tamarindo.

La cuenca No. 64 ubicada al NO del país tiene una extensión territorial de 2951 km<sup>2</sup>. El área se distribuye entre los departamentos de Chinandega (57.6%) y el de León (42.4%). (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, 2010).

La cuenca 66, Río Tamarindo, tiene una extensión territorial de 318 km<sup>2</sup>. El 75 % del área de la cuenca pertenece al municipio de Nagarote y el 25 % restante a La Paz Centro, ambos del departamento de León.

La cuenca No. 69 desarrollada sobre la depresión de Nicaragua, ocupa un área de 29 824 km<sup>2</sup>, abarca un total de 81 municipios de 13 departamentos (Atlántico Sur, Boaco, Carazo, Chontales, Estelí, Granada, Jinotega, León, Managua, Masaya, Matagalpa, Río San Juan y Rivas. Están contenidos los dos Grandes Lagos: El Cocibolca y Xolotlán. El mayor porcentaje de área lo cubre el municipio de Río San Juan con 20.6%, y en el caso del departamento de León ocupa un área de 5.3 %, dentro del cual se incluye siete municipios, de los cuales, el Municipio de La Paz Centro abarca un área de 410.07 Km<sup>2</sup> dentro de esta cuenca.

En el siguiente mapa se presenta la ubicación del proyecto en relación con las cuencas hidrográficas previamente descritas.



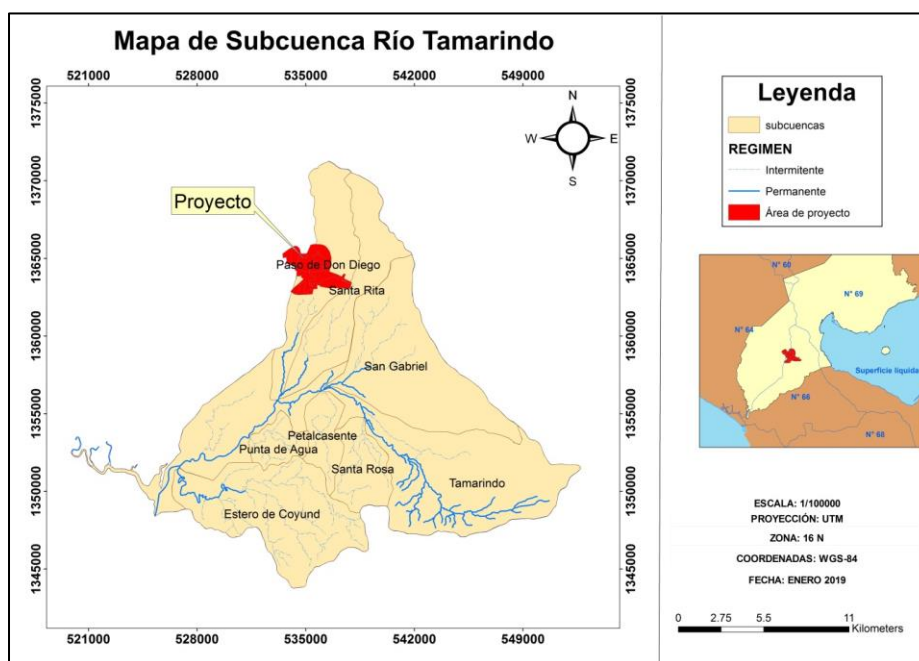
**Figura 3.8 Mapa de cuencas hídricas en las que se ubica el proyecto**

Fuente: Elaboración propia, 2019

El casco urbano del municipio de La Paz Centro, y área de estudio, está comprendida específicamente entre la cuenca 64 y la cuenca 66 (Ver Figura 3.8), siendo ésta última la que abarca la mayor parte del territorio del casco Urbano y las zonas de expansión. Aplicando la metodología Pfafstetter la Unidad Hidrográfica en la que se enmarca el proyecto es la 66-9533758.

El río principal de la cuenca 66 la constituye el Río Tamarindo, el cual cuenta con 33 Km. de longitud, con un área de drenaje de 318.0 Km<sup>2</sup>. Tiene sus cabeceras en la amplia llanura situada entre Nagarote y la Paz Centro, donde confluyen las quebradas de San Antonio, San Gabriel y Paso de Don Diego, que le conforma.

Tal a como se observa en el siguiente mapa, el casco urbano del municipio de La Paz Centro está ubicado en la subcuenca hidrográfica conocida como Paso de Don Diego, donde confluyen las quebradas de Paso de Don Diego y las Lajitas, las cuales drenan hacia el Río El Tamarindo y son cuerpos de agua superficial intermitentes.



**Figura 3.9 Mapa de subcuencas hidrográficas cuenca 66 “Tamarindo”**  
 Fuente: Elaboración propia, 2019

Desde el punto de vista hidrogeológico, según refiere la Caracterización del Municipio de La Paz Centro, el nivel freático del municipio oscila entre 3 y 10 metro de profundidad.

La transmisibilidad presenta valores de 200 mm al día en las proximidades de las cuencas del Tamarindo. La capacidad específica registrada varía entre 4 m. cúbicos por hora y 50 m. cúbicos por hora. En la meseta del Tamarindo la capacidad específica varía entre 5 a 10 m cúbicos por día. La profundidad promedio de los pozos es inferior a los 75 m (Alcaldía de La Paz Centro, 2005).

### 3.2. Medio Biótico

El diagnóstico ambiental realizado en el marco del producto 3 de la presente consultoría describe la caracterización detallada de la situación de la flora y fauna del área de incidencia del proyecto, la cual fue evaluada a través de la metodología de Evaluación Ecológica Rápida (EER). Los principales resultados de la evaluación cualitativa y cuantitativa del medio biótico se presentan a continuación:

#### 3.2.1. Flora

El Municipio de La Paz Centro se ubica en La Región Ecológica I, Sector del Pacífico, en la Formación Vegetal Zonal del Trópico de acuerdo a la clasificación de Salas. La Región Ecológica I (del Pacífico) es, en términos generales, la más seca y caliente del país. Desde el punto de vista de la fisonomía de la vegetación y de su composición florística, la Región Ecológica I comprende diferentes categorías de vegetación una gran diversidad de especies vegetales nativas y de asociaciones vegetales cuya presencia en cada localidad responde a los factores ecológicos de clima, geología, topografía, suelo y actividades humanas. (Salas E., 1993).

De forma general se puede clasificar la vegetación del casco urbano de La Paz Centro y zonas de expansión, área sujeta de estudio de este análisis, como bosques de sabana con vegetación arbustiva y reductos de bosque abierto latifoliado en las zonas periurbanas del casco urbano; y bosque de galería en los márgenes de los afluentes que drenan en la subcuenca Paso de Don Diego.

De forma específica los estratos o bosques identificados en el área de influencia directa del proyecto se presentan en el mapa a continuación, los cuales fueron identificados tomando como referencia la clasificación de INAFOR.

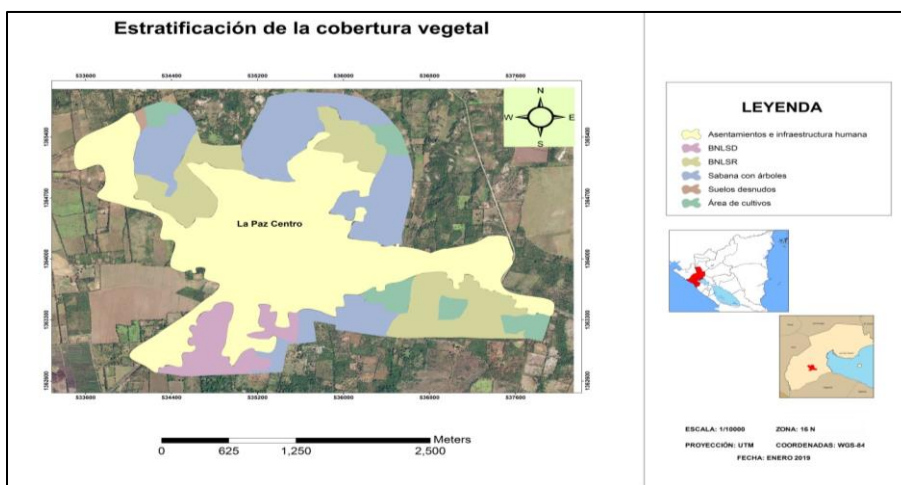


Figura 3.10 Mapa de estratificación de la vegetación según la clasificación del INAFOR  
 Fuente: elaboración propia, 2019

Se identificó un total de seis estratos, de los cuales se realizó una Evaluación Ecológica Rápida en **tres estratos**: Bosque Natural Latifoliado Secundario Ralo (BNLSR), Bosque Natural Latifoliado Secundario Denso (BNLSD) y Sabana con árboles (SA), ubicados en el área de influencia directa del proyecto. Estos estratos ocupan una superficie de 126, 47 y 183 Hectáreas, respectivamente, del área de influencia directa del proyecto. El estrato de mayor ocupación es el área de Asentamientos e infraestructura humana, que ocupa el 51 % del área total del proyecto. Las zonas de expansión, corresponde al 49 % del área de influencia directa del proyecto, y dentro de éste el estrato de Sabana con árboles ocupa la mayor extensión de territorio, combinándose con áreas de tacotal y suelos desnudos.

La siguiente tabla presenta la superficie en hectáreas y porcentajes de ocupación de los estratos en el área directa de incidencia del proyecto:

**Tabla 3.1. Clasificación de los tipos de bosques identificados en los estratos y zonas de caracterización de flora.**

Identificación	Clasificación	Código	Superficie (Ha)	%
<b>Estrato 1</b>	Bosque natural latifoliado secundario ralo	BNLSR	126	15.5
<b>Estrato 2</b>	Bosque natural latifoliado secundario denso	BNLSD	47	5.8
<b>Estrato 3</b>	Sabana con árboles	SA	183	22.5
<b>Estrato 4</b>	Asentamientos e infraestructura humana	AH	410	50.5
<b>Estrato 5</b>	Suelos desnudos	Sd	2	0.2
<b>Estrato 6</b>	Áreas de cultivo	Áreas de cultivo	43	5.3
<b>Total</b>			812	100

Fuente: elaboración propia, 2019

Tal a como se presenta en la tabla anterior, los estratos BNLSR y BNLSD corresponden al 22% del área de influencia directa del proyecto, representado como reductos de bosques fuertemente presionados por amenazas naturales y antropogénicas.

Los resultados de la EER en las tres parcelas de muestreo ubicadas en los tres estratos para identificar la composición florística, la abundancia y el índice de valor de importancia (IVI) de las especies presentes en el área de estudio del presente análisis, son presentados en el siguiente inciso. Adicionalmente, se procedió a realizar una identificación general de flora presente en el estrato Asentamientos e infraestructura humana; y de Bosque de Galería, únicamente a nivel de identificación taxonómica. Éste último estrato definido en la quebrada Las Lajitas, la cual recibe la descarga del efluente de la PTAR (1.6 km aguas debajo de la PTAR).

### 3.2.1.1. Composición florística general

Se identificó un total de 14 especies de fustales en los tres estratos estudiados, de los cuales las especies predominantes son el Tiguilote (*Cordia dentata Poir*), el cual está presente en los tres estratos y el Güiligüiste (*Karwinskia calderonii*), identificado en el

estrato BNLSR como segunda especie dominante. Estas dos especies son nativas de la zona y propias de la región ecológica I (Salas E., 1993).

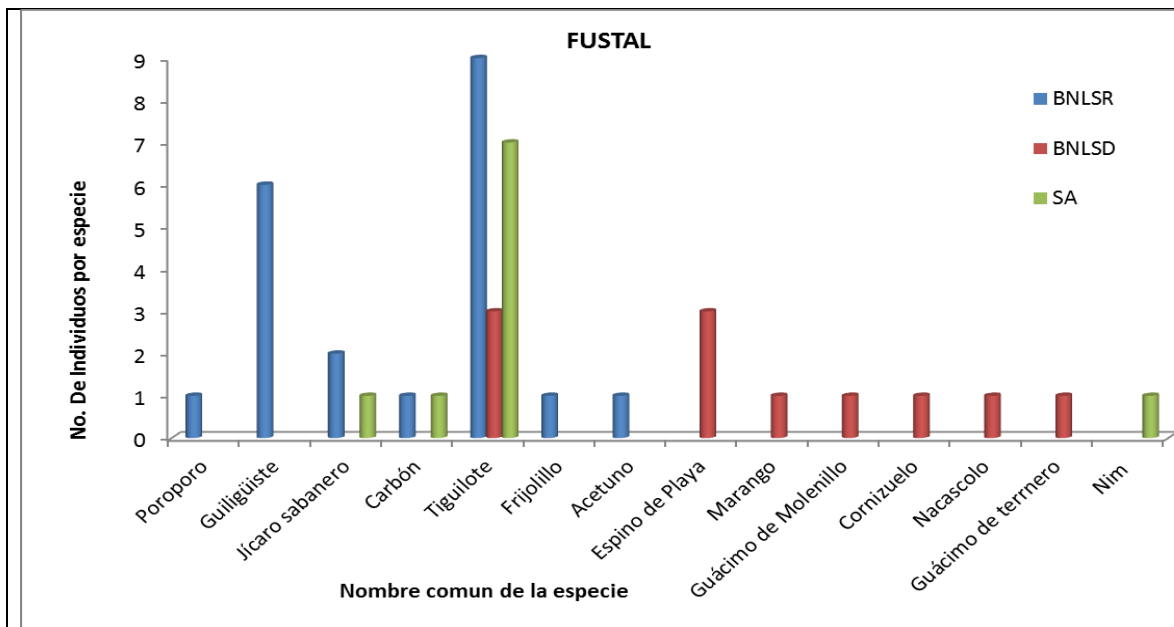
En la evaluación realizada se encontró siete especies de Latizales, con dominancia de Guayabillo (*Myrcianthes fragans*) en el estrato BNLSR y *Karwinskia calderonii* en el estrato BNLSR. En el estrato SA no se identificó latizales.

En lo que respecta con los brinzales se identificó un total de 12 especies, de las cuales, Huevo de Chanco (*Stemmadenia donnell-smithii*) es la especie dominante en el estrato BNLSR, Escoba lisa (*Sida spinosa*) predomina en el estrato BNLSR y las especies Carbón (*Caesalpinia vesicaria*) y Tostadillo (*Allophylus occidentalis*) en el estrato SA.

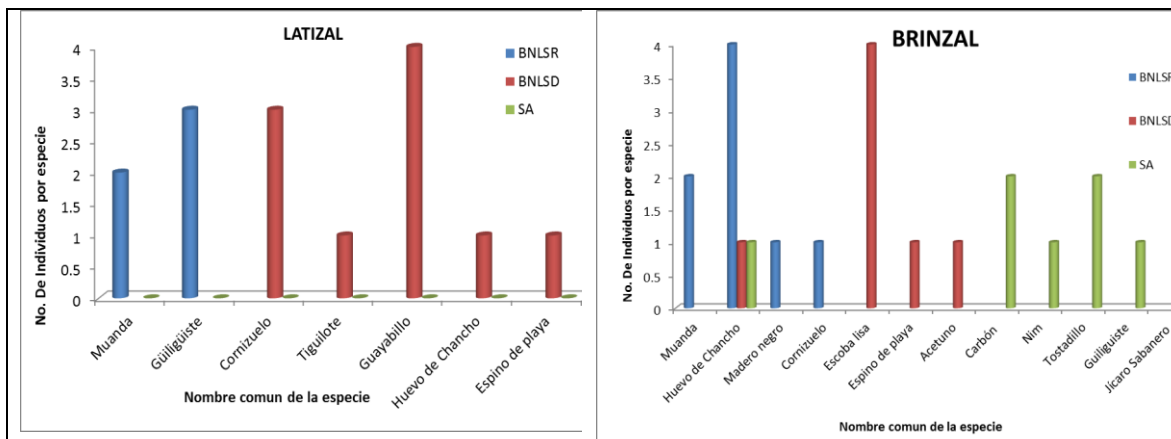
Este resultado permite afirmar que, pese a que existen procesos de degradación en aumento en el área de estudio, también existe un continuo proceso de regeneración natural, el cual se ha desarrollado con menos presión en el estrato BNLSR, por estar en un área más alejada del casco urbano y por las características propias del tipo de bosque; y con mayor presión en el estrato SA donde no se identificó especies de latizales.

Es importante notar que las especies identificadas como dominantes son características del tipo de estrato estudiado, siendo clasificadas como nativas de la zona correspondiente al Pacífico.

De acuerdo con la información recabada durante la etapa de diagnóstico, no se identificó especies de árboles dentro del Sistema de Veda Nacional ni protegidas por CITES. A continuación, se representa el número de individuos por estrato y por estado sucesional.



"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"



**Figura 3.11 Gráficos de número de individuos por estado sucesional por estrato**  
 Fuente: Elaboración propia, 2019

Del mosaico de gráficos se puede concluir que el estrato BNLSR presenta un mayor estado de conservación y madurez que el resto de los estratos. Esto se refleja por la presencia de los tres estados sucesionales y el mayor número de individuos en etapa fustal, por lo cual es probable que este es un remanente de bosque con pocas presiones antrópicas en los alrededores del casco urbano del municipio de La Paz Centro, en relación con el resto de estratos.

Al igual que el estrato BNLSR el estrato BNLS presenta los tres estados sucesionales, sin embargo, presenta menor número de individuos en etapa fustal respecto con el estrato BNLSR pese a ser un estrato más denso, y presenta mayor individuo de latizales que brinzales en el mismo estrato. Lo anterior indica, que, pese a que es un área clasificada como densa, los procesos de regeneración natural son recientes y se puede considerar un bosque joven en proceso de desarrollo.

El estrato SA presenta únicamente dos estados sucesionales: fustales y brinzales; lo que evidencia el alto grado de degradación que presenta este tipo de estrato.



**Fotografía 3.1. Mosaico de especies de flora identificadas en los tres estratos estudiados. De izquierda a derecha: *Crescentia alata*, *Azadirachta indica* y *Acacia collinsii*.**

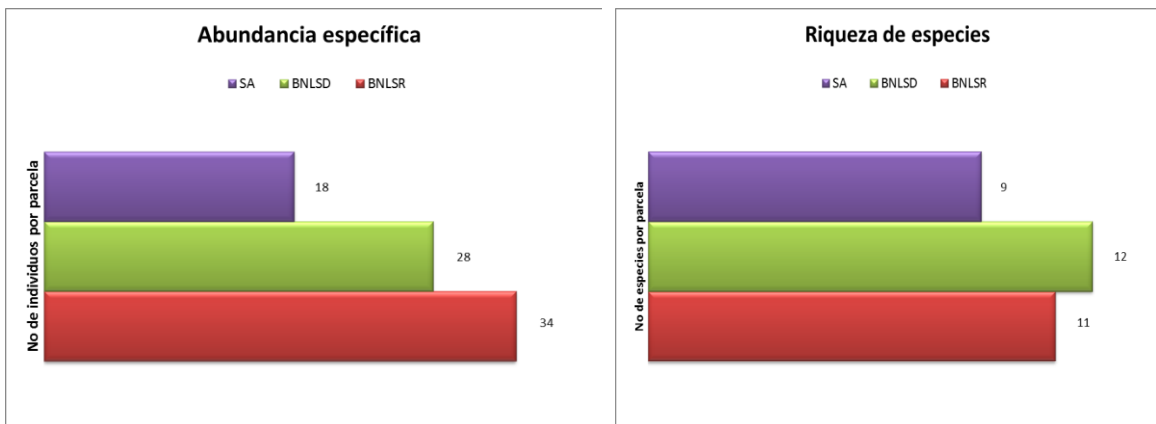
En lo que respecta a la composición florísticas del Bosque de Galería presente en el área de descarga de la PTAR y el Área de Asentamientos e infraestructura humana del casco urbano de La Paz Centro se identificó un total de 12 especies en el estrato de Bosque de Galería, y un total de 14 especies en el estrato de Área humanizada. De forma general se puede afirmar que en el casco urbano la cobertura vegetal es diversa (silvestres y plantas de patio) y se encuentra distribuida de forma dispersa, por ser un área altamente antropizada, los árboles se pueden apreciar en los arcones de algunas viviendas o en los patios. Las especies identificadas tanto en el estrato BG como AH son árboles maduros de tipo fustal, y no están listadas en el apéndice de CITES ni dentro del sistema de vedas nacional.

#### 3.2.1.2. Abundancia y Riqueza

A continuación, se realiza una comparación de la abundancia y riqueza de individuos y especies, respectivamente, para los estratos BNLSR, BNLS y SA.



"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"



**Figura 3.12 Gráfico de abundancia específica y Riqueza de Especies de flora por estrato en el casco urbano de La Paz Centro y zonas de expansión.**

Fuente: Elaboración propia 2019

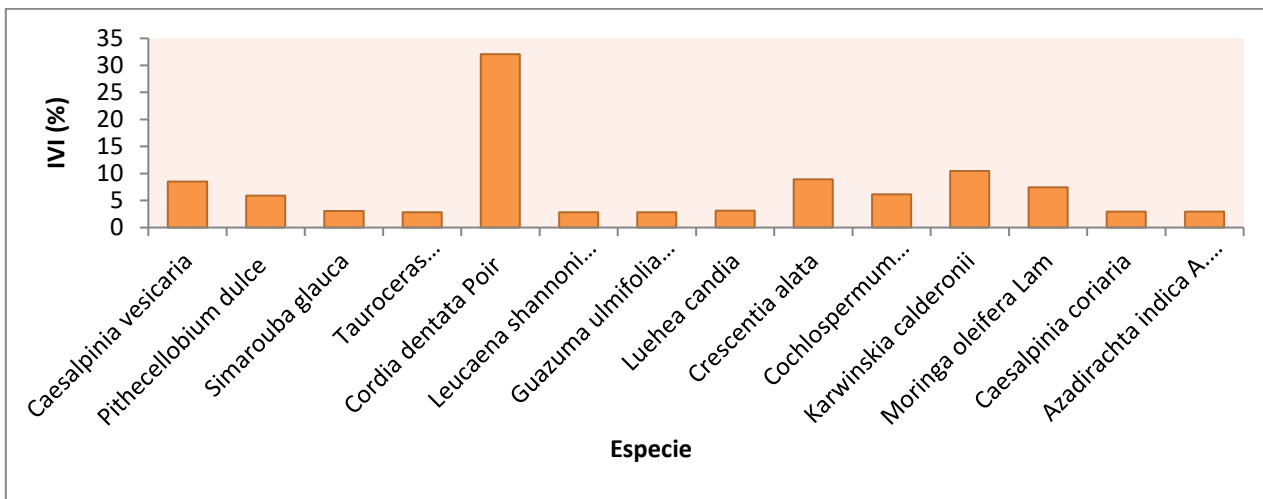
Tal a como se representa en la Figura 3.12, los estratos BNLSR, BNLSR y SA presentan un total de 11, 12 y 9 especies, respectivamente, lo que representa la riqueza de especies en cada uno de los estratos, siendo el estrato de menor riqueza, el estrato SA, en donde la predominancia de vegetación corresponde a brinzales y pastizal; y el de mayor riqueza el estrato BNLSR.

Es interesante notar que, pese a que el estrato BNLSR presenta una riqueza de especies mayor que el estrato BNLSR, la abundancia específica sigue una tendencia contraria en estos dos estratos, siendo más abundante el número de individuos en el estrato BNLSR con 34 individuos, de los cuales el Tigüilote (*Cordia dentata Poir*) y el Güiligüiste (*Karwinskia calderonii*) presentan una abundancia relativa de 26 % cada uno, dentro de ese estrato. La abundancia específica en el estrato BNLSR fue de 28 individuos, de los cuales, la especie *Pithecellobium dulce* es la especie con mayor abundancia relativa con un 18 %.

En el estrato SA la abundancia específica es de 18 individuos, de los cuales la especie con mayor abundancia relativa es *Cordia dentata Poir* con un 39 % de representación en dicho estrato.

### 3.2.1.3. Índice de valor de importancia (IVI)

El Índice de Valor de Importancia permite comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque. Los resultados generales de IVI en los estratos se presentan en el siguiente gráfico.



**Figura 3.13 Índice de valor de importancia de especies.**

Fuente: Elaboración propia, 2019

La especie *Cordia dentata Poir*, es la que presenta mayor índice de valor de importancia (IVI), obteniendo un valor del 32%, seguido de *Karwinskia calderonii*, con un IVI de 10 %, y *Caesalpinia vesicaria* y *Crescentia alata* con 9 % cada una.

Los resultados obtenidos son congruentes con la abundancia, frecuencia y dominancia de especies obtenidas (Ver Anexo 6.2 del Diagnóstico Ambiental), indicando que estas especies son especies con valor ecológico alto en los remanentes de bosque existentes en las zonas de expansión del casco urbano.

### 3.2.2. Fauna

Al igual que la Flora, la Fauna en el municipio de La Paz Centro ha sido presionada y desplazada como producto del avance de la frontera agrícola, la expansión de las áreas urbanas, la pérdida de los bosques y consecuente pérdida de hábitat de las especies, aunado a la cacería y extracción de fauna.

En el caso particular del casco urbano y alrededores se observa limitada presencia de fauna silvestre. Durante el recorrido en las parcelas de muestreo en el área de influencia del proyecto se observó principalmente diversidad de avifauna. Las especies observadas *in situ* se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 3.2. Presencia de fauna en parcelas de muestreo en el casco urbano de La Paz Centro y zonas de expansión.**

Nombre común	Nombre científico	Estado <sup>3</sup>			Nº de individuos por estrato				
		CITES	Veda nacional	IUCN	BNLSR	BNLS D	SA	BG	AH
Zopilote Sabanero	<i>Cathartes burrovianus</i>	NA	--	LC	1	0	0	0	0
Zopilote negro	<i>Coragyps atratus</i>	NA	--	LC	4	0	0	0	5
Palomas alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	NA	--	LC	1	2	1	2	
Chocoyo frentinaranja	<i>Aratinga canicularis</i>	NA	VI	LC	2	0	0	0	0
Chocoyos barbinaranja (Zapoyol)	<i>Brotogeris jugularis.</i>	NA	VI	LC	1	0	0	0	0
Chocoyo verde	<i>Aratinga holochlora</i>	NA	VI	LC	2	0	0	0	0
Gavilan colicorto	<i>Buteo brachyurus</i>	NA	VI	LC	1	0	0	0	0
Golondrina común	<i>Hirundo rustica</i>	NA	--	LC	3	0	4	0	0
Sensontle pardo	<i>Turdus grayi</i>	NA	VP	LC	3	0	0	2	0
Pocoyo tapacaminos	<i>Nyctidromus albicollis</i>	NA	--	LC	1	1	0	1	0
Guis común	<i>Pitangus sulphuratus</i>	NA	--	LC	3	2		1	0
Chochín Sabanero	<i>Cistothorus platensis</i>	NA	--	LC	2	2	2	0	0
Zanate nicaraguense	<i>Quiscalus nicaraguensis</i>	NA	VI	LC	0	0	1	2	3
Garrapatero común	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	NA	--	LC	0	0	0	1	0
Guardabarranco común	<i>Eumomota superciliosa</i>	NA	--	LC	0	0	0	1	0

Fuente: Elaboración propia, 2019

<sup>3</sup> CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

IUCN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

NA: No amenazado

VI: Veda indefinida

VP: Veda parcial

LC: De menor preocupación

Tal a como se presenta en la tabla anterior, del total de especies identificadas en la evaluación ecológica rápida, seis especies identificadas en las parcelas son especies listadas en el Sistema de Vedas Nacional (Resolución Ministerial N° 003.01.2018). Las especies indentificadas en veda indefinida son: *Aratinga holochlora*, *Brotogeris jugularis*, *Aratinga canicularis*, *Buteo brachyurus* y *Quiscalus nicaraguensi*. La especie *Turdus grayi* se encuentra en veda parcial (1ro de mayo al 31 de agosto). Ninguna de las especies observadas se encuentra dentro la lista de la IUCN ni en los apéndices listados por CITES.

El conteo de especies *in situ* fue complementado con base en la información obtenida en campo a través de entrevistas a pobladores cercanos a los sitios de establecimiento de las parcelas en los estratos estudiados. De acuerdo con la información brindada, las siguientes especies han sido observadas en los estratos BNLSR y BNLSLSD. En el estrato SA no se identificó viviendas cercanas para realizar la entrevista.

**Tabla 3.3. Especies identificadas por medio de entrevistas**

Clasificación	Nombre Común	Nombre científico	Estado		
			CITES	Veda nacional	IUCN
Mamífero	Conejo neotropical	<i>Sylvilagus gabbi</i>	NA	--	LC
Mamífero	Zarigüeya Neotropical	<i>Didelphis marsupialis</i>	NA	--	LC
Mamífero	Puercoespín	<i>Sphiggurus mexicanus</i>	Apéndice III	--	LC
Reptil	Garrobo negro	<i>Ctenosaura similis</i>	NA	VP	LC
Reptil	Bejuquilla	<i>Oxybelis aeneus</i>	NA	--	LC
Reptil	Falso coral	<i>Lampropeltis abnorma</i>	NA	VP	LC
Reptil	Coral verdadero	<i>Micrurus nigrocinctus</i>	Apéndice III	--	LC
Reptil	Lagartija rayada	<i>Aspidoscelis deppei</i>	NA	--	LC
Reptil	ratonera	<i>Coluber mentovarius</i>	NA	--	LC
Reptil	Cascabel	<i>Crotalus simus</i>	Apéndice III	--	LC

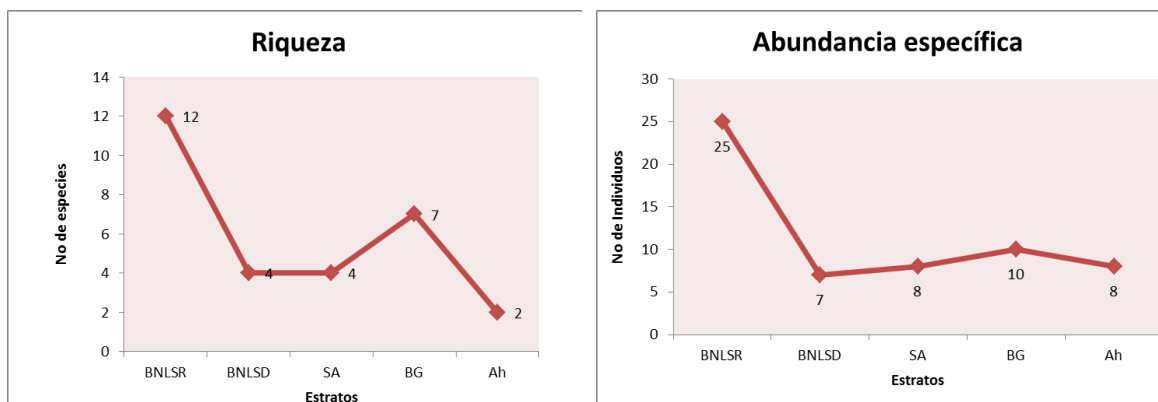
Fuente: Elaboración propia, 2019

Tal a como se observa en la tabla anterior los pobladores reportan un total de 10 especies, de las cuales tres corresponden a mamíferos y siete corresponden a reptiles, que fueron reportados en los estratos BNLSR y BNLSLSD. De estas especies reportadas dos especies de reptiles y una especie de mamífero están listadas en el Apéndice III de CITES. Este apéndice incluye las especies que están sometidas a regulación dentro de los países miembros de CITES para restringir su explotación.

Las especies sometidas a regulación nacional *Ctenosaura similis* y *Lampropeltis abnorma*, las cuales se encuentran en veda parcial. Ninguna de estas especies está incluida como una especie vulnerable dentro del listado de la IUCN.

### 3.2.2.1. Abundancia y riqueza

De la sumatoria de individuos contados se presenta a continuación la abundancia específica y riqueza de especies en cada uno de los estratos.



**Figura 3.14 Gráfico de Riqueza y Abundancia específica de fauna por estrato en el casco urbano de La Paz Centro y zonas de expansión.**

Fuente: Elaboración propia, 2019

En la Figura 3.14 se puede observar que la parcela de Bosque Natural Latifoliado Secundario Ralo (BNLSR) presenta el mayor valor de riqueza de especies, habiendo identificado un total de 12, de los cuales 5 especies están en el sistema nacional de vedas. El segundo ecosistema de mayor riqueza corresponde a estrato Bosque de Galería (BG), en el cual se identificó un total de 7 especies correspondientes a la avifauna.

En los estratos BNLSD, SA y AH se identificó 4, 4 y 2 especies de aves respectivamente. Estos datos coinciden con el estado natural de cada estrato, siendo BNLSR y BG los ecosistemas que proveen mejores condiciones de hábitat y alimento para la fauna, al contrario del resto de estratos que se encuentran en procesos de regeneración natural menos avanzado, alto grado de deterioro y antropización.

En lo que respecta a la abundancia específica, los datos siguen un comportamiento similar a los datos de riqueza, encontrándose en los estratos BNLSR y BG los mayores valores de abundancia específica, 25 y 10 individuos, respectivamente. En los estratos BNLSD, SA y AH se identificó 7, 8 y 8 individuos de aves respectivamente.

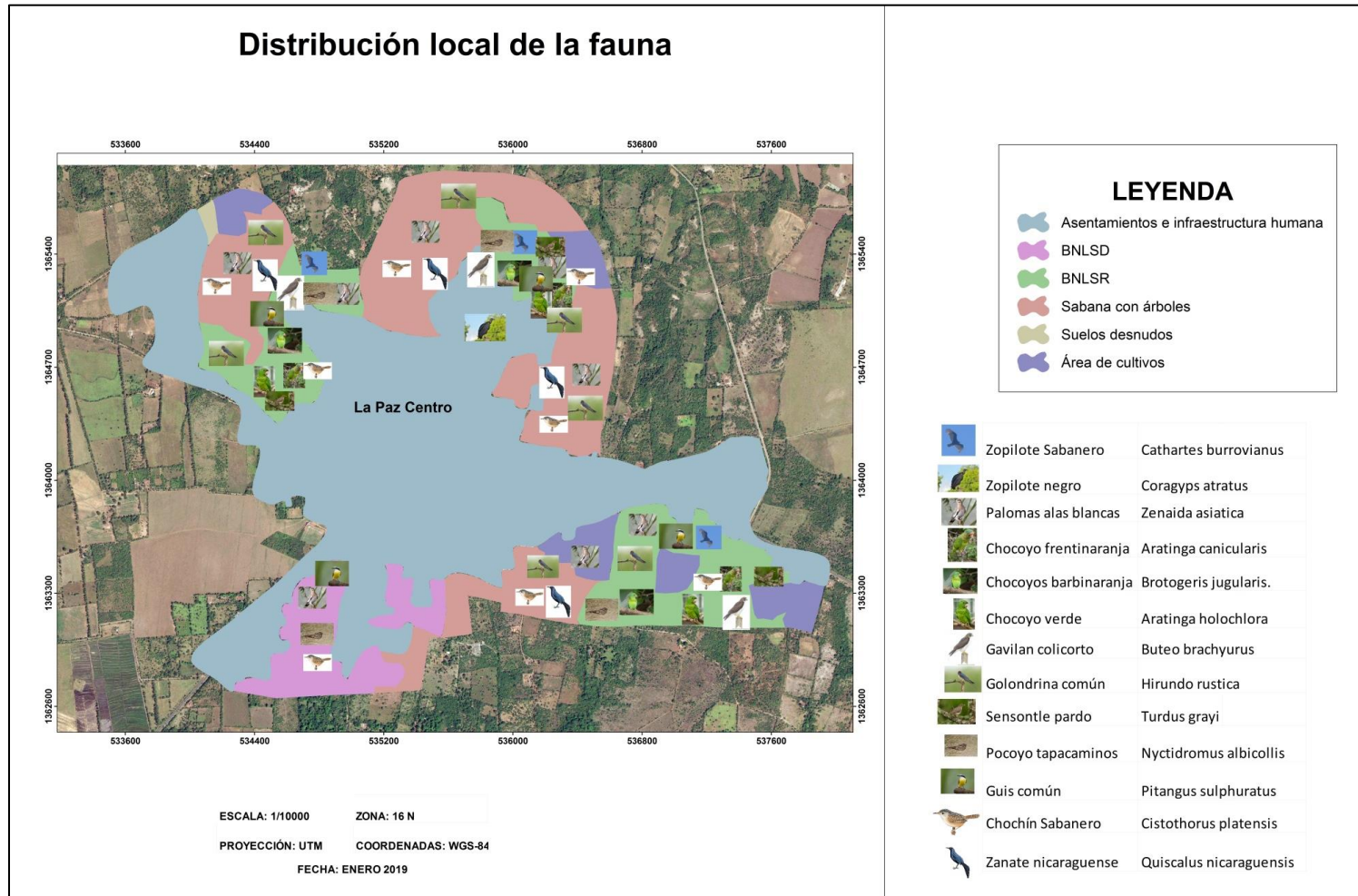
Los resultados obtenidos evidencian el impacto de la fragmentación de los ecosistemas por el avance de la frontera agrícola y expansión de las zonas urbanizadas, lo que afecta los nichos ecológicos de las especies que se desplazan en el área de casco urbano y sus alrededores, por lo cual estas buscan hábitat y alimento en los ecosistemas mejor conservados.

### 3.2.2.2. Distribución

De acuerdo con los resultados de la estratificación del área de influencia directa del proyecto y la identificación taxonómica de especies en las tres parcelas establecidas, se puede afirmar que éstas se desplazan en las zonas de expansión del casco urbano, principalmente en los remanentes de BNLSR. Pese a que el estrato BNLSR presenta mayor densidad, es un bosque en desarrollo por lo cual los árboles no presentan el desarrollo óptimo para proveer de alimento a algunas de las especies identificadas en el estrato BNLSR, y esto explica el por qué éstas no se desplazan hacia estos estratos.

Otro factor importante en la distribución, es la fragmentación de estratos producto del aumento de áreas urbanizadas y áreas de cultivo, lo cual ha desaparecido los corredores biológicos naturales para el desplazamiento de la mastofauna y herpetofauna, teniendo mayor desplazamiento la avifauna local.

En la Figura 3.15 se presenta la distribución local de las especies observadas en parcelas y de acuerdo con los estratos de cobertura vegetal existentes en las zonas de expansión del casco urbano del municipio de La Paz Centro.



**Figura 3.15. Mapa de distribución local de la fauna**  
 Fuente: elaboración propia, 2019

### 3.3. Medio socioeconómico y sociocultural

El presente inciso expone las principales características de la población rural y urbana y la descripción de los servicios básicos tanto a nivel general de municipio como a nivel de área urbana, con base en los resultados del censo y encuesta poblacional para la ciudad de La Paz Centro y la información secundaria disponible para el municipio.

#### 3.3.1. Características de la Población Urbana y Rural

La población total del casco urbano del municipio de La Paz Centro es de **20,434** habitantes.

- Nivel de educación

De acuerdo con los resultados del censo y encuesta poblacional para la ciudad de La Paz Centro, del total de personas encuestadas el mayor porcentaje se concentra entre primaria completa y secundaria incompleta.

- Empleo

Según datos del MINSA, la población económicamente activa (PEA) del municipio es de 17,421 habitantes. La Tasa de Desempleo de la PEA a nivel municipal alcanza el 20% y solamente el restante 80% tiene algún tipo de ocupación, del cual el 50 % corresponde a trabajadores por cuenta propia y el 30%, a empleados o asalariados.

- Actividades económicas

Según los datos del Censo Municipal 2007, muestran que las actividades económicas del municipio radican en la agricultura, la ganadería, la producción de tejas, ladrillos y artesanías de barro.

La siembra de postrera, en el municipio comprende 9.741 Mz, de: maíz 603 Mz, sorgo blanco 809 Mz, ajonjolí 639 Mz, sorgo rojo 2.004 Mz, maní 3.314 Mz, arroz 167 Mz, caña de azúcar 1.860 Mz, plátano 195 Mz, banano 140 Mz, flor de Jamaica 3 Mz, hortalizas 7 Mz.

La población de ganado bovino estimada en el municipio, es de 53,000 cabezas, de razas puras (brahmán rojo, holstin y pardo suizo) y criollas, de crianza y desarrollo, para la producción de carne, leche a nivel local y su comercialización.

En el municipio existen 120 tejares para la elaboración de tejas y ladrillos, representan un estimado del 20 % de empleo en el área urbana: 3.642 personas, de los cuales el 95 % son hombres y el 5 % mujeres. En promedio se producen semanalmente entre: 100.000 – 120.000 tejas y entre 200.000 – 480.000 ladrillos. Se estima un ingreso económico mensual que representa este rubro al municipio de: 1.500.000 a 2.000.000 de córdobas.

Se estima un consumo mensual de 12 Mz de tierra (capa arable), en dependencia de la calidad, profundidad del pique (1 vara) y capacidad económica. Comercialización se realiza a nivel local, departamental, nacional e internacional.



El recurso forestal en el municipio, es intervenido por personas (carretoneros entre 250 a 300), que se dedican a cortar, trasladar y comercializar la leña, como fuente de energía primaria, abasteciendo a los tejares (120), talleres de artesanía (60), panaderías (11), tortillerías (120-150), domicilios, fritangas, bares, restaurantes, etcétera, sin ninguna autorización para el aprovechamiento del recurso.

- Indicadores de salud

Según el diagnóstico del Plan de Desarrollo Municipal de La Paz Centro, la mayoría de la población a nivel municipal es joven 50.40%, esto indica que la tasa de fecundidad es de 4.5 hijos por mujer, la cual se localiza en el grupo de 20-25 años, y que comienza a decrecer en el grupo de 40-45 años. La tasa de fecundidad global es del 8.4% a nivel municipal.

La tasa de natalidad 20.4%, la tasa de mortalidad neonatal es de 15.4%, la tasa de mortalidad infantil es del 24.6% y la tasa de mortalidad en niños menores de 15 años es del 4.15%. La tasa de mortalidad materna es 53.8%, en cifras generales la tasa de mortalidad a nivel municipal es del 3.4%. (Alcaldía de La Paz Centro, 2005).

De las estadísticas del SILAIS de La Paz Centro, sobre los Motivos de Consulta del año 2018<sup>4</sup>, las principales enfermedades que aquejan a hombres y mujeres son: Infecciones de vías urinarias, resfriado común e hipertensión. También se presenta enfermedades renales crónicas, siendo una de las enfermedades de mayor incidencia. La parasitosis y la diarrea juntas se presentan con menor frecuencia como motivo de consulta, sin embargo, esto en alguna medida puede significar que las personas que se enferman con este tipo de infecciones no acuden al centro de salud y se automedican o usan remedios caseros.

- Genero

El diagnóstico del Plan de Desarrollo Municipal de La Paz Centro cita que para el año 2002, el 51% eran hombres y el 49% mujeres en el municipio de La Paz Centro.

Así mismo, el Diagnóstico refiere que, la población presenta las características de una población joven, representan el 50.4% de la población a nivel de municipio.

- Tenencia de la tierra

A nivel municipal, el 91% del total de viviendas en el área rural están siendo habitadas por sus mismos propietarios, del resto el 8% están prestadas y el 1%, deshabitadas. En cambio, a nivel urbano, solo el 86% de las mismas están siendo habitadas por sus mismos dueños, del resto, el 7% están siendo alquiladas, el 6%, prestadas y el 2% con otra tipo de tenencia (a medias, deshabitadas, etc.) (Alcaldía de La Paz Centro, 2012).

A nivel de la ciudad de La Paz Centro, de acuerdo con los resultados del Censo, se contabilizaron 5,825 lotes y/o viviendas, 4,843 tienen una edificación lo que representa el

---

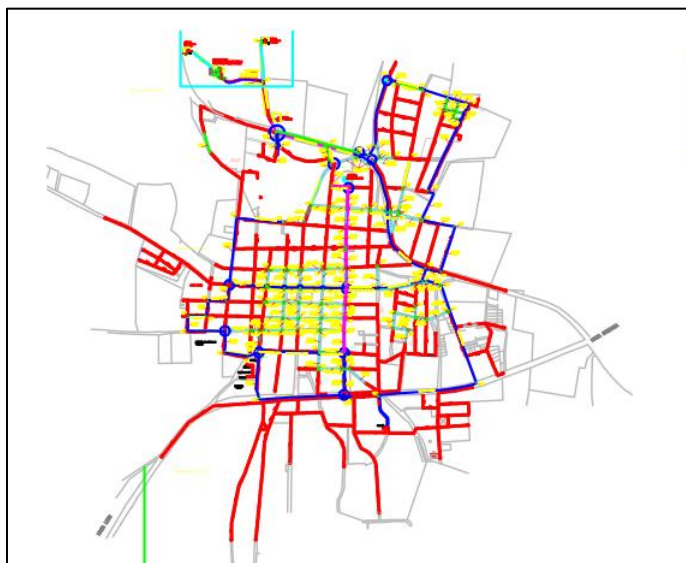
<sup>4</sup> Para más detalle ver Tabla 4.1. Estadísticas de consultas médicas en SILAIS La Paz Centro en "Informe de población y vivienda. Informe Topográfico, Ciudad La Paz Centro" (Producto 2 de la presente consultoría).

83.14%; se encontraron 807 predios baldíos que sumados a 149 viviendas en construcción y demolida que se pueden considerar como predios baldíos, representan un 16.86% (927) del total de lotes contados. Hay 4,252 viviendas que están "ocupados y hay gente", según la boleta catastral, lo que representa el 73% del total de lotes con edificaciones

### 3.3.2. Servicios básicos en la zona de estudio

- Fuente de abastecimiento de agua potable.

El abastecimiento de agua potable de la ciudad de La Paz Centro data del año 1973 y es brindado por un acueducto que opera con un esquema del tipo fuente-red-tanque, que consta de los siguientes elementos: Fuente de abastecimiento y obras de captación, estación de bombeo, desinfección del agua, red de conducción y distribución y tanque de almacenamiento.



**Figura 3.16. Plano general de la red de distribución de agua potable**  
Fuente: (ENACAL, 2009)

El sistema de agua potable de La Paz Centro es administrado por ENACAL mediante una filial a cargo de un funcionario administrativo. La fuente de abastecimiento del sistema son las aguas subterráneas mediante un campo de pozos. A partir de la aplicación de la boleta catastral, se identificaron 4,471 viviendas con conexión domiciliar, representando el 87.68% del total de edificaciones (5,099).

- Manejo de aguas servidas y aguas pluviales

La Paz Centro cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario. Los resultados del conteo de viviendas indican que:

- 2,363 predios tienen conexión con la red de alcantarillado sanitario de ENACAL lo que representa el 46.95% de cobertura respecto al total viviendas;

- El 83.78% (1,958) de las viviendas donde no existe red de alcantarillado hacen uso de letrinas y riegan las aguas grises o corren en las calles.
  - El restante 14.53% utilizan sumidero; cauce y pila séptica entre otros para la eliminación de sus aguas residuales.
  - El 1.58% no genera aguas residuales
- Energía eléctrica

En el municipio existe una planta geotérmica de generación de energía y una sub-estación eléctrica. En la ciudad de La Paz Centro existen en total 4,742 edificaciones que cuentan con el servicio de energía eléctrica, lo que representa el 97.91% de los casos, solamente 101 edificaciones no tienen el servicio (plazas, parque, iglesias, centros de estudio y viviendas cuyos habitantes reportaron no tener conexión eléctrica) que representan el 2.09% del total.

- Telecomunicaciones

En el municipio existen 9 torres de telefonía celular, de las cuales 6 son rurales y 3 urbanas. Existe una central de telecomunicaciones y correo y dos sitios wifi en el área urbana.

- Centros educativos

En el municipio existen 39 centros educativos, 24 rurales y 15 urbanos con una población estudiantil de 8,006 y 375 profesores (personal en nómina y profesores comunitarios). En lo que respecta al estado físico de los centros se puede decir que se encuentran en regular estado.

- Centros de salud

El sector salud del municipio cuenta con un Centro de Salud y 11 Puestos de Salud, de los cuales 7 son rurales y 4 urbanos. Se cuenta con 80 recursos humanos entre médicos, enfermeras y personal de apoyo, de los cuales 65 son permanentes y el resto son de servicio social y temporales. El estado físico de la infraestructura de salud es regular.

- Vías de acceso

El Sistema Vial urbano se estructura a partir de la intersección de la carretera hacia León y Managua, con calle de acceso pavimentada hacia el Norte con el Parque Central. De eje la ciudad forma una trama rectangular de vías ortogonales que se fragmentan al llegar las calles a la periferia de la ciudad en las cuatro direcciones.

Existen 385 calles que según el estado de conservación se encuentran 28.5 calles en estado bueno, 325.5 en regular estado y el resto en mal estado. De acuerdo al material de revestimiento existen 5 calles de concreto hidráulico, 134 con carpeta de adoquín y 246 calles de tierra.

En el sector rural existen 202.36 Km de caminos que según el estado de conservación se encuentran 60.81 Km en buen estado, 122.97 en estado regular y 18.58 en mal estado.

De acuerdo al tipo de material de revestimiento se encuentran 4.00 Km revestidos con adoquín, 44.88 Km revestidos con macadán y 153.48 Km de tierra (sin tratamiento).

- Recolección de desechos sólidos

La basura recolectada es 80% orgánica y 20% inorgánica, aunque en la Dirección de Servicios Municipales, no se ha realizado un estudio exacto de la composición de los desechos, esta composición se determina de conformidad a los hábitos de consumo y compra de los ciudadanos paceños.

El porcentaje de cobertura del servicio de recolección, es del 80% en el área urbana y el 20% el área rural. Algunos barrios no reciben el servicio por problemas de acceso en dichos lugares. Los ciudadanos del área urbana producen 42.34 m<sup>3</sup> de basura al día (Alcaldía de La Paz Centro, 2012), los que son retirados por el equipo recolector los días lunes a domingo y son depositados en el vertedero municipal ubicado en el costado norte del casco urbano del municipio de La Paz Centro.

- Limpieza de calles

La limpieza de calles en el área urbana del municipio de La Paz Centro, la realizan cinco personas con carretillas de mano, en horarios de 6:00 A.M. a 12:00 M, garantizando la limpieza de las principales calles y avenidas de la ciudad, cada operario tiene asignado 20 cuadras, eso significa que se cubre el total de calles adoquinadas existentes.

Tomando en consideración el porcentaje de los que reciben el servicio versus viviendas atendidas, se pudiera decir que solamente unas 5,350 viviendas son atendidas actualmente, los registros de contribuyentes al día, según Administración Tributaria son de 1,200 contribuyentes, representando un 24% del total de viviendas atendidas, teniendo un déficit de no pago del 76%.

- Mercados Municipales

En la actualidad las instalaciones del Mercado Municipal no funcionan como tal, ya que el principal motivo es la visibilidad del edificio. El mercado se acondiciono instalándole sus servicios básicos.

El edificio del mercado se construyó en un área de 480 m<sup>2</sup>, existen 35 módulos cuya distribución porcentual por superficie es de: 56% de los módulos poseen superficie de 7.27 m<sup>2</sup>, seguido del 29%, perteneciente a módulos de 9.6 m<sup>2</sup> de superficie, el 9 % de los módulos tienen una superficie de 6 m<sup>2</sup>, y el 6% del total tiene superficie de 10 m<sup>2</sup>. En la actualidad el mercado no funciona, se está en la etapa de organización para ponerlo nuevamente en funcionamiento.

- Rastro Municipal

En las instalaciones del rastro municipal se destaza un promedio de 43 reses mensuales para el consumo de la población, siendo el día sábado el de mayor actividad, ya que ese día se destaza un promedio de 18 reses.

El MAGFOR garantiza que a través de un veterinario que el animal a sacrificar cumpla con los requisitos del examen ante- morten y post-morten. Y el MINSA verifica *in situ* el proceso y manejo de la carne, garantizando el adecuado tratamiento de los desechos sólidos y líquidos producto de la matanza, los que actualmente no realizan estas actividades.

- Cementerios

En el municipio de la Paz centro existen 8 cementerios, siete de los cuales se ubican en el área rural y uno en el área urbana.

El cementerio de La Paz Centro, ubicado al Noroeste de la ciudad atiende a la ciudadanía de la zona urbana, con una superficie de terreno calculada por el área de catastro en 33,304.24 m<sup>2</sup>. Mencionamos que, en el cementerio, se utiliza el 75% de la superficie para uso o asignación de fosas. El restante 25% es para la utilización o diseño de andenes, muro perimetral, oficina del cementerio y calles internas.

En la actualidad el Cementerio Municipal ya están agotadas. Para solucionar este problema, la municipalidad adquirió un nuevo lote de 3 Mz, el cual está ubicado sobre el camino que conduce a la comunidad de Ama titán, que dista a 1.5 Km de la ciudad.

- Parques

La municipalidad de La Paz Centro, atiende el 100% de los parques existentes en la ciudad. En la parte de análisis de costos operativos observaremos, lo que, representa en gastos a la municipalidad el mantenimiento de parques. En el área urbana del municipio de La Paz Centro, existen tres parques los que se clasifican en tres categorías: central, recreativo periférico y sectorial.

## **4. ANÁLISIS DE RIESGO FÍSICO**

### **4.1. Situación del riesgo del municipio**

A nivel de municipio, La Paz Centro se encuentra en una zona de frecuentes movimientos sísmicos, por estar dentro de la zona de las fracturas de la estructura geológica de la cordillera volcánica de Los Maribios, la cual tiene 8 fallas geológicas de origen volcánico ubicadas en el centro del Volcán Momotombo y el Volcán Pilas-El Hoyo (Alcaldía de La Paz Centro, 2017).

Por lo antes mencionado, el municipio se encuentra dentro de una franja clasificada como amenaza sísmica alta, cuyas magnitudes oscilan entre los 6.3 y 6.9 escala Richter, con profundidad de 71 – 140 Km. a orillas del Lago de Managua donde se localizan fallas geológicas (Alcaldía de La Paz Centro, 2005).

En lo que respecta al riesgo volcánico, por encontrarse por su parte norte en la cadena volcánica del Pacífico de Nicaragua involucrando al volcán Momotombo, el Hoyo y los cerros Ojo de Agua, Montuosos y Asososca como parte de la zona de mayores alturas topográficas, el municipio de La Paz Centro se encuentra en una zona de peligro volcánico alto y en menor proporción peligro volcánico medio hacia el Suroeste del municipio.

En cuanto al riesgo por Huracanes, aunque las precipitaciones en el municipio de La Paz Centro son regularmente bajas, se presenta un riesgo medio ante amenazas de huracanes y/o tormentas tropicales, lo que se debe a su cercanía con la costa del Pacífico de Nicaragua y a su cercanía con la zona de tránsito de Huracanes.

De acuerdo con mapa Multi-Amenazas y Vulnerabilidades de Nicaragua el municipio de La Paz Centro presenta una vulnerabilidad por inundación media, entre 0 a 20% de ocurrencia. El municipio se encuentra en la ruta de incidencia de huracanes y por lo tanto de sufrir inundaciones, particularmente en las zonas cercanas a los ríos Izapa, Tamarindo y Sinecapa (Alcaldía de La Paz Centro, 2017).

A pesar que el municipio de La Paz Centro presenta un alto potencial de pérdida de suelo por erosión laminar, lo cual está asociado tanto a las condiciones naturales del terreno como el impacto de las actividades antropogénicas en la zona, la vulnerabilidad ante deslizamiento en el municipio de La Paz Centro está clasificada como baja.

### **4.2. Descripción de las amenazas del Sitio del Proyecto**

En el siguiente acápite se describe las amenazas naturales, socionaturales y antropogénicas que se presentan en el casco urbano y zona sur donde se propone emplazar la PTAR y las EBAR:

#### **4.2.1. Amenazas Naturales**

Las amenazas naturales han sido identificadas de acuerdo a los mapas interactivos de vulnerabilidades y amenazas publicados oficialmente por INETER, y en base a información

generada por el SINAPRED para el municipio de La Paz Centro. A continuación, se describe las amenazas naturales identificadas para el sitio del proyecto:

#### 4.2.1.1. Sísmica

El mapa interactivo de "Vulnerabilidades y Amenaza ante Terremotos" muestra que el municipio de La Paz Centro presenta una amenaza sísmica alta de acuerdo con su ubicación, tal a como se presenta a continuación:



**Figura 4.1 Mapa de amenaza sísmica para el municipio de La Paz Centro**

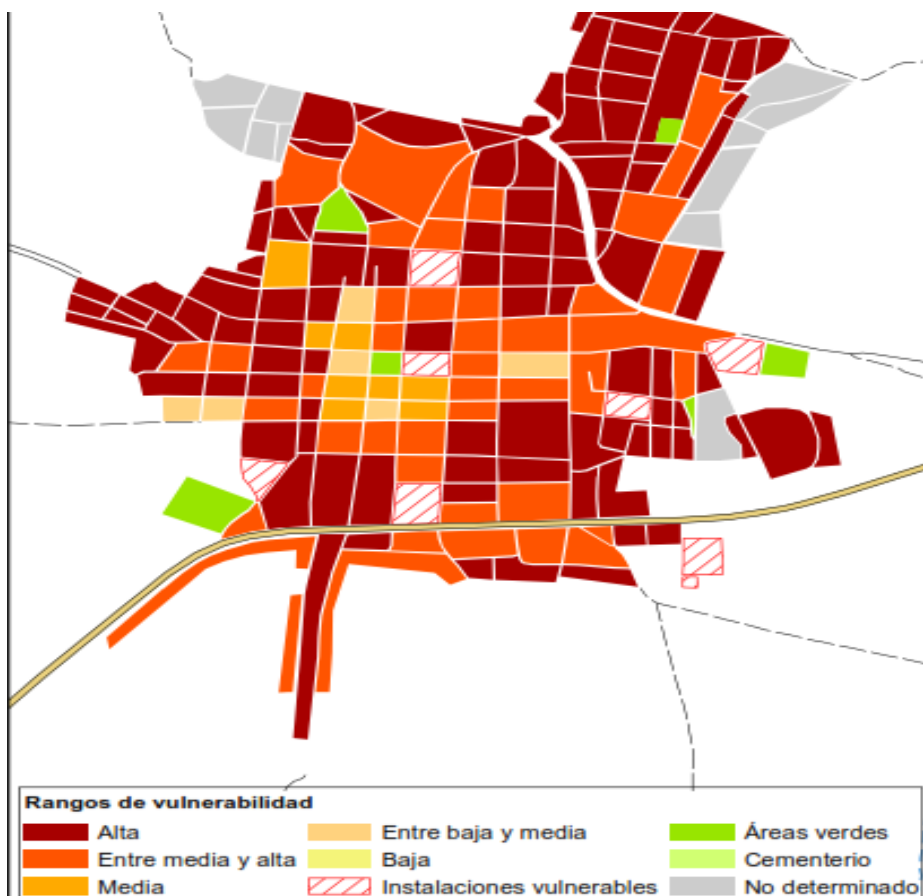
Fuente: (INETER, 2018)

En la figura anterior se aprecia que el sitio del proyecto se encuentra en una zona de alta amenaza sísmica, siendo los registros de sismos más recientes el terremoto del 10 abril de 2014 (6.2 grados en la escala de Richter), cuyo epicentro se localizó en el sector del volcán Apoyeque y el Sismo Volcán Pilas-El Hoyo 28 de Septiembre 2016 (5.2 grados), cuyo epicentro se registró a 2.9 kilómetros de profundidad entre los volcanes El Hoyo y Momotombo. Ambos movimientos sísmicos afectaron el municipio de La Paz Centro, dañando paredes y techos de viviendas.

En el mapa de la figura 4.2, se presenta la vulnerabilidad sísmica del sitio del proyecto, que corresponde directamente al casco urbano de La Paz Centro.

De acuerdo con la clasificación realizada por SINAPRED, la mayor parte del sitio del proyecto, particularmente el área donde se llevará a cabo las obras de mejoramiento y ampliación del sistema de alcantarillado, presenta una vulnerabilidad sísmica alta y de alta a media; lo que está determinado principalmente por la fragilidad constructiva de sus viviendas así como otros aspectos de las condiciones económicas y culturales de sus habitantes.

Los sitios propuestos para la ubicación de las EBAR y los tres sitios para emplazar la PTAR (ubicados hacia el Sur del casco urbano de La Paz Centro) presentan una vulnerabilidad sísmica media.



**Figura 4.2 Mapa de amenaza sísmica para el casco urbano del municipio de La Paz Centro**

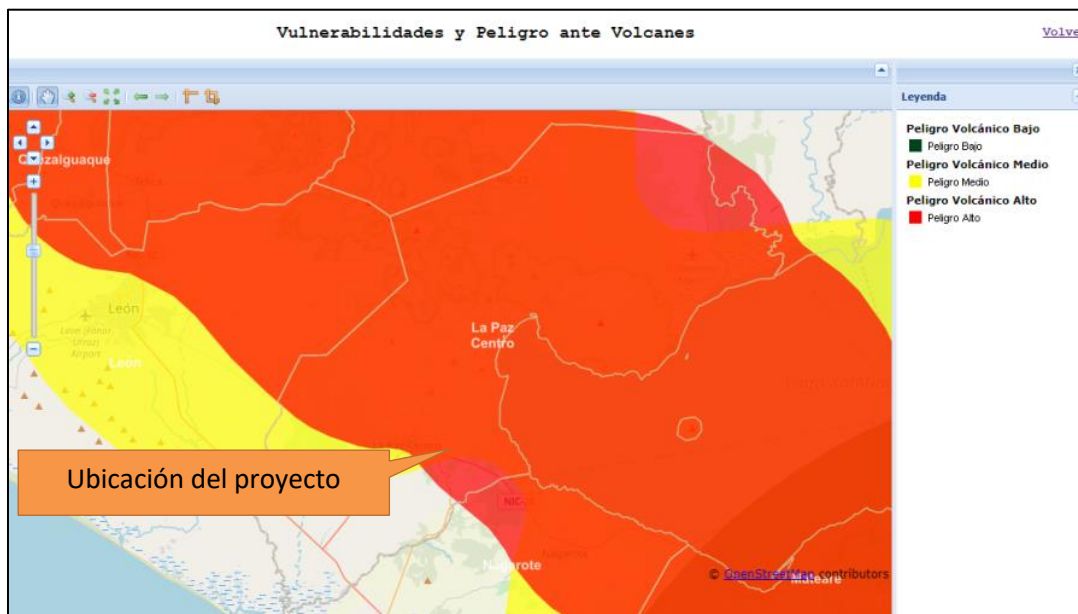
Fuente: SINAPRED, 2005

#### 4.2.1.2. Volcánica

El área de emplazamiento de las obras de mejoramiento y ampliación del sistema de alcantarillado sanitario, emplazamiento de la PTAR y EBARs del proyecto se encuentran a una distancia mayor de 17 Km de los Complejos Volcánicos Momotombo-Momotombito y el Complejo Volcánico Cerro Negro-Pilas- El Hoyo, los cuales son los que tienen incidencia en el municipio.

De acuerdo con el mapa de peligro volcánico de INETER, el municipio de La Paz Centro se encuentra en un área clasificada como de peligro volcánico alto, tal a como se aprecia en la Figura 4.3 a continuación:





**Figura 4.3 Mapa de Peligro volcánico en el municipio de La Paz Centro**

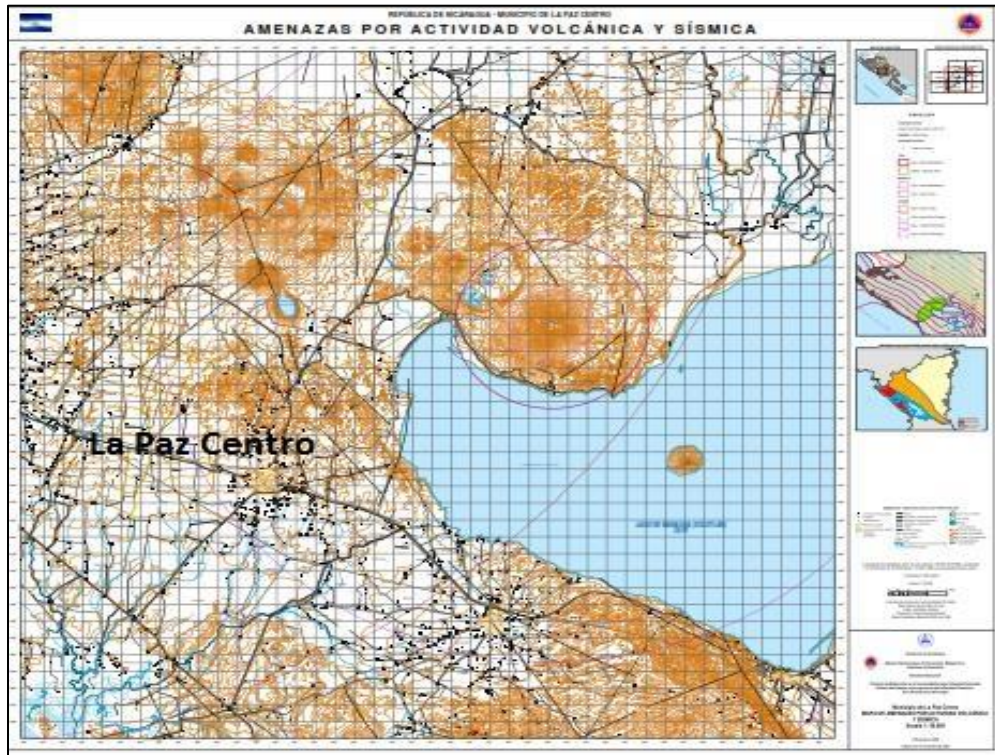
Fuente: (INETER, 2018)

La principal amenaza asociada con el peligro volcánico está relacionada con la caída de arena, cenizas y flujos piroclásticos de los volcanes cercanos. Existen registros de erupciones del volcán Momotombo de los años 1610, 1905 y en el año 2015, representando una amenaza latente. La última erupción del volcán Pilas-El Hoyo, se dio en el año 1955 abarcando un área total de 70 km<sup>2</sup> aproximadamente (Alcaldía de La Paz Centro, 2017).

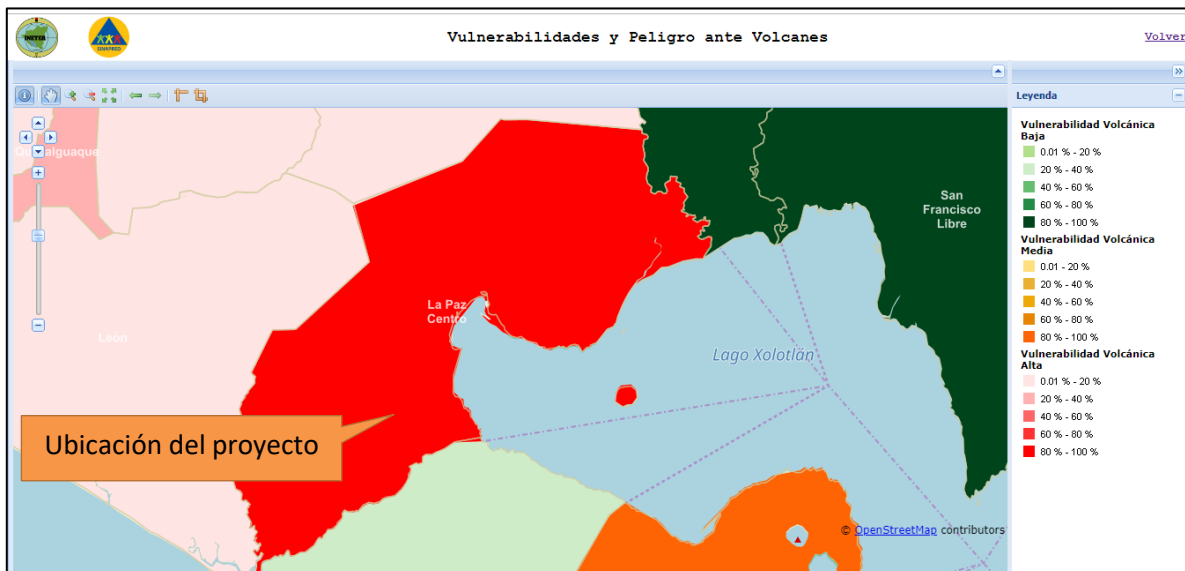
Otro volcán que influye en el alto peligro volcánico en el municipio es el Cerro negro, el cual tiene una activa actividad volcánica con frecuentes erupciones de cenizas, arenas, lavas y gases. La actividad más reciente del Volcán Cerro Negro, se registró en el mes de agosto de 1999, durante la cual se vertió lava por tres días, ocasionando daños en los cultivos y el traslado de varias comunidades a refugios en lugares más seguros.

El mapa de amenazas por actividad volcánica y sísmica para el municipio de La Paz Centro (Figura 4.4), refleja que el casco urbano y áreas de emplazamiento de las obras del proyecto se encuentran dentro del radio de afectación alta por presencia de cenizas en caso de erupción volcánica de los Volcanes Telica y Volcán Momotombo.

De acuerdo con el mapa Multi-Amenazas y Vulnerabilidades de Nicaragua, la vulnerabilidad del municipio de La Paz Centro ante la ocurrencia de una erupción volcánica es alta (Ver Figura 4.5). Sin embargo, es importante recalcar que el mapa de Amenazas por actividad volcánica y sísmica para el municipio de La Paz Centro, indica una menor afectación al casco urbano y zona de influencia del proyecto, y la única afectación se daría por la presencia de cenizas ante una eventual erupción volcánica.



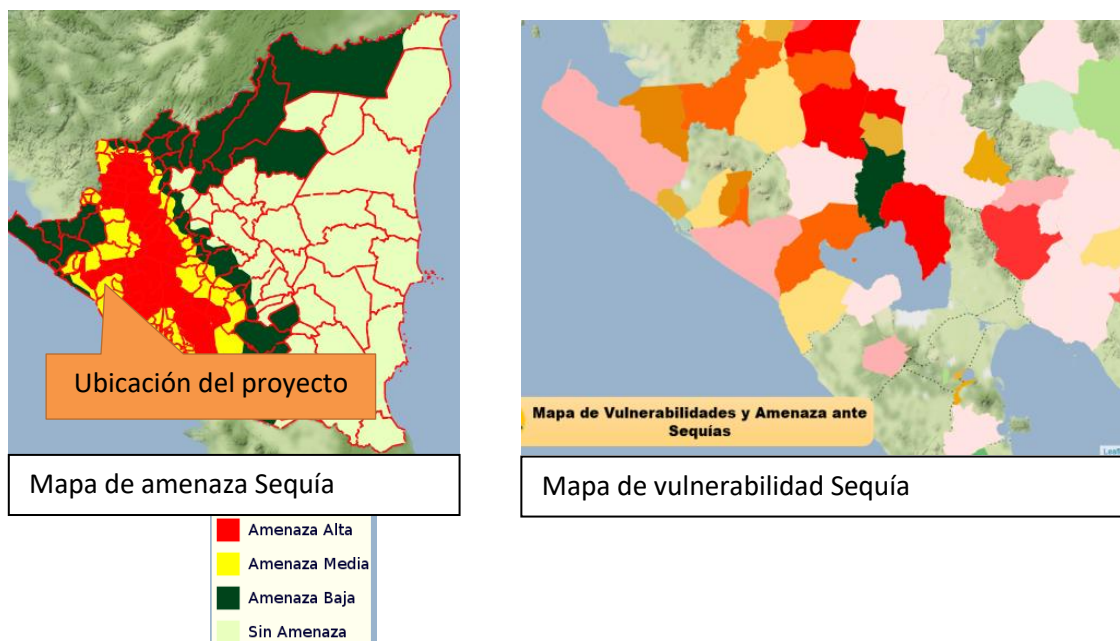
**Figura 4.4 Mapa de Amenazas por actividad volcánica y sísmica para el municipio de La Paz Centro**  
 Fuente: (SINAPRED, 2005)



**Figura 4.5 Mapa de Vulnerabilidad volcánica en el municipio de La Paz Centro**  
 Fuente: (INETER, 2018)

#### 4.2.1.3. Sequías

De acuerdo con el mapa de vulnerabilidades y amenaza ante sequías, el municipio de La Paz Centro presenta una amenaza que oscila entre alta a media. En el caso particular del área de incidencia del proyecto la amenaza ante sequía es media tal a como se muestra en la siguiente figura:

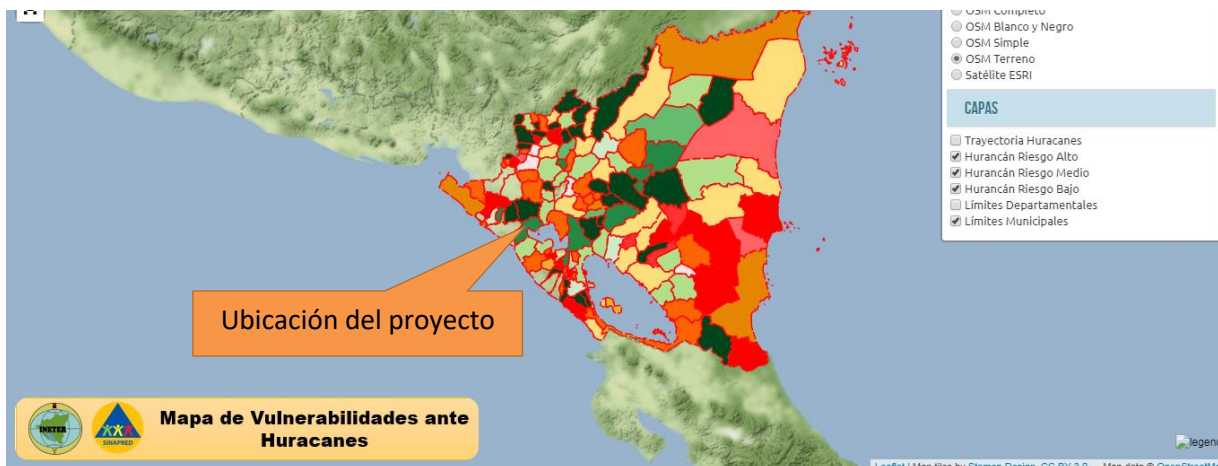


**Figura 4.6 Mapa de amenaza y vulnerabilidad ante sequías**  
 Fuente: (INETER, 2018)

La figura anterior muestra el mapa de vulnerabilidad ante la amenaza de sequía, cuya ponderación es media para todo el municipio de La Paz Centro y el casco urbano o área directa de incidencia del proyecto.

#### 4.2.1.4. Huracanes

El municipio de La Paz Centro se encuentra en la ruta de incidencia de huracanes y por lo tanto de sufrir inundaciones en las zonas cercanas a los ríos. En el siguiente mapa se muestra la vulnerabilidad ante huracanes a nivel de los municipios de Nicaragua:

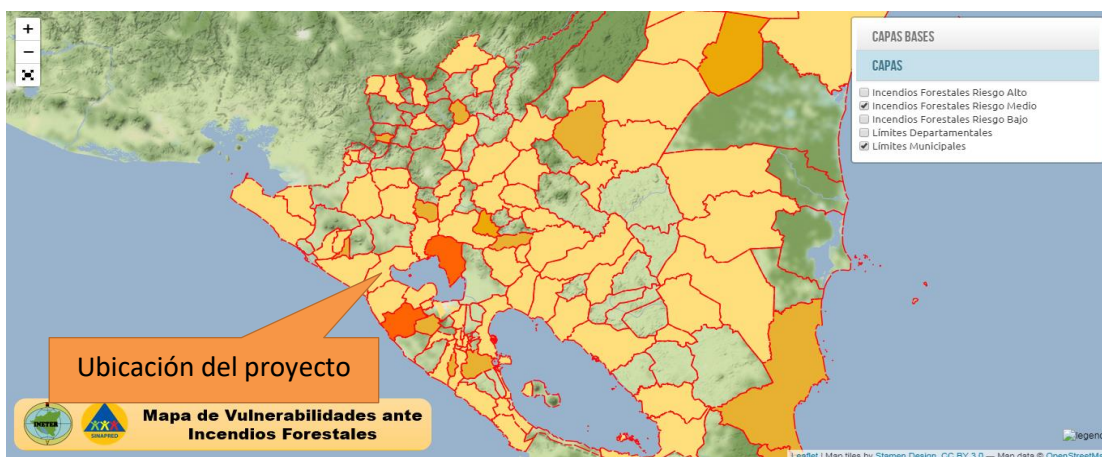


**Figura 4.7 Mapa de vulnerabilidades ante huracanes**  
 Fuente: (INETER, 2018)

Según se observa en la figura anterior, el municipio de La Paz Centro se encuentra en una zona de riesgo bajo ante paso de huracanes.

#### 4.2.1.5. Incendios forestales

De acuerdo con el mapa de vulnerabilidades ante incendios forestales el municipio de La Paz Centro se encuentra en un nivel de riesgo medio ante incendios forestales. La época de mayor presencia de puntos de calor es la estación seca, particularmente entre febrero y abril, los cuales están asociados principalmente a incendios forestales. La siguiente figura presenta el nivel de riesgo ante incendios forestales nivel nacional:



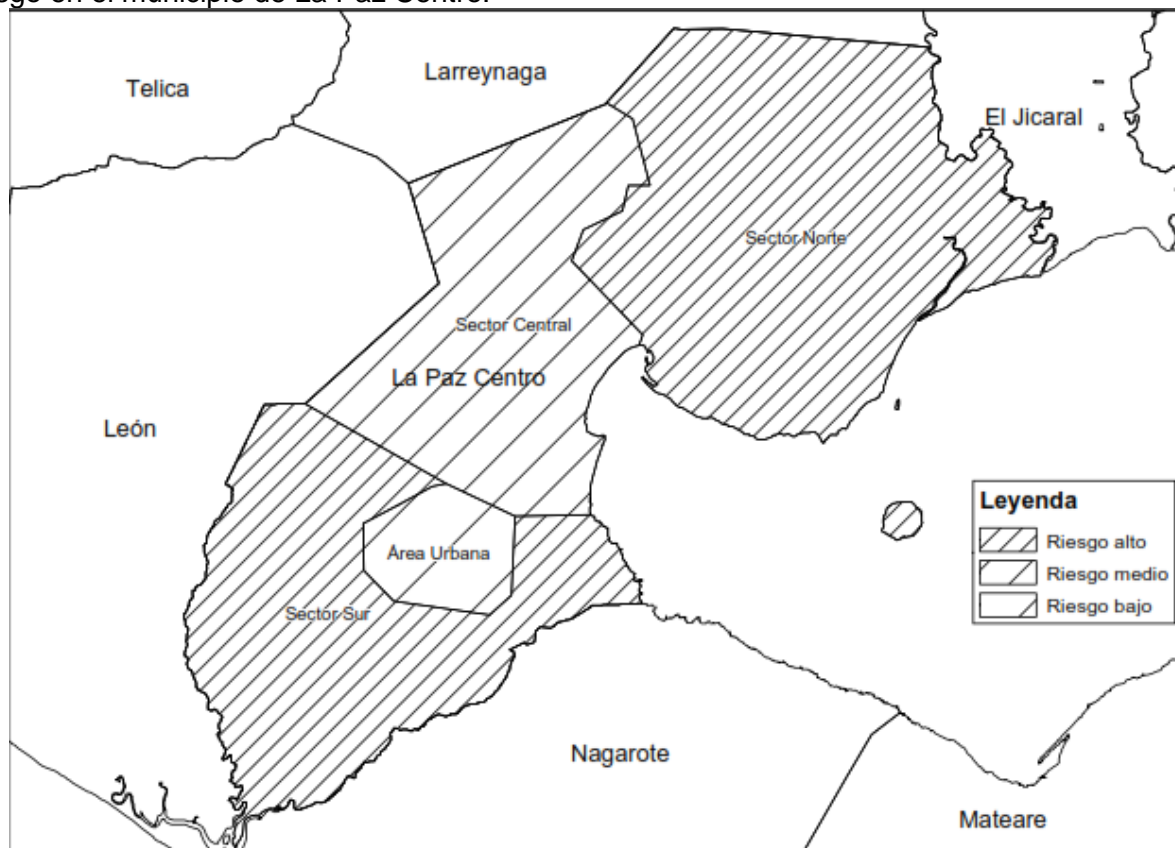
**Figura 4.8 Mapa de vulnerabilidades ante incendios forestales**  
 Fuente: (INETER, 2018)

El riesgo ante los incendios forestales en el municipio de La Paz Centro, es agravado debido a factores como: avance de la frontera agrícola, abundante material combustible de origen vegetal, la topografía irregular del terreno, olas de calor, altas temperaturas, la velocidad del viento y los periodos recurrentes de sequias.

## 4.2.2. Amenazas Socionaturales

### 4.2.2.1. Inundaciones

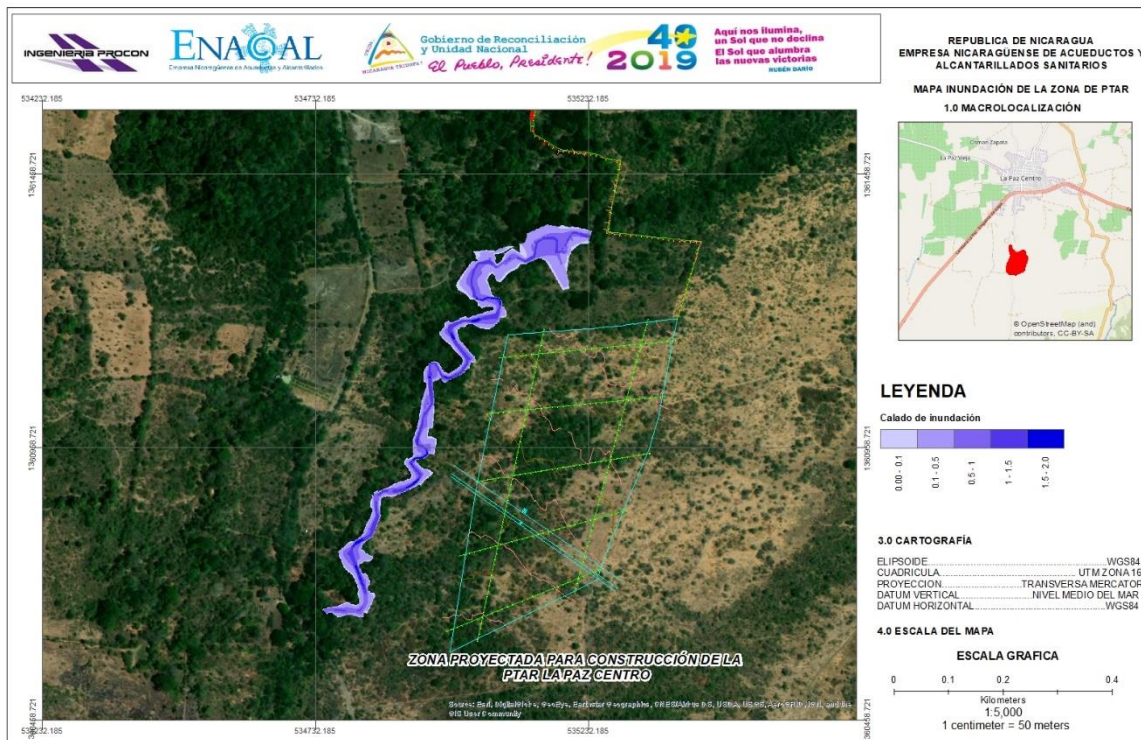
El nivel de riesgo por inundación para el municipio de La Paz Centro está clasificado como medio según INETER. En el área de emplazamiento del proyecto el nivel de riesgo por inundación es bajo en el casco urbano y clasificado como alto en los sitios propuestos para el emplazamiento de la PTAR y EBARS. La siguiente figura muestra la clasificación del riesgo en el municipio de La Paz Centro:



**Figura 4.9 Niveles de riesgo por inundación en el municipio de La Paz Centro**

Fuente: SINAPRED, 2005

Factores como la textura de suelo, predominantemente arcilloso en el costado sur del casco urbano, pendiente del terreno, clasificadas como suaves a moderadas y presencia de cauces cercanos a las áreas de emplazamiento de las obras del proyecto, son factores que aumentan la susceptibilidad por inundación, especialmente en algunos de los sitios propuestos para emplazar la PTAR y el área de emplazamiento de las EBARS. Sin embargo, de acuerdo con los resultados del estudio de inundación realizado en la cuenca Paso San Diego, las áreas de inundaciones bajo los eventos de lluvias desarrollados no afectarán la zona proyectada para el emplazamiento de la PTAR De La Paz Centro, tal a como se muestra en la figura a continuación:



**Figura 4.10 Zona inundable en el sitio 2 y 3 proyectado para la construcción de la nueva PTAR La Paz Centro.**

Fuente: PROCON Ingeniería, 2019

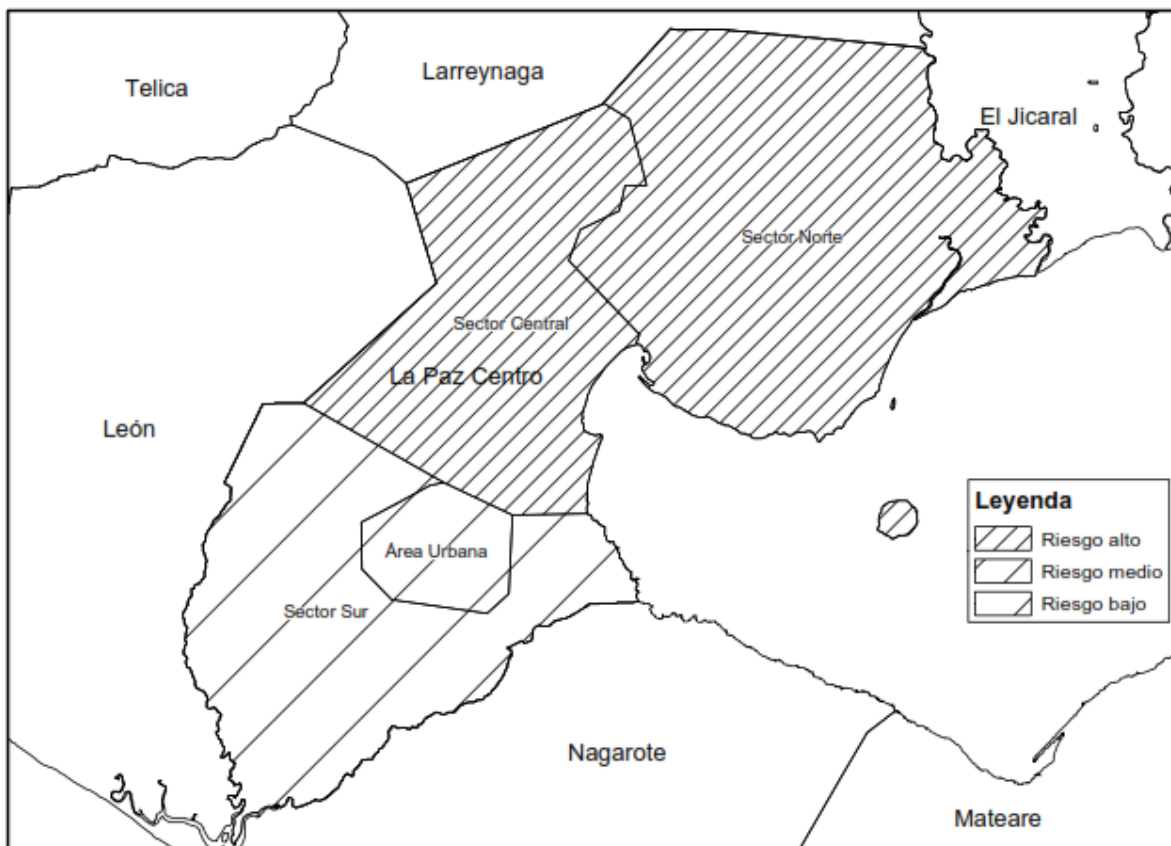
#### 4.2.2.2. Tolvaneras

En La Paz Centro debido a la deforestación y el avance de la frontera agrícola se generan fuertes vientos en tiempos de verano, causando la erosión eólica de los suelos. Las tolvaneras acompañadas de vientos huracanados afectan al municipio de La Paz Centro, particularmente donde las tierras han sido utilizadas para la siembra de maíz, ajonjolí y caña.

Estas tolvaneras o nubes de polvo datan de los años 60's producto de la agricultura intensiva, y son fenómenos socionaturales influenciados por elementos meteorológicos como los vientos y la sequía y agravados por suelos desprovistos de vegetación. Las tolvaneras se manifiestan a través de la emisión de material particulado y partículas finas (menores de 2 micras), las cuales afectan la salud de las personas y la visibilidad en las principales carreteras.

#### 4.2.2.3. Deslizamientos

De acuerdo a INETER, se otorga al municipio de La Paz Centro un nivel de amenaza por deslizamiento de grado 7 en una escala de 1 a 10, ya que se encuentra emplazado en una zona de susceptibilidad a este fenómeno, particularmente en la zona norte del municipio. La siguiente figura presenta el nivel de riesgo ante deslizamiento en el municipio:



**Figura 4.11 Mapa de niveles de riesgo ante deslizamientos**

Fuente: SINAPRED, 2005.

En la figura anterior se aprecia que el riesgo ante deslizamientos para el casco urbano y costado sur del mismo, donde se propone emplazar la PTAR y EBARS están clasificados como riesgo bajo. Las pendientes en el área de influencia directa del proyecto oscilan entre suaves a moderadas y no hay zonas susceptibles a movimientos de ladera que puedan poner en riesgo los componentes del proyecto.

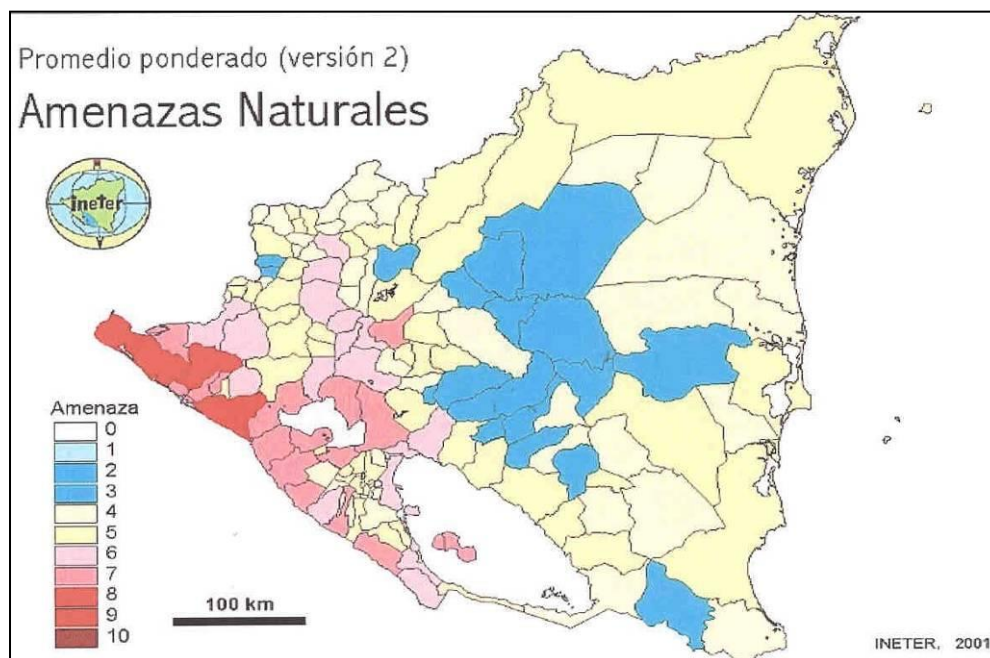
### **4.2.3. Amenazas Antropogénicas**

La principal amenaza antropogénica en el sitio del proyecto está relacionada con incendios provocados por cazadores de animales en el costado sur del casco urbano, en donde aún existen reductos de bosques secundarios que son el hábitat de algunas especies de reptiles de alto valor nutricional para los pobladores.

### **4.3. Evaluación de Amenazas Naturales en el Sitio del Proyecto**

El INETER ha definido la metodología para evaluación de amenazas naturales (2001) que clasifica los niveles de amenaza por municipios, de distintos eventos tanto climáticos como geológicos, entre los que se encuentran sismos, inundaciones, deslizamientos, tsunamis, huracanes, y volcanes. En una escala de 1 a 10 donde los valores de los distintos eventos son ascendentes desde un mínimo de 1 hasta un máximo de 10.

De acuerdo a esta metodología el municipio de La Paz Centro tiene un valor ponderado de 7 en la escala de amenazas naturales, tal a como se observa en la siguiente figura:



**Figura 4.12 Mapa de niveles de amenazas naturales**  
 Fuente: INETER, 2001.

El INETER asigna los siguientes valores a las amenazas naturales evaluadas en su metodología propuesta, siendo las amenazas de sequía y volcanes los que tienen valores muy altos; seguidos de inundaciones y sismos.

**Tabla 4.1. Valores ponderados por amenaza natural para el sitio del proyecto**

Amenazas	Valor	Clasificación
Huracanes	5	Moderada
Sequía	10	Alta
Inundaciones	8	Alta
Huracanes	5	Moderada
Sismos	8	Alta
Volcanes	10	Alta
Deslizamiento	7	Moderada
Tsunami	0	Ninguna
<b>PONDERACION</b>	<b>7</b>	<b>Moderada</b>

Fuente: INETER, 2001

De acuerdo con los resultados de evaluación de amenaza natural según la metodología de INETER, los componentes del proyecto más sensibles son las obras de mejoramiento y ampliación del alcantarillado sanitario, las cuales estarán localizadas en zonas próximas a zonas de riesgo, tales como volcanes. Los sitios propuestos para emplazar la nueva PTAR,



por encontrarse en el costado sur del casco urbano, están fuera del radio de incidencia ante posibles erupciones volcánicas.

El riesgo sísmico para todos los componentes del proyecto es considerado alto, sobre todo tomando en consideración los antecedentes de eventos sísmicos en el departamento de León y los efectos ocasionados sobre la infraestructura de la actual PTAR, en las cuales se evidencian fisuras en la mampostería.

Así mismo, el sitio del proyecto presenta alta amenaza ante inundación, a nivel de macrolocalización, sin embargo, el estudio de inundación determinó, a través de una modelación hidrológica, que eventos intensos de precipitación no afectarán por inundación el área de emplazamiento de la PTAR aún en los sitios cercanos a la quebrada Las Lajitas.

#### 4.4. Conceptualización y metodología de análisis de riesgo físico general del municipio

Para identificar el riesgo físico del municipio se ha analizado la información oficial de INETER de vulnerabilidad ante diferentes amenazas presentada en los mapas interactivos de vulnerabilidades y amenazas naturales. Cuando se habla de riesgo, la mayor parte de la literatura existente en esta materia aborda las variables de amenaza y vulnerabilidad, cuyos conceptos son definidos por INETER tal a como se muestran a continuación:

- La **amenaza** es un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural, de origen tecnológico o provocado por el hombre que puede manifestarse en un sitio específico y en un tiempo determinado produciendo efectos adversos en las personas, los bienes, servicios y el medio ambiente. Es un factor de riesgo externo de un sistema o de un sujeto expuesto, que se expresa como la probabilidad de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad, en un sitio específico y en un periodo de tiempo. Cuando se habla de amenaza sísmica se refiere a la probabilidad de manifestación de sismos de una intensidad determinada durante una ventana de tiempo específica.
- La **vulnerabilidad** es el factor de riesgo interno de un sujeto o sistema expuesto a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca a ser afectado o de ser susceptible a sufrir un daño. Corresponde a la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir daños en caso de que un fenómeno desestabilizador de origen natural o antrópico se manifieste. La diferencia de vulnerabilidad del contexto social y material expuesto ante un fenómeno peligroso determina el carácter selectivo de la severidad de los efectos de dicho fenómeno. Una curva de vulnerabilidad o fragilidad sísmica es una función que relaciona la intensidad sísmica con el daño o pérdida esperada en un elemento expuesto específico.

Las vulnerabilidades son los aspectos de la sociedad que preconditionan o hacen propensos a sectores, grupos, familias o individuos de sufrir pérdidas y de encontrar dificultades para recuperarse de éstas. Además de la vulnerabilidad física de los elementos expuestos ante una amenaza la vulnerabilidad tiene expresiones en términos de los niveles económicos y de bienestar de la población, en sus niveles de organización y educación, en

sus características culturales e ideológicas, y, de forma relacionada, en términos de su localización en el territorio, con el manejo de su medio ambiente, y en las características y resiliencia de sus estructuras habitacionales y productivas y de su adecuación al medio físico próximo y a las amenazas que presenta.

- El **riesgo** es la probabilidad de ocurrencia de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado. Se obtiene de relacionar la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

El riesgo es el resultado de la relación dinámica y dependiente entre amenazas y vulnerabilidades y se manifiesta en territorios definidos y circunscritos. El riesgo es dinámico y cambiante, de acuerdo con la variación que los distintos factores sufren en el tiempo y en el territorio, producto de cambios en el ambiente natural y en la sociedad.

La gestión de riesgos es el planeamiento y aplicación de medidas orientadas a impedir o reducir los efectos adversos de eventos peligrosos sobre la población, los bienes, servicios y el medio ambiente. Acciones integradas de prevención-mitigación de desastres y preparación para la atención y recuperación de población potencialmente afectable. Involucra la identificación del riesgo y la reducción del mismo como medidas ex-ante y el manejo de desastres como actividades ex-post.

La gestión de riesgos es un proceso social complejo a través del cual se pretende lograr una reducción de los niveles de riesgo existentes en la sociedad y fomentar procesos de construcción de nuevas oportunidades de producción y asentamiento en el territorio que desde su diseño garanticen condiciones de seguridad para el futuro. Como proceso, la gestión de riesgos no puede existir como una práctica, actividad o acción aislada. Más bien debe ser considerada como un componente íntegro y funcional del proceso de gestión del desarrollo global, sectorial, territorial, urbano, local, comunitario o familiar; y de la gestión ambiental.

#### 4.5. Clasificación de las Amenazas según INETER

El estudio del INETER clasifica las amenazas naturales en siete tipos de amenazas:

- Huracanes
- Sequía
- Inundaciones
- Huracanes
- Sismos
- Volcanes
- Deslizamiento
- Tsunami

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. La escala de clasificación de amenazas utilizada se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 4.2. Escala de clasificación de amenazas**

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

#### 4.6. Método utilizado para el análisis de Riesgo del Sitio

El método utilizado para el análisis de riesgo de cada uno de los sitios propuestos para el emplazamiento de las obras del proyecto se ha basado en la metodología diseñada por INETER, en las observaciones *in situ* realizadas a través de visitas de campo y procesamiento de datos a través de Sistemas de Información Geográfica.

En este acápite se ha analizado de igual forma la información oficial de INETER de vulnerabilidad ante diferentes amenazas presentada en los mapas interactivos de vulnerabilidades y amenazas naturales. El grado de afectación que puedan sufrir las personas, familias y comunidades, si bien depende de la magnitud de los eventos (amenazas), también depende del grado de exposición a los mismos, las condiciones materiales de vida de las familias, su capacidad de protegerse, responder y reponerse de sus efectos, pero sobre todo por las formas de tratar y vincularse con la naturaleza (vulnerabilidad).

Las vulnerabilidades son presentadas en tres niveles (alta, media y baja) mediante valores porcentuales. Esto permite identificar mediante intensidad de colores (rojo para alta, naranja para media y verde para baja) el porcentaje de la población, en cada municipio, que está expuesta a cada nivel de vulnerabilidad en relación su total.

## 5. PRONÓSTICO DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL AL IMPLEMENTAR EL PROYECTO

El área de influencia directa del proyecto, por sus características de espacio urbano es un área altamente antropizada, cuya situación ambiental está determinada por el aumento poco planificado de las áreas urbanas, cultura inadecuada de manejo de los residuos por parte de la población y el establecimiento de actividades potencialmente contaminantes que carecen de regulación y de la capacidad para invertir en tecnologías que permitan reducir y mitigar los efectos de los impactos ambientales de descargas e inmisiones de contaminantes hacia los diferentes factores ambientales.

Aunado a esto, la cobertura del sistema de alcantarillado sanitario existente es únicamente del 46 % respecto al total de viviendas, y la red existente ha sobrepasado su periodo de diseño, lo que ocasiona desbordamiento de pozos de visita, generando situaciones de insalubridad en algunos barrios del casco urbano. Las aguas residuales que son conducidas a través del sistema de alcantarillado sanitario hacia la planta de tratamiento de aguas residuales existente, sufren un proceso de depuración ineficiente, generando un efluente que no cumple con los valores máximos permisibles establecidos en el Decreto de Vertidos y una consecuente contaminación hacia el cuerpo receptor.

En el mismo sentido, el 83.78% (1,958) de las viviendas donde no existe red de alcantarillado hacen uso de letrinas y riegan las aguas grises o corren en las calles, lo que presiona la calidad de factores ambientales como el agua, el suelo, el aire y la calidad paisajística en el casco urbano.

Es por todo lo anterior que el proyecto "Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote" impactará de forma positiva la calidad ambiental del casco urbano de La Paz Centro, al proveer una solución a la problemática del manejo de las aguas residuales municipales, que a su vez generará un impacto social y económico en la ciudad.

### 5.1. Etapa de Construcción

En el marco de la elaboración del informe conceptual del presente proyecto de "Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote", se han presentado dos propuestas para el mejoramiento y ampliación del alcantarillado sanitario y nueva planta de tratamiento de aguas residuales del casco urbano de La Paz Centro, las cuales son descritas en el siguiente acápite.

Las principales obras para el mejoramiento y ampliación del sistema de alcantarillado sanitario son las siguientes:

**Tabla 5.1. Actividades generales para la construcción de obras del proyecto**

Actividades	AS*		PTAR*	
	Opción 1	Opción 2	Opción 1	Opción 2
Remoción de capa vegetal, nivelación, excavación y relleno.	X	X	X	X
Restauración de carpeta de firme o superficie	X	X		
Excavación manual o mecánica de zanja	X	X		
Impermeabilización de fondo de lagunas con material excavado del sitio			X	X
Construcción obra civil e instalación equipos	X	X	X	X
Conformación de talud, Protección de talud con grama, Instalación de malla geotextil			X	X
Conformación e instalación de gaviones con malla hexagonal a doble torsión				X
Canal de concreto simple, losa de fondo				X

\*AS: Alcantarillado sanitario; PTAR: Planta de tratamiento de aguas residuales

Fuente: elaboración propia, 2019

### 5.1.1. Alcantarillado sanitario

Las obras propuestas para el mejoramiento y ampliación de la red de alcantarillado sanitario tienen como base ser un sistema convencional y que drene, preferiblemente, por gravedad hacia el sitio propuesto para emplazar una nueva planta de tratamiento de aguas servidas.

Estas alternativas contemplan hacer uso de la mayor cantidad de infraestructura existente, por lo tanto, se proyecta continuar utilizando las tuberías que tengan la capacidad hidráulica para transportar el caudal de diseño.

Los componentes del alcantarillado sanitario comprenden: tubería de impulsión, colectoras principales, pozos de visita, conexiones domiciliarias, estación de bombeo, caseta, portón de malla.

#### **5.1.1.1. Alternativa 1: Mejoramiento y ampliación del sistema de alcantarillado sanitario por gravedad hacia nueva planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) + dos Estaciones de Bombeo en los sectores que no drenan por gravedad**

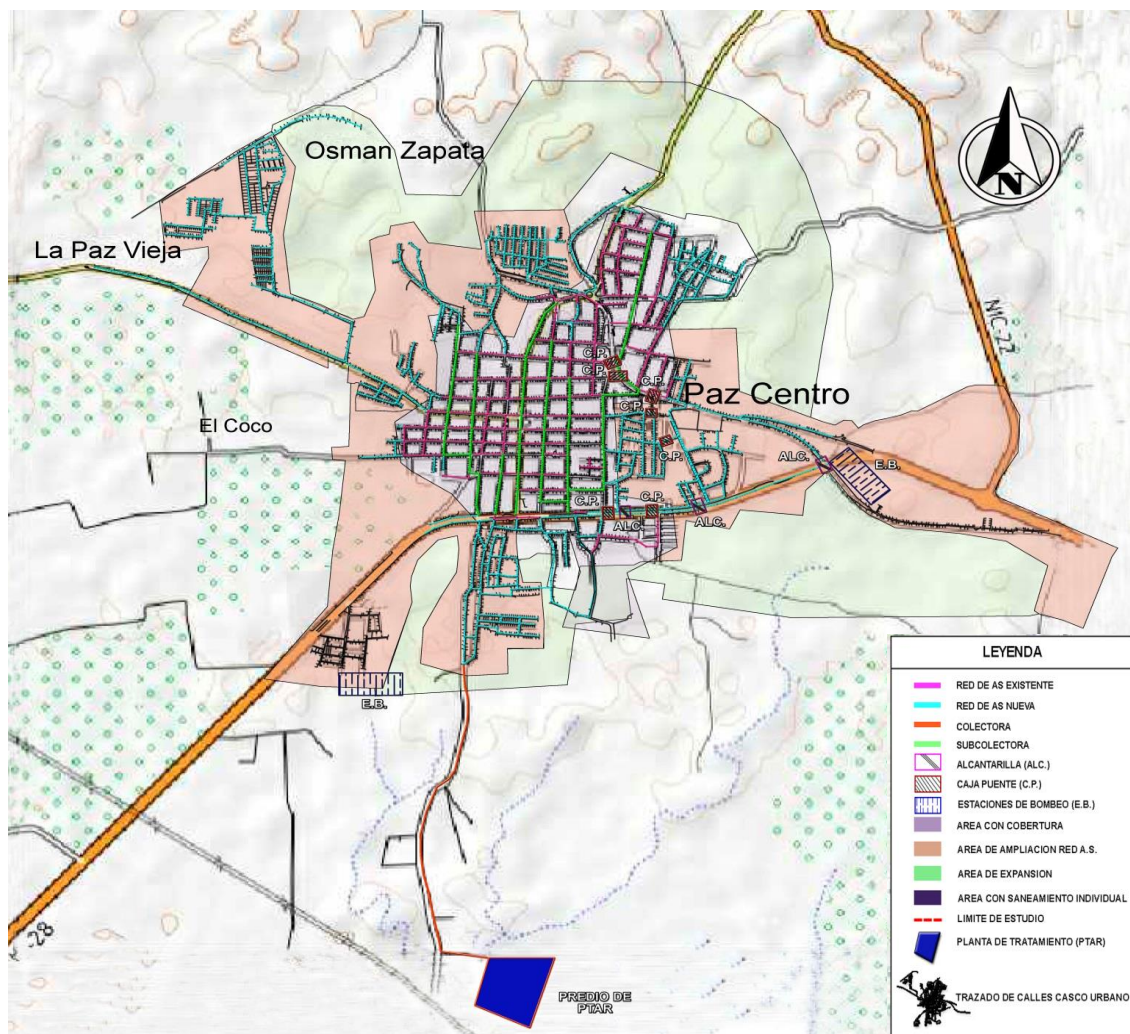
Se proyecta la ampliación de la red de alcantarillado sanitario, atendiendo las áreas localizadas al este, oeste y sur del casco urbano de La Paz Centro. La red alcantarillado sanitario recolectará las aguas servidas generadas en estas zonas y las transportará (por gravedad) hacia las subcolectoras que se instalaran de norte a sur del casco urbano de la ciudad.

Se proponen dos (2) estaciones de bombeo, las que se detallan a continuación:

- EBAR (1) localizada al sur del barrio Santa Emilia en las coordenadas UTM x: 534388 y: 1362705. Se recolectarán las aguas residuales generadas por 51 viviendas pertenecientes a los barrios Santa Emilia y Felipe López.
- EBAR (2) prevista a emplazarse las coordenadas UTM x: 536801 y: 1363793 (sector Los Linartes del barrio 17 de Julio) Se recibirá e impulsará el caudal de aguas residuales generado por 57 viviendas.

Los subcolectores propuestos drenaran, por gravedad, de norte a sur, hacia una colectoras que se ubicara a lo largo de la carretera panamericana. Esta colectoras cruzara la carretera en un único punto para dirigirse al sur donde encuentra el predio de la nueva PTAR.

En la siguiente figura, se muestra el trazado de la red de alcantarillado sanitario, destacando las 2 EBAR´s proyectadas y la trayectoria de la colectoras.



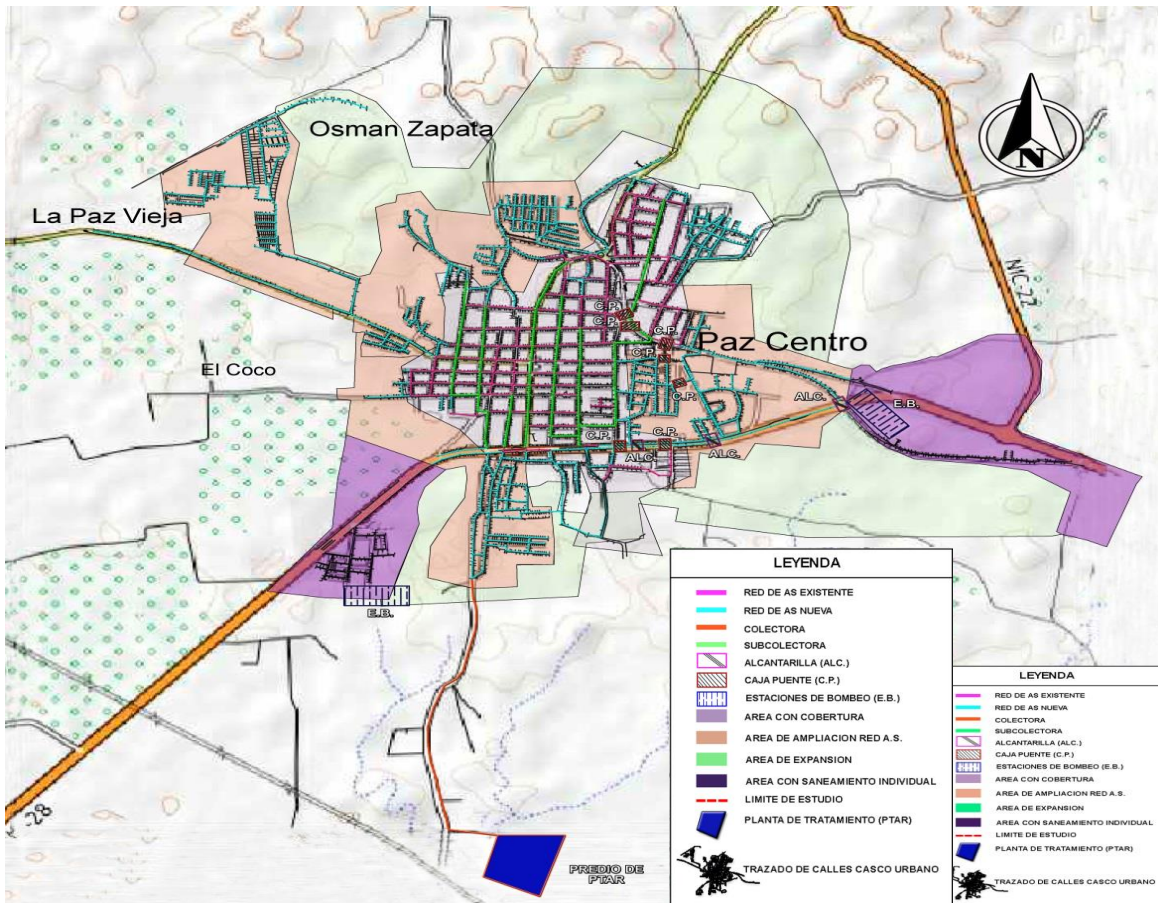
**Figura 5.1. Alternativa 1: Mejoramiento y ampliación de la red de alcantarillado sanitario a nueva planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) con capacidad para depurar el 100% del caudal generado por los pobladores de La Paz Centro.**

**5.1.1.2. Alternativa 2: Mejoramiento y ampliación del sistema de alcantarillado sanitario por gravedad hacia nueva planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) + soluciones individuales en los sectores que no drenan por gravedad.**

Los sectores poblacionales (barrios Santa Emilia, Felipe López y sector Los Linartes del barrio 17 de Julio) serán atendidos mediante soluciones de saneamiento individuales. Se estima un requerimiento preliminar de 108 soluciones de saneamiento individuales.

La trayectoria del colector será idéntica a la definida en la alternativa 1. En la Figura 5.2, se muestra el trazado del sistema de alcantarillado sanitario, destacándose los sectores poblacionales que serán atendidos por soluciones de saneamiento individuales.

En relación a las soluciones individuales se proyecta un conjunto de unidades conformadas por Fosa Séptica y Pozo de Absorción. En este caso, el cuerpo receptor para el vertido de las aguas residuales será el suelo; consecuentemente, las aguas subterráneas.



**Figura 5.2 Alternativa 2: Mejoramiento y ampliación de la red de alcantarillado sanitario por gravedad a nueva PTAR + soluciones individuales de saneamiento en los sectores que no drenan por gravedad.**

La situación ambiental del proyecto en la etapa de construcción de las obras de mejoramiento y ampliación del alcantarillado sanitario estará afectada por impactos ambientales negativos de carácter temporal, localizado y reversible.

La excavación de zanjas provocará afectación adversa directa, moderada y localizada de la textura suelo producto de los movimientos de tierra, particularmente en las áreas donde se ampliará la red de alcantarillado sanitario en las zonas de expansión. En la zona del casco urbano por ser un área altamente antropizada se estimada que los movimientos para el mejoramiento del alcantarillado existente tenga menor impacto ambiental.

Como consecuencia de estas obras se incrementará el nivel de ruidos, vibraciones y la emisión de material particulado por movimientos de tierra que pueden afectar

temporalmente la calidad del aire. Estos impactos serán mitigados a través de las medidas ambientales que se presentan como parte del presente análisis ambiental.

La situación de la calidad visual del paisaje en el área de influencia directa del proyecto es heterogénea, encontrándose calidades visuales de bajas a buenas en términos de calidad del paisaje urbano. El área de mayor densidad población del municipio de La Paz Centro se ubica en el paisaje urbano, éste se verá temporalmente afectado por el tránsito de maquinaria pesada y movimientos pesados, sin embargo, los impactos son totalmente reversibles.

En lo relativo con la biodiversidad la posible afectación de la flora y fauna por las obras de mejoramiento y ampliación del sistema de alcantarillado sanitario se producirá básicamente como consecuencia de las actividades donde se realizarán movimientos de suelo y existe cubierta vegetal, especialmente en las zonas periurbanas donde se prevén la expansión de la población, sin embargo, esta afectación será limitada, por cuanto en esta área la densidad de la cobertura vegetal es baja.

#### **5.1.2. Planta de tratamiento de aguas residuales**

La definición de opciones tecnológicas para el tratamiento de las aguas residuales se ha realizado tomando como base los costos de operación y mantenimiento, las eficiencias de remoción de contaminantes, la experiencia en la gestión y operación de determinados tipos de tratamiento y el acceso a repuestos de las unidades de tratamiento. Consecuentemente, las tecnologías que se proponen para su evaluación son:

- **Opción tecnológica 1: Pre Tratamiento + Laguna de Estabilización Facultativa + Laguna de Estabilización de Maduración.**

El proceso depurador del agua residual con esta opción tecnológica será logrado por medio del empleo de unidades para el tratamiento preliminar (cribado en serie manual, cámaras desarenadoras y canaleta Parshall y cámara desengrasadora); tratamiento secundario (conformado por lagunas de estabilización facultativas) y tratamiento terciario (lagunas de maduración). Esta última con el objetivo de eliminar patógenos.

Las aguas residuales tratadas serán recolectadas en un canal de efluente final con canaleta Parshall para su posterior vertido en el cauce aledaño.

- **Opción tecnológica 2: Pre Tratamiento + Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (UASB) + Laguna de Maduración.**

Esta alternativa prevé realizar tratamiento colectivo mediante una PTAR con capacidad para la depuración de las aguas residuales que ingresen de la red de alcantarillado sanitario que drenará por gravedad. Esta opción requiere la construcción en una primera fase de 3 reactores UASB complementado con 2 lagunas de maduración; y en una segunda etapa, la construcción de 2 reactores UASB acoplado a 1 laguna de maduración.

Considerando que 108 viviendas no pueden conectarse a la red de alcantarillado sanitario debido a condiciones topográfica desfavorables, se ha previsto dotarlas de unidades de

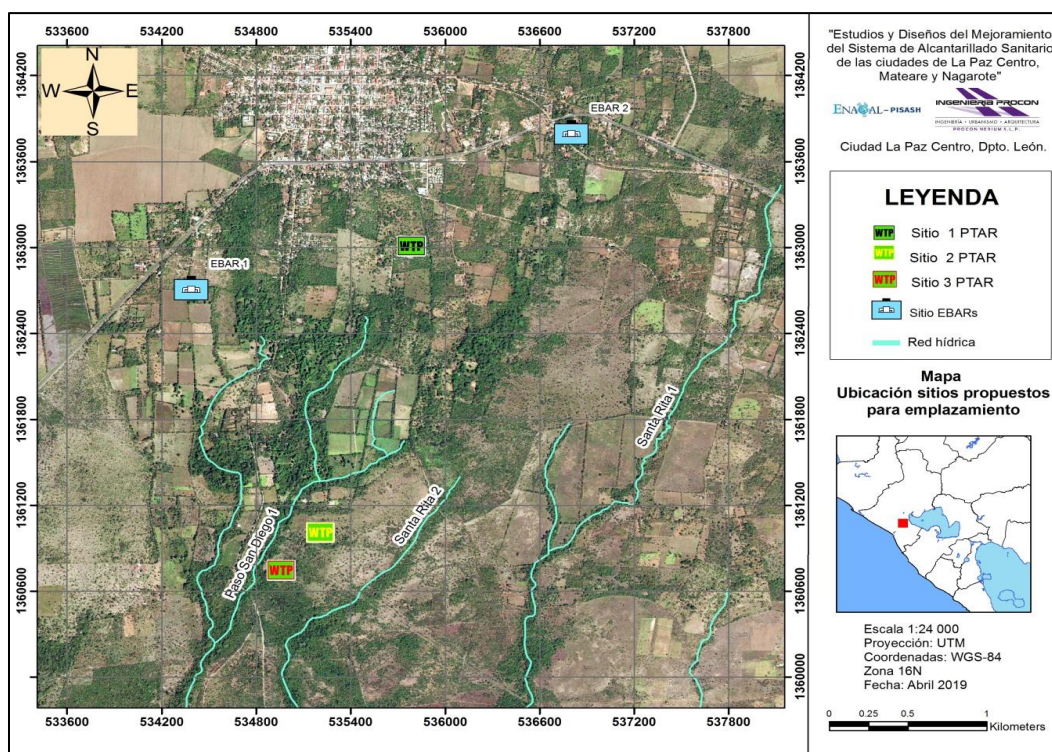


tratamiento individual, fabricados con polietileno de alta densidad tipo rotoplast más pozo de absorción.

Ambas opciones tecnológicas, dispondrá de dos líneas de tratamiento:

- 1) Línea de agua, incluye las operaciones y procesos de tratamiento que permiten reducir la contaminación presente en las aguas residuales, cumpliendo con el Decreto 21-2017; y
- 2) Línea de lodos, para el tratamiento de los sub productos que se origin en la línea de agua.

Los impactos para la etapa de construcción de las unidades de tratamiento de la nueva PTAR estarán localizados en el costado sur del casco urbano. Existen tres sitios propuestos para el emplazamiento de la nueva PTAR, los cuales se muestran en la siguiente figura y serán evaluados en el siguiente acápite.



**Figura 5.3 Mapa de localización de los sitios propuestos para emplazar la nueva PTAR Ciudad La Paz Centro**

Fuente: Elaboración propia, 2019

El sitio 1, se ubica en una zona de futuro desarrollo poblacional. Específicamente, los límites norte y noroeste de este predio se encuentran en una de las zonas de expansión definida por la Filial de ENACAL y autoridades de la alcaldía de La Paz Centro durante la fase diagnóstica. Por ello, este sitio no es viable para el emplazamiento de la nueva PTAR debido a que a mediano plazo estaría inmerso en núcleos poblacionales. En parte de este predio

está ubicada la actual PTAR del casco urbano, por lo cual la situación ambiental del sitio está caracterizada por la presencia de olores en el área de la planta y alrededor, así como zonas de encharcamiento de aguas crudas.

El predio identificado como sitio 2, es propiedad de los hermanos Ivone y Rommel Saavedra. Se caracteriza porque los costados sur y suroeste colindan con una torre de tensión eléctrica que se encuentra a más de 36 metros de distancia del lindero del predio; y en el costado oeste colinda con la quebrada Las Lajitas, la cual se encuentra a 130 de distancia del lindero Oeste del predio. El acceso es un camino de tierra en buen estado en la mayoría de su trayectoria. Este sitio se encuentra en un área de bosque secundario latifoliado ralo con árboles en estado brinzal y latizal; con pendientes suaves y suelo limo-arcilloso.

El sitio identificado como 3, propiedad del Sr. Rommel Saavedra, se encuentra próximo al sitio 2; por ello, colinda en su costado norte con la torre de tensión eléctrica la cual se encuentra a más de 30 metros de distancia del lindero del predio; y en el costado oeste colinda con la quebrada Las Lajitas, la cual se encuentra a menos de 5 metros de distancia del lindero oeste de este predio, en parte más próxima, y 70 metros en su parte más distante. Similar que el sitio 2, este sitio se encuentra en un área de bosque secundario latifoliado con mayor densidad de árboles: La pendiente es suave y el suelo es limo arcilloso.

Con la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales se modificaría el uso actual del suelo de bosque a área construida, cuyo impacto es localizado e irreversible.

Otro cambio notable en la situación ambiental del área de emplazamiento de la PTAR está en lo relativo con la posible afectación de flora y fauna, como consecuencia de las actividades de descapote, limpieza y movimientos de tierra. La migración de fauna hacia hábitats cercanos son posibles impactos del emplazamiento de la PTAR.

Así mismo, consecuencia de la construcción de la PTAR se incrementará el nivel de ruidos, vibraciones y la emisión de material particulado por movimientos de tierra que pueden afectar temporalmente la calidad del aire. Estos impactos serán mitigados a través de las medidas ambientales que se presentan como parte del presente análisis ambiental.

Se prevé un impacto a la calidad paisajística por el tránsito de maquinaria pesada y movimientos pesados, sin embargo, los impactos son temporales y localizados.

## **5.2. Pronóstico en la etapa de funcionamiento del proyecto**

Con el mejoramiento y ampliación del alcantarillado sanitario y la construcción de la nueva PTAR se estima que la situación ambiental del área de influencia directa del proyecto tenga un impacto ambiental y social altamente positivo.

El mejoramiento y ampliación del alcantarillado sanitario evitará el desbordamiento de pozos de visita y descarga de aguas grises sin tratamiento sobre las calles, lo que incidirá de forma directa en el mejoramiento de la calidad de vida de la población, al reducir los focos de generación de vectores transmisores de enfermedades, generación de olores y aumento de la calidad paisajística urbana.

En la etapa de operación del proyecto se prevé la generación de olores en la planta de tratamiento de aguas residuales, especialmente en las unidades de pre tratamiento y línea de tratamiento de lodos, sin embargo, por encontrarse en un área alejado de la zona urbana el impacto es mitigable a través de barreras vivas alrededor del predio de la planta.

Así mismo, en el caso de las tecnologías anaerobias, como el UASB, se espera la generación de gases de Metano y el riesgo de explosión en el área, sin embargo, con un adecuado manejo del mismo, este riesgo se ve reducido.

El cuerpo receptor, cauce Las Lajitas, tendrá un impacto ambiental positivo con ambas opciones tecnológicas respecto a su calidad, al mejorarse la calidad del efluente vertido al mismo y cumplir con los valores máximos permisibles establecidos en los artículos 24 y 25 del Decreto 21-2017. Actualmente el cauce Las Lajitas recibe un efluente con poca remoción de contaminantes, generándose condiciones anaerobias en un tramo hasta de 1 km aguas abajo desde el sitio de descarga.

En principio las 2 opciones tecnológicas se fundamentan en cumplir con los límites máximos establecidos en los Artos. 24 y 25 del Decreto 21-2017.

Para cumplir con el límite máximo permisible de Coliformes Fecales para la disposición final o vertido del efluente en el cauce, se prevé, en ambas opciones tecnológicas, la construcción de lagunas de maduración, cuyos tiempos de retención prolongados garantizan la remoción de bacterias, virus y parásitos. En la Tabla 5.2 y Tabla 5.3 se expone el pronóstico de la calidad del efluente provenientes de las opciones tecnológicas 1 y 2.

**Tabla 5.2. Calidad del efluente de la opción tecnológica 1: Pre Tratamiento + Laguna de Estabilización Facultativa + Laguna de Estabilización de Maduración**

Parámetro	Unidad	Eficiencias de remoción/Calidad del agua residual				Límite Máximo Permissible
		Ingres a al Pre tratamiento	Ingres a a Lagunas Facultativas	Ingres a a Lagunas Maduración	Vertido al cauce	
pH		7.30			7.30	6 - 9
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	22.5%	70.0%	80.0%	18.83	100
		405.00	313.88	94.16		
Grasas y aceites	mg/L	22.5%	60.0%	60.0%	10.42	20
		84.00	65.10	26.04		
Sólidos Sedimentables	mg/L	22.5%	70.0%	80.0%	0.54	1
		11.70	9.07	2.72		
DBO <sub>5</sub>	mg/L	0%	88.49%	69.60%	7.87	110

Parámetro	Unidad	Eficiencias de remoción/Calidad del agua residual				Límite Máximo Permissible
		Ingresas al Pre tratamiento	Ingresas a Lagunas Facultativas	Ingresas a Lagunas Maduración	Vertido al cauce	
DQO	mg/L	225.00	225.00	25.89	11.24	220
		0%	88.44%	69.61%		
		320.00	320.00	36.99		
Nitrógeno Total	mg/L	0%	45.0%	57.5%	8.99	45
		20.00	20.00	11.00		
		0%	15.0%	35.0%		
Fósforo Total	mg/L	4.00	4.00	3.40	2.76	15
		0%	99.81%	99.83%		
		1.01 E+08	1.01 E+08	1.9 E+ 05		

Fuente: PROCON Ingeniería, 2019

**Tabla 5.3. Calidad del efluente de la opción tecnológica 2: Pre Tratamiento +UASB + Laguna de Estabilización de Maduración**

Parámetro	Unidad	Eficiencias de remoción/Calidad del agua residual				Límite Máximo Permissible
		Ingresas al Pre tratamiento	Ingresas a UASB	Ingresas a Lagunas Maduración	Vertido	
pH		7.30			7.15	6 - 9
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	22.5%	60.0%	80.0%	25.11	100
		405.00	313.88	125.55		
		22.5%	86.36%	60.0%		
Grasas y aceites	mg/L	84.00	65.10	8.88	3.55	20
		22.5%	60.0%	80.0%		
		11.70	9.07	3.63		
Sólidos Sedimentables	mg/L	0%	75.25%	55.81%	24.66	110
		225.00	225.00	55.80		
		0%	67.16%	66.48%		
DQO	mg/L	320.00	320.00	105.10	35.23	220
		0%	35.0%	57.5%		
		20.00	20.00	13.00		
Nitrógeno Total	mg/L	0%	35.0%	57.5%	5.53	45
		20.00	20.00	13.00		
		0%	35.0%	35.0%		
Fósforo Total	mg/L	4.00	4.00	2.60	1.69	15
		0%	90.0%	99.99%		
		1.01 E+08	1.01 E+08	1.01 E+07		

Fuente: PROCON Ingeniería, 2019

## 6. VALORACIÓN AMBIENTAL

Este acápite tiene como fin, identificar, analizar y evaluar los posibles impactos, para todas las etapas del proyecto, derivados de la interacción entre las actividades previstas para la emplazar las obras y los factores ambientales circundantes.

## 6.1. Metodología para la valoración de impactos ambientales

La identificación de los impactos ambientales potenciales que serán ocasionados con la construcción, operación y mantenimiento; y cierre de proyecto de mejoramiento y ampliación del alcantarillado sanitario y emplazamiento de la nueva PTAR del casco urbano de La Paz Centro, se basó en el reconocimiento *in situ* de las áreas a ser intervenidas para conocer la situación de los factores ambientales en el sitio del proyecto; y en la información de las propuesta tecnológicas generada por las diferentes especialidades del equipo multidisciplinario contratado por PROCON Ingeniería.

Para la valoración ambiental de impactos ambientales se realizó una adaptación de la metodología propuesta por Guillermo Espinoza en la publicación "Programa de apoyo para el mejoramiento de la gestión ambiental en los países de América Latina y el Caribe", haciendo uso de la lista de chequeo/verificación y la valoración cualitativa de impactos con base en una clasificación de tipo cualitativa que divide los impactos en tres tipos de impactos: Inaceptable, crítico y aceptable; que corresponde como impactos ambientales altos, moderados y bajos, respectivamente.

## 6.2. Identificación y valoración de impactos ambientales

La siguiente tabla describe los impactos ambientales potenciales identificados por factor ambiental en función de las actividades del proyecto en las etapas de construcción, operación y mantenimiento, y cierre:

Con base en los resultados de la valoración se han identificado seis impactos ambientales potenciales críticos para el componente de mejoramiento y ampliación del alcantarillado sanitario. Estos impactos han sido identificados especialmente para factores ambientales como el suelo y el agua. Se ha identificado un total de catorce impactos ambientales aceptables tanto para la etapa de construcción como de operación del alcantarillado sanitario.

En la siguiente tabla se presenta la identificación de impactos ambientales potenciales para la PTAR durante la etapa de construcción, operación y mantenimiento y cierre.

**Tabla 6.1. Identificación y valoración de impactos ambientales potenciales Alcantarillado sanitario**

Etapa	Factor ambiental	Impacto ambiental potencial	Parámetros de valoración*			Criterio del consultor
			I	C	A	
Construcción	Suelo	Pérdida de la vocación forestal del suelo producto de la reconversión del uso actual de suelo para el emplazamiento de las obras del proyecto.			X	Se considera un impacto irreversible, pero localizado al área de la nueva PTAR, por lo cual se considera aceptable.
		Aumento de los procesos erosivos y de sedimentación por la modificación de la topografía, alteración de los patrones de drenaje del terreno y cambios en la textura del suelo.			X	Se implementarán medidas ambientales para prevenir este impacto, por lo cual se considera aceptable.
		Alteración de la calidad del suelo por el manejo inadecuado de los residuos sólidos y líquidos generados.			X	Se implementarán medidas ambientales para prevenir este impacto, sin embargo, los tipos de residuos a manejar en este proyecto son principalmente no peligrosos, por lo cual se considera poco probable y aceptable.
	Agua	Modificación del lecho de cauces cercanos producto del inadecuado manejo de sedimentos.		X		Este factor es considerado como muy sensible, y se implementarán medidas ambientales para prevenir este impacto, sin embargo, se considera como un impacto crítico.
		Alteración de la calidad de agua de los cauces por manejo inadecuado de residuos sólidos y líquidos.		X		Este factor es considerado como muy sensible, y se implementarán medidas ambientales para prevenir este impacto, sin embargo, se considera como un impacto crítico.
	Aire	Alteración de la calidad del aire por la generación de ruidos y vibraciones.			X	La probabilidad de ocurrencia de este impacto es muy probable, sin embargo, es temporal y reversible por lo cual se considera aceptable.
		Contaminación del aire por la generación de material particulado producto de los movimientos de tierra.			X	La probabilidad de ocurrencia de este impacto es muy probable, sin embargo, es temporal, reversible y se implementará medidas ambientales

Etapa	Factor ambiental	Impacto ambiental potencial	Parámetros de valoración*			Criterio del consultor
			I	C	A	
						para reducir sus efectos por lo cual se considera aceptable.
	Flora y fauna	Migración de fauna local por la pérdida de cobertura vegetal y consecuente pérdida de hábitat de especies.		X		El área propuesta para el mejoramiento del alcantarillado es urbana, por lo cual la presencia de flora y fauna es limitada.
		Reducción del confort térmico producto de la reducción de la cobertura vegetal.		X		El área propuesta para el mejoramiento del alcantarillado es urbana, por lo cual la presencia de flora y fauna es limitada.
	Paisaje	Reducción de la calidad paisajística		X		El paisaje urbano se verá temporalmente afectado, sin embargo, es un impacto reversible.
<b>Operación y mantenimiento</b>	Suelo	Inundación del terreno producto de la compactación e impermeabilización del terreno y cambios en los patrones de drenaje natural.		X		Las obras de mejoramiento al AS se emplazarán en un área previamente intervenida y las obras ampliación en áreas donde no existe el AS contempla la implementación de medidas ambientales para manejar las aguas pluviales, por lo cual este impacto se considera aceptable.
		Contaminación del suelo por inadecuado manejo de lodos residuales.		X		Este impacto podría generarse por reboses de residuos en el AS, sin embargo, el mismo cuenta con un plan de mantenimiento para evitar este tipo de impactos.
	Agua	Alteración de la calidad de agua del cauce Las Lajitas por vertido del efluente de la PTAR.		X		El agua residual colectada a través del AS será conducida hacia la PTAR, por lo cual el impacto se considera con pocas probabilidades de ocurrencia.
	Aire	Alteración de la calidad del aire por la generación de olores producidos por gases de Sulfuros y Mercaptanos en las unidades anaerobias.		X		El sistema de alcantarillado sanitario cuenta con un plan de mantenimiento para evitar este tipo de impactos.

Etapa	Factor ambiental	Impacto ambiental potencial	Parámetros de valoración*			Criterio del consultor
			I	C	A	
		Pérdida de vidas y afectación a la infraestructura producto de explosión generada por inadecuado manejo de gas Metano en unidades anaerobias.			X	La probabilidad de ocurrencia de este impacto es limitada, por cuanto el sistema de AS cuenta con su plan de mantenimiento.
	Paisaje	Aumento de la calidad paisajística urbana producto de la reducción de charcas de aguas crudas en las calles de la ciudad de La Paz Centro.			X	Se considera un impacto positivo
	Social	Mejora en la calidad de vida de los habitantes del casco urbano de La Paz Centro producto de la reducción de focos de generación de vectores transmisores de enfermedades.			X	Se considera un impacto positivo
<b>Cierre</b>	Suelo	Contaminación de suelo por el inadecuado manejo de residuos sólidos y líquidos producto de la demolición de la infraestructura.		X		
	Agua	Alteración de la calidad del agua superficial y subterránea por el manejo inadecuado de residuos líquidos y sólidos.		X		
	Aire	Alteración de la calidad de aire producto del manejo inadecuado de material particulado.			X	

\*Valoración del impacto: Inaceptable (I); Crítico (C), Aceptable (A)

Fuente: elaboración propia, 2019



**Tabla 6.2. Identificación de impactos ambientales potenciales planta de tratamiento de aguas residuales**

Etapa	Factor ambiental	Impacto ambiental potencial	Parámetros de valoración*			Criterio del consultor
			I	C	A	
Construcción	Suelo	Pérdida de la vocación forestal del suelo producto de la reconversión del uso actual de suelo para el emplazamiento de las obras del proyecto.			X	Se considera un impacto irreversible, pero localizado al área de la nueva PTAR, por lo cual se considera aceptable.
		Aumento de los procesos erosivos y de sedimentación por la modificación de la topografía, alteración de los patrones de drenaje del terreno y cambios en la textura del suelo.			X	Se implementarán medidas ambientales para prevenir este impacto, por lo cual se considera aceptable.
		Alteración de la calidad del suelo por el manejo inadecuado de los residuos sólidos y líquidos generados.			X	Se implementarán medidas ambientales para prevenir este impacto, sin embargo, los tipos de residuos a manejar en este proyecto son principalmente no peligrosos, por lo cual se considera poco probable y aceptable.
	Agua	Modificación del lecho de cauces cercanos producto del inadecuado manejo de sedimentos.		X		Este factor es considerado como muy sensible, y se implementarán medidas ambientales para prevenir este impacto, sin embargo, se considera como un impacto crítico.
		Alteración de la calidad de agua de los cauces por manejo inadecuado de residuos sólidos y líquidos.		X		Este factor es considerado como muy sensible, y se implementarán medidas ambientales para prevenir este impacto, sin embargo, se considera como un impacto crítico.
	Aire	Alteración de la calidad del aire por la generación de ruidos y vibraciones.			X	La probabilidad de ocurrencia de este impacto es muy probable, sin embargo, es temporal y reversible por lo cual se considera aceptable.

Etapa	Factor ambiental	Impacto ambiental potencial	Parámetros de valoración*			Criterio del consultor
			I	C	A	
		Contaminación del aire por la generación de material particulado producto de los movimientos de tierra.			X	La probabilidad de ocurrencia de este impacto es muy probable, sin embargo, es temporal, reversible y se implementará medidas ambientales para reducir sus efectos por lo cual se considera aceptable.
	Flora y fauna	Migración de fauna local por la pérdida de cobertura vegetal y consecuente pérdida de hábitat de especies.		X		Las áreas propuestas para emplazar la nueva PTAR presentan una densidad de bosque baja, sin embargo, se requerirá hacer remoción de árboles.
		Reducción del confort térmico producto de la reducción de la cobertura vegetal.				X
	Paisaje	Reducción de la calidad paisajística		X		El paisaje será interrumpido por el emplazamiento de la PTAR, sin embargo, a través de medidas ambientales como reforestación se generará armonía con el paisaje alrededor existente.
Operación y mantenimiento	Suelo	Inundación producto de la compactación e impermeabilización del terreno y cambios en los patrones de drenaje natural.			X	Con el emplazamiento de la PTAR se realizará impermeabilización del terreno, por lo que este impacto no se puede descartar ante eventos lluviosos extremos.
		Contaminación del suelo por inadecuado manejo de lodos residuales de la PTAR.	X			El manejo de lodos será una operación diaria, por lo cual el impacto se considera inaceptable.
	Agua	Contaminación de las aguas subterráneas por manejo inadecuado de lixiviados de lodos residuales.	X			El manejo de lodos será una operación diaria, por lo cual el impacto se considera inaceptable.

Etapa	Factor ambiental	Impacto ambiental potencial	Parámetros de valoración*			Criterio del consultor
			I	C	A	
		Alteración de la calidad de agua del cauce Las Lajitas por vertido del efluente de la PTAR.	X			Por ser tratamientos biológicos son sensibles a diferentes factores del medio, por lo cual el riesgo se considera inaceptable.
	Aire	Alteración de la calidad del aire por la generación de olores producidos por gases de Sulfuros y Mercaptanos en las unidades anaerobias.		X		Este impacto será localizado especialmente en las unidades de pre tratamiento, sin embargo, es manejable a través de medidas ambientales.
		Pérdida de vidas y afectación a la infraestructura producto de explosión generada por inadecuado manejo de gas Metano en unidades anaerobias.		X		Se generarán importantes cantidades de gases de metanos en unidades anaerobias (USB), por lo que se considera un impacto crítico.
	Paisaje	Aumento de la calidad paisajística urbana producto de la reducción de charcas de aguas crudas en las calles de la ciudad de La Paz Centro.			X	Se considera un impacto positivo
	Social	Mejora en la calidad de vida de los habitantes del casco urbano de La Paz Centro producto de la reducción de focos de generación de vectores transmisores de enfermedades.			X	Se considera un impacto positivo
Cierre	Suelo	Contaminación de suelo por el inadecuado manejo de residuos sólidos y líquidos producto de la demolición de la infraestructura.		X		
	Agua	Alteración de la calidad del agua superficial y subterránea por el manejo inadecuado de residuos líquidos y sólidos.	X			

Etapa	Factor ambiental	Impacto ambiental potencial	Parámetros de valoración*			Criterio del consultor
			I	C	A	
	Aire	Alteración de la calidad de aire producto del manejo inadecuado de material particulado.		X		

\*Valoración del impacto: Inaceptable (I); Crítico (C), Aceptable (A)  
Fuente: elaboración propia, 2019

Según los resultados de la valoración se han identificado cuatro impactos ambientales potenciales inaceptables, para la etapa de construcción, operación y mantenimiento y cierre de la PTAR. Estos impactos han sido identificados especialmente para factores ambientales como el suelo y el agua. Se ha identificado un total de nueve impactos ambientales críticos y ocho impactos ambientales aceptables tanto para la etapa de construcción como de operación de la PTAR.

### **6.3. Histograma de Evaluación de Emplazamiento del Proyecto por cada uno de subcomponentes**

En el marco del presente estudio se han propuesto tres sitios para el emplazamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y dos sitios de estación de bombeo de aguas residuales (EBAR), los cuales están propuestos a ubicarse en el costado sur del casco urbano del municipio de La Paz Centro y serán evaluados ambientalmente en el presente informe sobre los resultados de la aplicación de la metodología de Evaluación de Emplazamiento, utilizada por MARENA para evaluar el emplazamiento de proyectos de moderado impacto ambiental, así como la aplicación de los criterios de la Norma Técnica Ambiental para Regular los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales y su Reúso (NTON 05-027-05).

La Figura 5.3 presenta el mapa conjunto de los sitios de emplazamiento propuestos para PTAR y EBARs en imagen satelital, así como el polígono del casco urbano del municipio de La Paz Centro (línea amarilla) y sus zonas de expansión (línea roja).

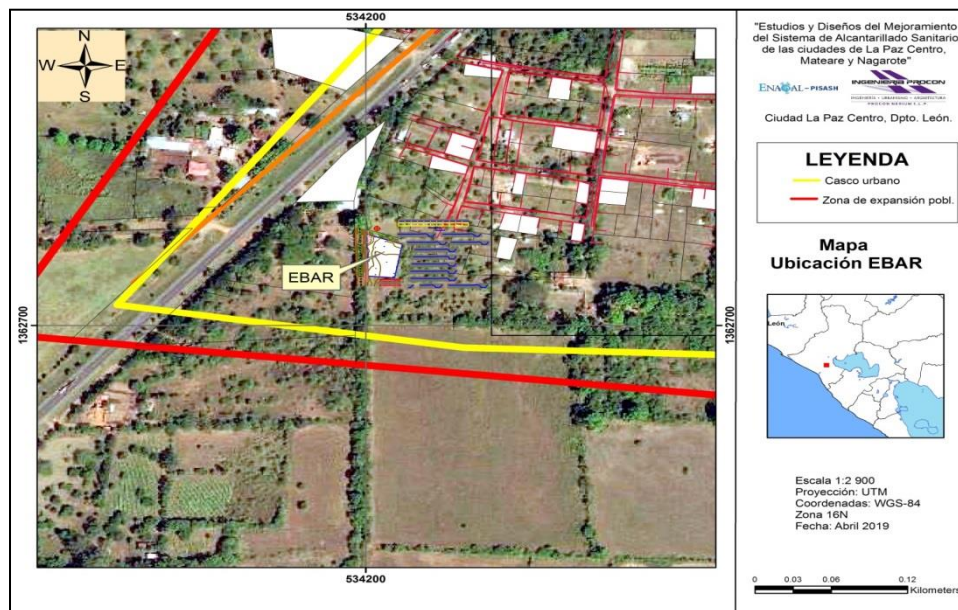
#### **6.3.1. Estación de Bombeo de Aguas Residuales (EBAR)**

##### **EBAR 1**

El sitio de la EBAR 1 corresponde a un área de 0.09 Ha ubicada en el costado suroeste del casco urbano del municipio de La Paz Centro en las coordenadas 534205-1362769N, en el barrio Santa Emilia (Ver figura siguiente).

Este sitio se encuentra en un área de pendientes que oscilan entre 5 -9 %, variando de suaves a moderadas en la parte oeste. A pesar de encontrarse en el límite del casco urbano en este predio se observa árboles dispersos de bajo porte y un cauce a 8 metros del costado oeste del predio. La vivienda más próxima se encuentra a una distancia de 35 metros del predio de la EBAR.

"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"



**Figura 6.1. Mapa de ubicación de EBAR 1.**

Fuente: Elaboración propia, 2019

El acceso a este predio es a través de la carretera panamericana, la cual se encuentra a 115 metros de distancia del sitio. En el sitio se cuenta con energía eléctrica y agua potable. A través de la siguiente figura se presenta el mapa de ubicación del predio de la EBAR:

Aunque la NTON 05-027-05 no establece criterios específicos para el emplazamiento de estaciones de bombeo, en la siguiente tabla se resume la condición actual del sitio de la PTAR respecto con los criterios establecidos en el inciso 6 de la NTON:

**Tabla 6.3. Criterios de ubicación según la NTON 05-027-05 de la EBAR 1**

Criterio	Situación actual
Pozos individuales de agua para consumo doméstico	> 200 metros
Lindero de propiedad	>30 metros
Viviendas o zonas pobladas	>30 metros
Nivel freático	10 metros
Pendiente	9 %
Área inundable	No
Campos de pozos de abastecimiento de agua potable	>200 metros
Ubicadas a sotavento de otras actividades	Sí

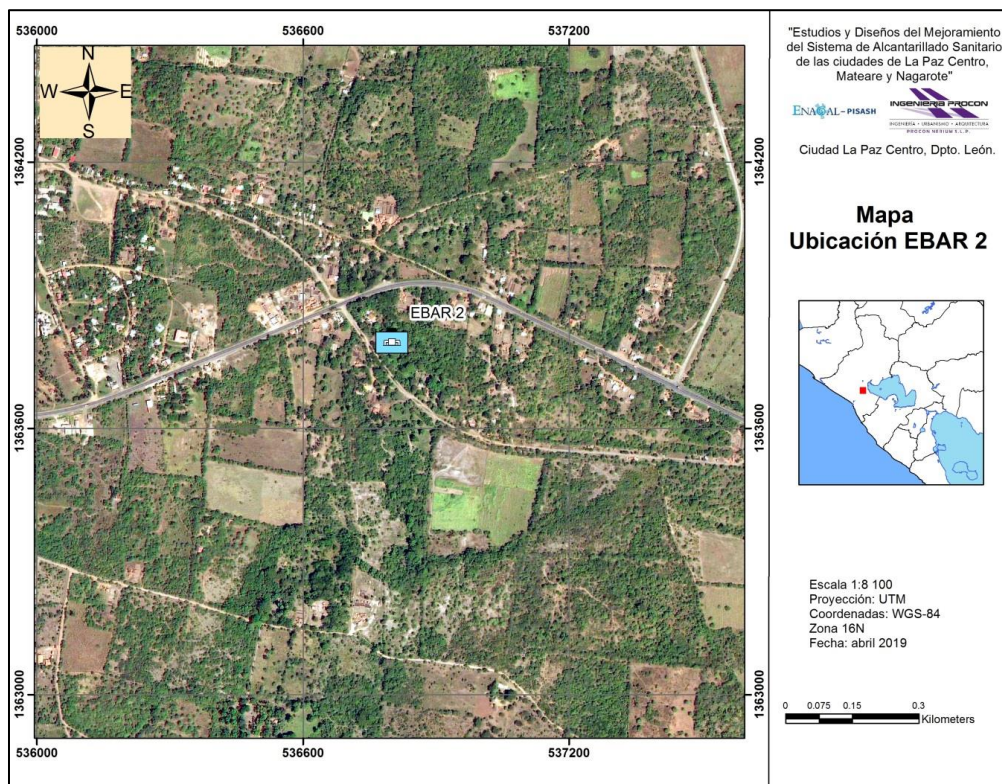
Fuente: elaboración propia, 2019

De los criterios evaluados según la NTON 05-027-05 los criterios menos favorables para el emplazamiento de la EBAR son la cercanía a zonas pobladas, siendo que la NTON establece distancias mínimas de 50 metros para algunas tecnologías. Así mismo las pendientes son suaves a moderadas, lo que reduce el riesgo de inundación en el terreno, pero probablemente se requiriera hacer nivelaciones del mismo.

Aplicando la metodología de evaluación de emplazamiento se obtuvo un puntaje de 2.37, el cual indica que el predio de la EBAR es poco peligroso, con muy bajo componente de riesgo a desastres. Las variables de mayor riesgo son hidrología superficial, por la cercanía del cauce natural y la cercanía de la población, sin embargo, el resto de variables evaluadas para el emplazamiento presentan un riesgo aceptable. En anexos se puede observar la evaluación del predio a través del histograma de evaluación de emplazamiento.

## EBAR 2

El sitio de la EBAR 2 corresponde a un área de 0.09 Ha ubicada en el costado suroeste del casco urbano del municipio de La Paz Centro en las coordenadas 536801E- 1363793N, el cual se observa en la siguiente figura:



**Figura 6.2. Mapa de ubicación de EBAR 2.**  
 Fuente: Elaboración propia, 2019

Este predio se encuentra en una zona próxima a la carretera panamericana y a viviendas en su alrededor.

**Tabla 6.4. Criterios de ubicación según la NTON 05-027-05 de la EBAR 2**

Criterio	Situación actual
Pozos individuales de agua para consumo doméstico	> 200 metros
Lindero de propiedad	>30 metros
Viviendas o zonas pobladas	<20 metros

Criterio	Situación actual
Nivel freático	10 metros
Pendiente	9 %
Área inundable	No
Campos de pozos de abastecimiento de agua potable	>200 metros
Ubicadas a sotavento de otras actividades	Sí

Fuente: elaboración propia, 2019

Dadas las características similares de los sitios de las dos EBAR en cuanto a la cercanía a viviendas, el criterio menos favorable para el emplazamiento de esta PTAR es la cercanía a zonas pobladas, de acuerdo con los criterios evaluados según la NTON 05-027-05.

Aplicando la metodología de evaluación de emplazamiento se obtuvo un puntaje de 2.40, el cual indica que el predio de la EBAR es poco peligroso, con muy bajo componente de riesgo a desastres. En este sitio no se presenta riesgo hidrológico y el resto de variables evaluadas para el emplazamiento presentan un riesgo aceptable. En anexos se puede observar la evaluación del predio a través del histograma de evaluación de emplazamiento

### 6.3.2. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

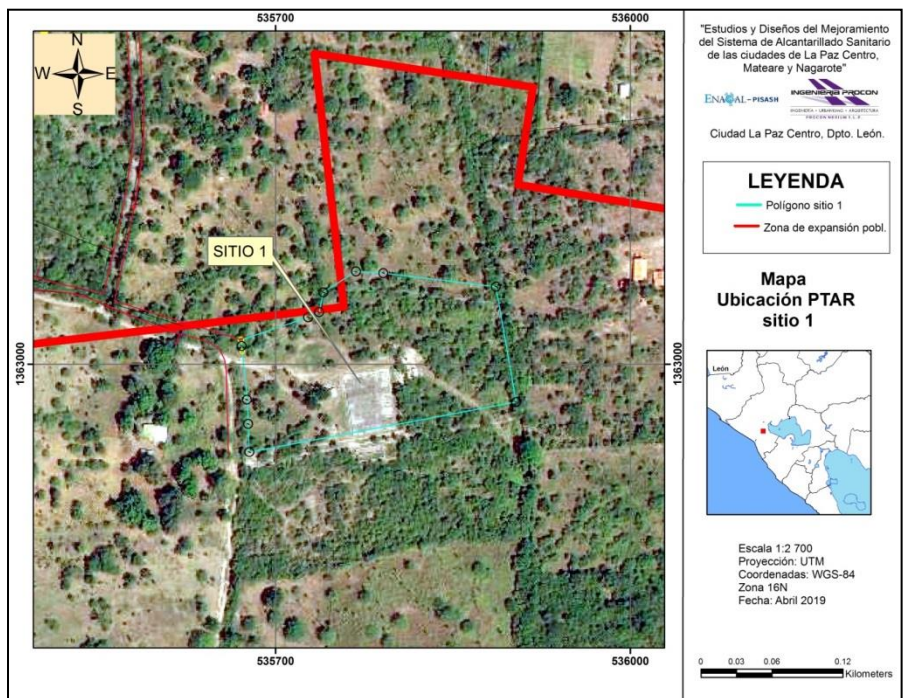
#### Sitio 1

El sitio 1 propuesto corresponde a un área de 5 Ha. De las cuales, 2,5 Ha están ocupadas por la actual PTAR. Este sitio se encuentra en un área de sabana con árboles dispersos, con pendientes muy suaves y suelo arcilloso con antecedentes de inundación.

El predio se encuentra en una zona de futuro desarrollo poblacional y cuenta con servicios básicos como energía eléctrica y agua potable, además existen accesos de tierra en buen estado para ingresar al sitio. La figura siguiente muestra el polígono del predio del sitio 1 para emplazamiento de la PTAR.



"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"



**Figura 6.3. Mapa de ubicación de sitio 1**

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tal a como se observa en la Figura anterior los limites norte y noroeste del predio de la PTAR se encuentran de la zona de expansión. Por tanto, no se cumple con la distancia mínima de ubicación de sistemas de tratamiento de aguas residuales de la NTON 05-027-05, que establece distancias mayores a 50 metros para la ubicación de sistema biológicos.

La siguiente Tabla resume la situación actual del predio del sitio 1 respecto con los criterios de la NTON 05-027-05:

**Tabla 6.5. Criterios de ubicación según la NTON 05-027-05 del sitio 1**

Criterio	Situación actual
Pozos individuales de agua para consumo doméstico	>500 metros
Lindero de propiedad	<5 metros de las zonas de expansión
Viviendas o zonas pobladas	<5 metros de las zonas de expansión
Nivel freático	10 metros
Pendiente	5 %
Área inundable	Sí
Campos de pozos de abastecimiento de agua potable	>500 metros
Ubicadas a sotavento de otras actividades	Sí

Fuente: elaboración propia, 2019

Del total de criterios que evalúa la NTON 05-027-05 en su inciso 6, los criterios desfavorables para el emplazamiento de la PTAR en este predio es las zonas pobladas y

área inundable. A pesar que actualmente el predio se encuentra en una zona de baja densidad población, de acuerdo a las proyecciones de población que se han realizado en el marco del presente proyecto, esta área corresponde a futuras zonas de expansión de la población.

La siguiente fotografía muestra el sitio de emplazamiento actual de la PTAR y zonas alrededores donde se ubicaría la nueva PTAR, ésta área es propiedad de ENACAL.



**Fotografía 6.1. Sitio de emplazamiento actual de la PTAR y zonas cercanas**

Aplicando la metodología de evaluación de emplazamiento utilizada por MARENA (Ver anexos al final del presente Apartado) se obtuvo un puntaje de **2.15**, siendo la variable con mayor grado de riesgo calidad de suelo, la cual presentó puntuación de 1, debido a la textura predominante del suelo, el cual es principalmente arcilla.

Otras variables de importancia media en términos de riesgo del medio sobre el proyecto son: sismicidad, vulcanismos, hidrología superficial e hidrogeología y consideraciones urbanísticas, obtuvieron puntaje de 2, y son variables que presentan un grado de riesgo importante para la infraestructura del proyecto.

Las variables hidrología e hidrogeología, fueron consideradas como escala media por el peligro de inundación y el historial antes referido, y por la cercanía del nivel freático con la superficie.

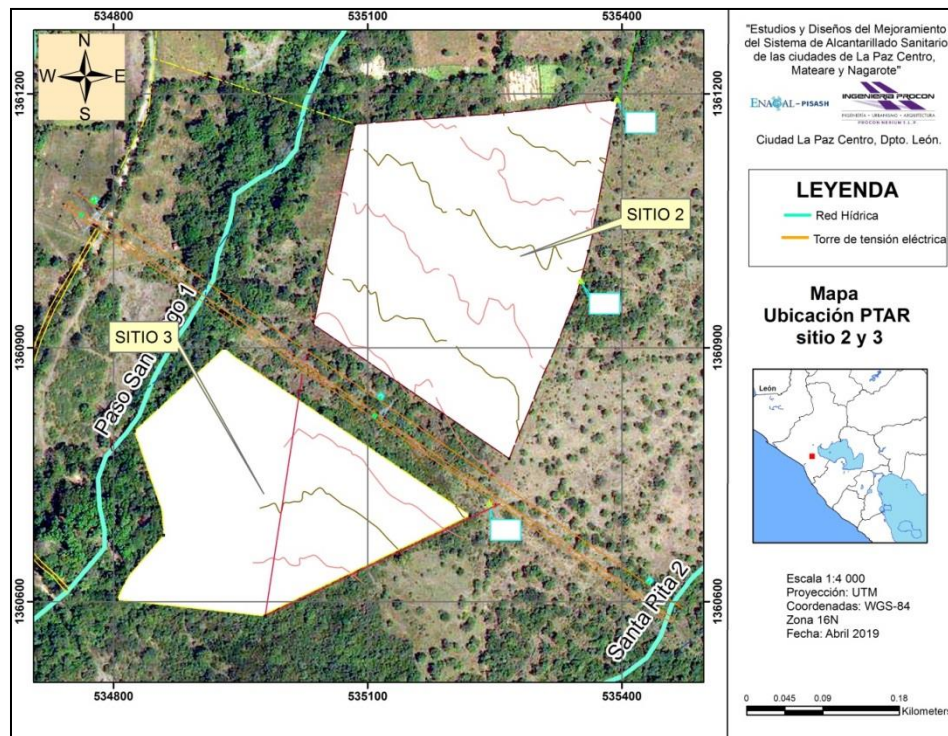
Desde el punto de vista del marco legal, al revisar la ubicación de los componentes principales de la PTAR no cumplen con las distancias establecidas en NTON 05-027-05 respecto con linderos de propiedad, pozos y zonas pobladas; tomando en consideración las proyecciones de la población, puesto que el sitio propuesto se encuentra en el área de expansión de la población.

Las características del suelo y proximidad a las futuras zonas de expansión de la población permiten afirmar que este sitio no es elegible para emplazar la PTAR.

## Sitio 2

El sitio 2 corresponde a un área de 9.94 Ha ubicadas a 2.2 km hacia el sur del sitio 1, en las coordenadas 535207E-1361012N. Este sitio se encuentra en un área de bosque secundario latifoliado ralo con árboles de brinzal y latizal; con pendientes suaves y suelo limo-arcilloso.

El costado sur y suroeste el predio colinda con una torre de tensión eléctrica que se encuentra a más de 36 metros de distancia del lindero del predio; y en el costado oeste colinda con la quebrada Las Lajitas, la cual se encuentra a 130 de distancia del lindero Oeste del predio. En este sitio existen accesos de tierra en buen estado para llegar hasta cierta parte del predio. La figura siguiente muestra el polígono del predio del sitio 2 para emplazamiento de la PTAR:



**Figura 6.4. Mapa de ubicación de sitios 2 y 3**

Fuente: Elaboración propia, 2019

La siguiente Tabla resume la situación actual del predio del sitio 2 respecto con los criterios de la NTON 05-027-05:

**Tabla 6.6. Criterios de ubicación según la NTON 05-027-05 del sitio 2**

Criterio	Situación actual
----------	------------------

Pozos individuales de agua para consumo doméstico	>2000 metros
Lindero de propiedad	>200 metros
Viviendas o zonas pobladas	>200 metros
Nivel freático	10 metros
Pendiente	5 %
Área inundable	No
Campos de pozos de abastecimiento de agua potable	>2000 metros
Ubicadas a sotavento de otras actividades	Sí

Del total de criterios que evalúa la NTON 05-027-05 en su inciso 6, el predio del sitio 2 cumple satisfactoriamente con el resto de criterios que establece la NTON para el emplazamiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

La siguiente fotografía muestra el sitio de emplazamiento propuesto para el sitio 2, ésta área es propiedad privada que pertenece a los señores Rommel Saveedra e Ivone Saveedra.



**Fotografía 6.2. Sitio 2 para emplazamiento de PTAR**

Los resultados de la aplicación de la metodología de evaluación de emplazamiento utilizada por MARENA (Ver anexos) siguen un comportamiento igual que el de la asignación de valores de escala realizada al sitio 1 en cuanto a las variables de calidad de suelo, sismicidad, vulcanismos, hidrología superficial e hidrogeología y consideraciones urbanísticas.

La variable con mayor escala de riesgo es calidad de suelo, en la cual se obtuvo puntaje igual a uno, debido a la presencia de arcilla en la zona. Sin embargo, desde el punto de vista del marco legal, la NTON 05-027-05 establece que "Para suelos limosos y limo - arenoso se debe proceder a impermeabilizar y compactar el área al 95 % próctor standard".

Al revisar los criterios establecidos en la NTON 05-027-05 respecto con linderos de propiedad, pozos y zonas pobladas en relación con la ubicación del sitio 2 se observa que estos cumplen satisfactoriamente con la NTON. No se encuentran viviendas cercanas en

los alrededores, el nivel freático oscila entre 3 a 10 metros y no existen pozos cercanos en el costado sur del casco urbano.

Debido a que no se obtuvo puntaje de 1 en las variables sismicidad, deslizamientos, vulcanismo, mar y lagos, fuentes de contaminación, marco legal; y el resultado de la evaluación de emplazamiento es **2.5**, se puede afirmar que este sitio es elegible para emplazar la PTAR.

### **Sitio 3**

El sitio 3 corresponde a un área de 7.23 Ha ubicadas a 2.4 km hacia el sur del sitio 1, en las coordenadas 534957E-1360746N. Similar que el sitio 2, este sitio se encuentra en un área de bosque secundario latifoliado con mayor densidad de árboles: La pendiente es suave y el suelo es limo arcilloso.

Por encontrarse próxima al sitio 2, el sitio 3 también colinda, en su costado norte con la torre de tensión eléctrica, la cual se encuentra a más de 30 metros de distancia del lindero del predio; y en el costado oeste colinda con la quebrada Las Lajitas, la cual se encuentra a menos de 5 metros de distancia del lindero oeste del predio en parte más próxima y 70 metros en su parte más distante. En este sitio existen accesos de tierra en buen estado para llegar hasta cierta parte del predio. La figura del mapa del inciso b muestra el polígono del predio del sitio 3 para emplazamiento de la PTAR:

La siguiente Tabla resume la situación actual del predio del sitio 3 respecto con los criterios de la NTON 05-027-05:

**Tabla 6.7. Criterios de ubicación según la NTON 05-027-05 del sitio 3**

<b>Criterio</b>	<b>Situación actual</b>
Pozos individuales de agua para consumo doméstico	>2000 metros
Lindero de propiedad	>200 metros
Viviendas o zonas pobladas	>200 metros
Nivel freático	10 metros
Pendiente	5 %
Área inundable	No
Campos de pozos de abastecimiento de agua potable	>2000 metros
Ubicadas a sotavento de otras actividades	Sí

Fuente: Elaboración propia, 2019

Por encontrarse los sitios 2 y 3, en un área que es dividida por las líneas de alta tensión, presentan características biofísicas similares, por tal razón, al realizar la evaluación de los criterios de la NTON 05-027-05 se obtienen resultados similares. La fotografía 6.3 muestra el sitio 3, ésta área es propiedad privada que pertenece al señor Rommel Saveedra.

Los resultados de la aplicación de la metodología de evaluación de emplazamiento utilizada por MARENA (Ver anexos) refieren que el sitio 3 es poco peligroso, obteniendo un valor de **2.23**, por tanto es un sitio con muy bajo componente de riesgo a desastres. Sin embargo, desde el punto de vista de la hidrología, el valor asignado a la escala fue de 1 por cuanto

este sitio está a menos de 10 metros de distancia de una fuente superficial. Así mismo, la variable calidad de suelo obtuvo puntaje 1 por el tipo de suelo predominante (arcilla).



**Fotografía 6.3. Sitio 3 para emplazamiento de PTAR**

## Conclusiones

Partiendo de los resultados de la aplicación de la evaluación de emplazamiento y de los criterios de la NTON 05-027-05 para la EBAR se concluye que el sitio presenta bajo riesgo a desastres y cumple con los criterios de ubicación de los sistemas de tratamiento. La limitación para la ubicación de la EBAR es la proximidad de viviendas y la cercanía de un cauce natural paralelo al predio.

En lo que, respecto a la evaluación de los 3 sitios para emplazamiento de la PTAR, al evaluar estos sitios con base en el histograma de emplazamiento y los criterios de la NTON 05-027-05 el sitio 2 es el que presenta el menor peligro y bajo riesgo a desastre. La limitación identificada para el sitio 2 es la presencia de arcilla en la zona, sin embargo, la NTON 05-027-05 establece que "Para suelos limosos y limo - arenoso se debe proceder a impermeabilizar y compactar el área al 95 % próctor standard".

El sitio 1 corresponde al de mayor riesgo, por la cercanía a zonas pobladas y antecedentes de inundación. En cuanto al sitio 3 este resultó con un riesgo bajo a desastres.

Los tres sitios evaluados para emplazar la PTAR se caracterizan por la presencia de arcilla como textura predominante del suelo, lo que aumenta el riesgo a inundación, sin embargo, el estudio de inundación realizado en el marco de esta consultoría determinó que en el predio de los sitios 2 y 3 eventos de precipitación no aumentarán el riesgo ante inundaciones, por lo cual no se considera un riesgo de importancia para el proyecto.

En cuanto al sitio 1, éste se encuentra dentro de la zona de expansión de la población y el sitio 3 se encuentra sobre el borde de la quebrada Las Lajitas, lo que hace menos favorable estos dos sitios para el emplazamiento de la PTAR, siendo el sitio 2 el más adecuado para emplazar la PTAR.

## **7. PLAN DE CONTINGENCIA**

El presente documento servirá de guía, para el óptimo manejo de emergencias y contingencias ambientales dentro del proyecto acorde a las amenazas y vulnerabilidades identificadas. El aprendizaje, la interpretación y la puesta en marcha de cada una de las recomendaciones, indicaciones y responsabilidades logrará que los efectos negativos en el recurso humano, recursos naturales, desencadenados de la emergencia o contingencia, sean cada vez menos graves.

El Plan de contingencia en el proyecto tiene como objetivo fortalecer la capacidad de respuesta del personal que operará los sistemas alcantarillado y la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de La Paz Centro, ante la ocurrencia de las amenazas identificadas en este estudio, particularmente amenazas de importancia como: erupciones volcánicas, sequías, inundaciones, sismos al igual que eventos que afectan el servicio tanto de alcantarillado como el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales y todos su elementos.

### **7.1. Objetivos del Plan**

#### **7.1.1. Objetivo General**

Establecer las medidas de prevención, reducción y control de los efectos negativos por la ocurrencia de desastres asociados a riesgos naturales o antropogénicos que puedan producir daños, accidentes y eventos no esperados dentro del ámbito de influencia del proyecto, durante su vida útil..

#### **7.1.2. Objetivo Específico**

- Establecer los procedimientos para la atención ante situación de riesgo en las etapas de construcción, y operación y mantenimiento del proyecto.
- Asignar responsables dentro de las diferentes secciones en las que se dividen los sistemas.

### **7.2. Alcance del Plan**

El alcance del presente plan comprende la infraestructura de las obras de mejoramiento y ampliación del sistema de alcantarillado sanitario y PTAR del casco urbano de La Paz, durante las actividades de construcción, operación y mantenimiento.

### 7.3. Plan de Contingencia

Tabla 7.1. Plan de contingencia ante amenazas naturales para el proyecto

Amenaza	Antes	Durante	Después	Responsable
<b>Sismos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitar al personal de la PTAR en la implementación de técnicas de primeros auxilios.</li> <li>• Contar con el EPP necesario para la labor realizada: Casco, chaleco reflectivo y guantes.</li> <li>• Las áreas de trabajo deben contar con botiquín de primeros auxilios y equipos de comunicación (radios portátiles), así como equipos de rescate (camilla, férulas, cuerdas).</li> <li>• Realizar simulacros de los posibles escenarios y evaluar posteriormente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paralizar inmediatamente las labores. Suspender el uso de maquinarias y equipos y desconectar el sistema eléctrico.</li> <li>• El encargado de esta brigada deberá dar la voz de alerta y guiar al resto del personal hacia zonas seguras, instando a mantener la calma.</li> <li>• Hacer un recuento del personal a fin de detectar posibles desaparecidos.</li> <li>• Esperar en la zona de seguridad hasta que lo indique el encargado de la brigada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener al personal en la zona de seguridad por un tiempo prudencial, ante posibles réplicas.</li> <li>• La brigada iniciará labores de búsqueda de los desaparecidos e impartirá primeros auxilios a los heridos.</li> <li>• Evaluar el daño a las instalaciones y equipos, para su reparación y/o reemplazo.</li> <li>• Retorno de los colaboradores a sus labores.</li> <li>• Evaluar posibles cambios en los procedimientos para una mejor respuesta.</li> </ul>	Gerencia Ambiental de ENACAL
<b>Huracanes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delimitar las zonas de alto, mediano y bajo riesgo dentro del área de la PTAR y las estaciones de bombeo.</li> <li>• Contar con botiquín de primeros auxilios y equipos de comunicación (radios portátiles), así como equipos de rescate (camilla, férulas, cuerdas).</li> <li>• Realizar simulacros de los posibles escenarios y evaluar posteriormente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paralizar las labores y desconectar el sistema eléctrico.</li> <li>• El encargado de esta brigada deberá dar la voz de alerta y guiar al resto del personal hacia zonas seguras, instando a mantener la calma.</li> <li>• Esperar en la zona de seguridad hasta que lo indique el encargado de la brigada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener al personal en la zona de seguridad por un tiempo prudencial, hasta que las lluvias cesen temporalmente.</li> <li>• Evaluar el daño a las instalaciones y equipos, para su reparación y/o reemplazo.</li> <li>• Retorno de los colaboradores a sus labores.</li> </ul>	Gerencia Ambiental de ENACAL



"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado  
Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"

Amenaza	Antes	Durante	Después	Responsable
<b>Sequía</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las zonas de alto riesgo ante sequía.</li> <li>• Implementación de agroforestería y prácticas de conservación de suelos.</li> <li>• Protección del agua y sus fuentes.</li> <li>• Captación de agua pluvial para una mayor seguridad hídrica.</li> <li>• Capacitar a los trabajadores sobre las medidas de ahorro y conservación del recurso agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo eficiente del agua disponible, por medio de sistemas de almacenamientos adecuados, canales, sistemas de riego, etc.</li> <li>• Excavación de pozos profundos para suplir las necesidades de agua de la PTAR y las estaciones de bombeo.</li> <li>• Implementar medidas de ahorro de agua.</li> <li>• Eliminar fugas y utilizar tecnologías de ahorro de agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar posibles cambios en los procedimientos para una mejor respuesta.</li> <li>• Evaluar el estado de los trabajadores respecto a malnutrición, deshidratación y enfermedades relacionadas.</li> <li>• Implementar medidas para recuperar suelos degradados.</li> <li>• Establecer pozos y zanjas de infiltración para la recuperación de la disponibilidad del agua subterránea.</li> </ul>	Gerencia Ambiental de ENACAL
<b>Inundaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las posibles rutas ante un evento, así como las vías alternativas para llegar a un albergue o punto más alto.</li> <li>• Las áreas de trabajo deben contar con botiquín de primeros auxilios y equipos de comunicación (radios portátiles), así como equipos de rescate (camilla, férulas, cuerdas).</li> <li>• Realizar simulacros de los posibles escenarios y evaluar posteriormente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paralizar inmediatamente las labores. Suspender el uso de maquinarias y equipos y desconectar el sistema eléctrico.</li> <li>• El encargado de esta brigada deberá dar la voz de alerta y guiar al resto del personal hacia la zona de seguridad o punto más alto, instando a mantener la calma.</li> <li>• Hacer un recuento del personal a fin de detectar posibles desaparecidos.</li> <li>• Esperar en la zona de seguridad hasta que el encargado de la brigada indique el abandono de las instalaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener al personal en la zona de seguridad por un tiempo prudencial, hasta que sea posible evacuar el lugar.</li> <li>• Bombear 1/3 del agua diariamente, los días posteriores, a fin de evitar daños estructurales.</li> <li>• Evaluar el daño a las instalaciones y equipos, para su reparación y/o reemplazo.</li> <li>• Retorno de los colaboradores a sus labores.</li> <li>• Evaluar posibles cambios en los procedimientos para una mejor respuesta.</li> </ul>	Gerencia Ambiental de ENACAL

"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado  
Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"

Amenaza	Antes	Durante	Después	Responsable
<b>Volcanes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delimitar las zonas de alto, mediano y bajo riesgo dentro del área de la PTAR y las estaciones de bombeo.</li> <li>• Capacitar al personal de la PTAR en la ejecución del plan de acción.</li> <li>• Instalar alarmas que alerten sobre posibles riesgos de erupción volcánica.</li> <li>• Realizar simulacros de los posibles escenarios y evaluar posteriormente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permanecer en un área alejada de los valles y ríos por donde puedan bajar flujos de ceniza y rocas calientes, lava, lodo y emanaciones de gases.</li> <li>• Evacuar el sitio en caso de no contar con una zona de seguridad dentro del área de la PTAR.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminar la acumulación del material volcánico caído sobre los techos para reducir el riesgo de derrumbes.</li> <li>• Evaluar la eficacia de la implementación del plan de contingencia.</li> </ul>	Gerencia Ambiental de ENACAL
<b>Deslizamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sembrar árboles y gramíneas que garanticen una mejor estabilidad del suelo.</li> <li>• Realizar mantenimiento preventivo para estabilizar el suelo en áreas donde la pendiente contribuye al deslizamiento de laderas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirigirse a puntos seguros ante dicha amenaza.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabilizar las laderas donde se efectuó el deslizamiento.</li> </ul>	Gerencia Ambiental de ENACAL
<b>Tsunami</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las posibles rutas de evacuación a los puntos de bajo riesgo.</li> <li>• Realizar periódicamente ejercicios de evacuación con todo el personal.</li> <li>• Contar con equipos de rescate (camilla, férulas, cuerdas).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paralizar las labores y desconectar el sistema eléctrico.</li> <li>• El encargado de esta brigada deberá dar la voz de alerta y guiar al resto del personal hacia zonas seguras, instando a mantener la calma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener al personal en la zona de seguridad por un tiempo prudencial, hasta que no existan riesgos de réplicas.</li> <li>• Evaluar el daño a las instalaciones y equipos, para su reparación y/o reemplazo</li> </ul>	Gerencia Ambiental de ENACAL

Fuente: elaboración propia, 2019

**Tabla 7.2. Plan de contingencia ante amenazas antropogénicas para el proyecto**

Amenaza	Antes	Durante	Después	Responsable
<b>Incendios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hacer de conocimiento público la ubicación y disposición de extintores en la PTAR.</li> <li>Identificar las posibles zonas de inicio del incendio, así como las áreas de la PTAR propensas a extender el fuego.</li> <li>Mensualmente, se deberá poner a prueba los extintores.</li> <li>Realizar simulacros de los posibles escenarios y evaluar posteriormente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dar la voz de alarma y evaluar si es necesario llamar a los bomberos.</li> <li>Identificar la fuente de generación del incendio.</li> <li>Evacuar a todo el personal.</li> <li>Utilizar los extintores para sofocar el fuego.</li> <li>En caso que sea un incendio eléctrico, se deberá cortar el suministro eléctrico y utilizar extintores de polvo químico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un integrante de la brigada, deberá observar por los próximos 30 minutos como mínimo.</li> <li>Evaluar posibles cambios en los procedimientos para una mejor respuesta.</li> <li>Los extintores usados, deberán cambiarse inmediatamente.</li> </ul>	Gerencia Ambiental de ENACAL
<b>Deforestación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se deberán instalar rótulos en las áreas forestales existentes, instando a la población a no talar los árboles.</li> <li>Establecer rondas para la supervisión del área forestal.</li> <li>Realizar campañas de concienciación a los habitantes cercanos al sitio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cuantificar la cantidad de árboles talados en el área forestal.</li> <li>Reportar la cantidad de árboles talados, ante las autoridades competentes (Alcaldía de La Paz Centro).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar los posibles planes para obtener una mejor respuesta por parte de la población, en futuras ocasiones.</li> <li>Iniciar jornadas de reposición de los árboles del sitio.</li> </ul>	Gerencia Ambiental de ENACAL
<b>Derrame de productos químicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El almacén de químicos deberá ser de uso restringido a personal no autorizado.</li> <li>El personal de trabajo deberá recibir capacitación en identificación, manejo y uso de sustancias peligrosas y la pronta respuesta para evitar su propagación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El brigadista que haya detectado la fuga, deberá auxiliarse del personal capacitado y aplicar medidas de contención del derrame.</li> <li>Suspender el fluido eléctrico en toda la PTAR.</li> <li>Al momento de controlar la propagación, se deberá hacer uso de EPP.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar una inspección en la zona para averiguar las causas del derrame.</li> <li>Si el derrame afectó algún curso de agua, se deberán realizar monitoreos de calidad de agua.</li> <li>La brigada elaborará un informe, indicando las causas del derrame e identificando las acciones correctivas.</li> </ul>	Gerencia Ambiental de ENACAL

"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado  
Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"

Amenaza	Antes	Durante	Después	Responsable
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todo envase de producto químico deberá contar con señalización adecuada.</li> <li>• Se deberá contar con botiquín de primeros auxilios y equipo para respuesta ante derrames.</li> <li>• Realizar simulacros en caso de derrames y su evacuación. Evaluar posteriormente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Notificar al encargado de Higiene y Seguridad, sobre el derrame, indicando su magnitud, localización y tipo de sustancia vertida.</li> <li>• Evacuar al personal que no forme parte de la brigada, desplazándolos hacia zonas alejadas, en dirección opuesta al viento.</li> <li>• Brindar primeros auxilios si es necesario.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar acciones correctivas para este incidente, realizando un seguimiento de las causas raíces y verificando su cumplimiento.</li> </ul>	
<b>Derrame de combustibles (diésel) lubricantes.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajar con equipos en buen estado físico y mecánico, con adecuado mantenimiento.</li> <li>• Chequeo y control permanente del funcionamiento de los vehículos (válvulas de seguridad y alivio).</li> <li>• Sistema de comunicación fluido para llamar a los medios necesarios para informar o actuar al presentarse un derrame.</li> <li>• 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.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aislar inmediatamente el sitio donde se produjo el derrame.</li> <li>• Tratar de recoger el líquido derramado en recipientes adaptados para tal fin, para evitar infiltración al acuífero.</li> <li>• Retirarlo de la obra para su disposición final (venderlo para su reúso)</li> <li>• Retirar de la obra los equipos en mal estado que provocaron el derrame.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar las causas que originaron el derrame y determinar responsabilidades.</li> <li>• Tomar las medidas preventivas para que este tipo de sucesos no vuelvan a ocurrir</li> <li>• Evaluar los daños</li> <li>• materiales provocados por el derrame, para realizar reparaciones que permitan restablecer la continuidad de las obras.</li> <li>• Facilitar medidas para</li> <li>• evitar afectaciones humanas</li> </ul>	Gerencia Ambiental de ENACAL

Fuente: elaboración propia, 2019

**Tabla 7.3. Plan de contingencia antes riesgos operativos del proyecto.**

Amenaza	Antes	Durante	Después	Responsable
<b>Derrame de aguas residuales por rebose de tapas de pozos de visita, cajas de registros o tubos rotos.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección y limpieza preventiva a los pozos de visita y cajas de registros.</li> <li>• 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.</li> <li>• Promover la legislación local, para exigir que toda pequeña industria, estación de servicio entre otros pretraten sus aguas antes de verterlas al sistema.</li> <li>• Inspecciones a los negocios, acompañado por la autoridad municipal a las industrias, estaciones de servicio, restaurantes, comedores, para informarles y exigirles que tienen que pre tratar sus aguas. Después de instalados el pre trata miento inspeccionar su correcto tratamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movilizar rápidamente la cuadrilla de limpieza para destaponar o cambiar el tramo de tubería obstruido o roto, pozos de visita, caja de registro, etc.</li> <li>• Colocar cintas amarillas para evitar el tránsito vehicular y peatonal por el lugar afectado y donde se realizan las labores de mantenimiento correctivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Una vez detectadas las personas que afectan la RAS, informarle sobre el mal uso del sistema y s u reincide reportarlo al MARENA e INAA para aplicar las sanciones correspondientes, establecidas en el Decreto 21-2017 y obligar a que cum plan con lo dictado en ese Decreto. De lo contrario cortarles el servicio de Alcantarillado Sanitario</li> </ul>	Gerencia Ambiental de ENACAL
<b>Rebose de aguas residuales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento preventivo y correctivo (limpieza constante) de las infraestructuras de entrada y salida de las respectivas unidades de tratamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar o des taponar rápidamente los canales o tubería (sondeo) para que el agua fluya.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si hubo derrame de aguas residuales limpiar el lugar y de ser necesario tratar las aguas derramadas con una solución de hipoclorito de s odio al 2%, aplicando una dosis aproximada de 50 m g/l.</li> </ul>	Gerencia Ambiental de ENACAL

"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado  
Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"

Amenaza	Antes	Durante	Después	Responsable
<b>Pozos de visita (PV) y cajas de registro (CR) sin tapas o tapas den m al estado (rotas).</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborar plan de capacitación para el correcto uso y cuidado de los componentes de la RAS.</li> <li>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.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Colocar señalización de peligro mientras se instala nuevamente la tapa del PV o CR.</li> <li>Reemplazar a la mayor brevedad las respectivas tapas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigar los responsables del hecho delictivo.</li> <li>Informar a los usuarios sobre el cuidado de los componentes de la RAS.</li> </ul>	Gerencia Ambiental de ENACAL
<b>Generación de olores que se emiten de Pozos Visita Cajas de Registro.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspección y Mantenimiento preventivo a los PV y CR (limpieza cada 6 meses) para verificar que se encuentren limpios y en buen estado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Retirar todos los sólidos que puedan estar produciendo malos olores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Llamar a la Unidad Técnica para que realicen una evaluación del sistema para corregir posible error de diseño o construcción.</li> <li>Investigar si se está utilizando mal la RAS (por los usuarios)</li> </ul>	Gerencia Ambiental de ENACAL
<b>Accidentes laborales (caída del personal durante las labores e operación y mantenimiento de la RAS). Caída de personas a los PS o CR cuando faltan las tapas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contar con botiquín en el vehículo de Operación y Mantenimiento de la RAS. Capacitar al personal sobre higiene y seguridad laboral.</li> <li>Asegurar que todos los PS y CR tengan sus tapaderas puestas y en buen estado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dar los primeros auxilios al o los accidentados y trasladarlos a la unidad de salud más cercana. Colocar las respectivas tapas a los PV y CR.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitar al personal para evitar accidentes y mantener en buen estado el equipo de trabajo. Tapas colocadas en los PS y CR.</li> </ul>	Gerencia Ambiental de ENACAL
<b>Generación de vectores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementar medidas para el control de vectores (zancudos, roedores, moscas), cortes de maleza, evitar charcas. y cuando sea necesario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceder a fumigar los alrededores de acuerdo con el tipo de vector objetivo de eliminación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisar el cumplimiento del Plan de operación y mantenimiento del PTAR</li> </ul>	Gerencia Ambiental de ENACAL

"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado  
Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"

Amenaza	Antes	Durante	Después	Responsable
	fumigación de las áreas afectadas áreas verdes o edificios.			
<b>Descargas que por su composición química o física puedan desestabilizar el tratamiento biológico que se efectúa en el sistema.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar que las descargas ingresen al sistema, ya sea derivándolas o eliminándolas desde su origen.</li> <li>Controlar que los vertidos de las descargas domésticas, industriales y agropecuarias a las redes de alcantarillado sanitario cumplan con el <b>Decreto 21-2017</b> para este tipo de descargas.</li> <li>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".</li> <li>Valorar las cargas que pueden generar los vertidos de pequeñas industrias o negocios que representan riesgo para el sistema de tratamiento de aguas residuales.</li> <li>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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visualizar y darle seguimiento a las descargas para detectar quién o quienes las vierten.</li> <li>Caracterizar afluente del sistema de tratamiento, donde se observan valores de cargas contaminantes fuera de lo común (DBO5, DQO, sólidos), para conocer qué tipo de agua ingresa al sistema.</li> <li>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.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para garantizar que los tratamientos biológicos sigan operando satisfactoriamente, se debe controlar las descargas de sustancias químicas contaminantes o excesos de cargas que desestabilicen el sistema (equilibrio entre bacterias y algas).</li> <li>Una vez detectadas las posibles industrias contaminantes reportarlo al MARENA e INAA para aplicar las sanciones correspondientes, establecidas en el <b>Decreto 21-2017</b> y obligar a que cumplan con lo dictado en ese Decreto. De lo contrario cortarles el servicio de Alcantarillado Sanitario.</li> </ul>	Gerencia Ambiental de ENACAL

Amenaza	Antes	Durante	Después	Responsable
	llegan descargas "sospechosas" (variaciones bruscas de color y caudal).			
<b>Sobrecarga biológica de contaminantes que ingrese al sistema</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informar a los usuarios de la RAS de la prohibición de verter efluentes de industrias, estaciones de servicio o cualquier descarga que no tenga característica de aguas residuales domésticas (informar sobre lo establecido en el <b>Decreto 21-2017</b>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A veces se puede apreciar visualmente alguna descarga no doméstica.</li> <li>Anotar la hora, características, etc. Sin embargo, se aprecia más cuando el PTAR genera olores más intensos que los normales y baja la eficiencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigar procedencia de la sobrecarga biológica, en conjunto con la Comisión Interinstitucional Ambiental para eliminarla</li> </ul>	Gerencia Ambiental de ENACAL
<b>Inundación de las unidades de la PTAR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mediciones de caudales en el afluente y efluente. Contar con un adecuado sistema de drenaje pluvial para evitar que en eventos extremos de lluvia ingres e agua al PTAR.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manipulación de válvulas y compuertas de derivación para desviar exceso de cauda.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigar procedencia del exceso de agua pluvial y tomar las medidas necesarias para corregir ésta situación.</li> </ul>	Gerencia Ambiental de ENACAL

Fuente: elaboración propia, 2019



## 8. PLAN DE MEDIDAS AMBIENTALES

El siguiente acápite contiene un consolidado de las medidas ambientales de las obras de mejoramiento de proyecto y ampliación del alcantarillado sanitario y construcción de la nueva PTAR para la etapa de construcción. El responsable general del cumplimiento de estas medidas en esta etapa es ENACAL a través de la Dirección de ejecución, quien a su vez debe establecer cláusulas ambientales contractuales para que se cumplan dichas medidas por parte del contratista. El contratista es el responsable inmediato del cumplimiento de estas medidas a través del gestor ambiental, del responsable de higiene y seguridad industrial, gestor social, de supervisor de obras, el ingeniero residente y demás personal que sea contratado para la ejecución del proyecto.

**Tabla 8.1 Medidas Ambientales generales para la etapa de construcción del alcantarillado sanitario**

Medidas de Mitigación	Efecto a Corregir sobre el factor afectado	Impacto que se Pretende Mitigar	Momento O Etapa a desarrollarse	Costo Unit. US\$	Responsable
<ul style="list-style-type: none"> <li>El Contratista preparará y presentará a la supervisión de obras para su aprobación, un plan de uso de su maquinaria, equipo moto-propulsado, motores estacionarios, plantas eléctricas, trituradoras, plantas de concreto y en general, de todo equipo que pueda producir ruido, genere descargas atmosféricas o induzca vibraciones.</li> <li>Se realizará el mantenimiento preventivo de la maquinaria del contratista.</li> <li>Los equipos que emitan niveles de ruidos por encima de 85 dB(A) operarán solo en jornada diurna y por períodos cortos de tiempo.</li> <li>Se priorizará la utilización de maquinaria de baja emisión sonora.</li> <li>Se instruirá al personal para que no altere las condiciones normales de operación de la maquinaria.</li> </ul>	Cambio en la frecuencia e intensidad del ruido por el traslado de insumos, equipos y operación de maquinaria.	Alteración de la calidad del aire por la generación de ruidos y vibraciones.	Construcción	Incluido en los costos de proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingeniero residente y Responsable de Higiene y Seguridad</li> </ul>

Medidas de Mitigación	Efecto a Corregir sobre el factor afectado	Impacto que se Pretende Mitigar	Momento O Etapa a desarrollarse	Costo Unit. US\$	Responsable
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se controlará la emisión de ruidos innecesarios, en especial en las actividades de carga y descarga de materiales.</li> <li>No se permitirá el funcionamiento de maquinarias que no cumplan con los requerimientos del chequeo de un taller mecánico.</li> <li>Se dotará al personal involucrado en la construcción de la obra de equipos de protección personal (EPP) que minimicen los impactos referentes al ruido. Las actividades que demandarán el uso de estos elementos son: operación de maquinaria pesada, trabajos en cercanía de generadores de energía, trabajos de soldadura, entre otros.</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Los equipos que se utilicen durante la construcción deberán contar con su respectivo Certificado de Control de Emisiones Vigente y su motor no debe emitir niveles de contaminación que excedan los límites permisibles, de acuerdo a las disposiciones establecidas en el Decreto N° 32-97, Reglamento General Para el Control de Emisiones de los Vehículos Automotores de Nicaragua</li> <li>Todos los operarios de máquinas o equipos que emitan gases deberán portar y usar sus equipos de</li> </ul>	Cambio en la calidad del aire por emisiones durante el traslado de insumos, movilización de equipos y operación de maquinaria.	Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión de vehículos y material particulado.	Construcción	Incluido en los costos de proyecto	Gestor ambiental y Responsable de Higiene y Seguridad

"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado  
Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"

Medidas de Mitigación	Efecto a Corregir sobre el factor afectado	Impacto que se Pretende Mitigar	Momento O Etapa a desarrollarse	Costo Unit. US\$	Responsable
<p>protección (nariceras y otros que sean necesarios).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los sitios de acopio de materiales y caminos de acceso se mantendrán humedecidos para evitar la dispersión de material particulado. Se realizará el riego por lo menos 2 veces al día durante el periodo seco o cuantas veces sea necesario, tomando en cuenta las horas picos de tránsito de vehículos y personas.</li> <li>• Los camiones que transporten materiales de construcción estarán debidamente cubiertos con lonas para evitar dispersión de material.</li> <li>• No se realizarán quemas de bolsas de cemento o cualquier otro tipo de materiales de desecho en el área del proyecto.</li> <li>• Los vehículos que transportan materiales de construcción circularán a velocidades de 20 Km/h en el interior del recinto y en los accesos.</li> <li>• Se colocarán señales que indiquen las velocidades de circulación de los vehículos en el área del proyecto.</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El Contratista preparará y presentará a la supervisión de obras para su aprobación, un plan de uso de su maquinaria, equipo moto-propulsado, motores estacionarios, plantas eléctricas, trituradoras, plantas de</li> </ul>	Cambio en la calidad del aire por emisiones durante el traslado de insumos, movilización de equipos y	Contaminación del aire por la generación de material particulado producto de los	Construcción	Incluido en los costos de proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsable de Higiene y seguridad</li> </ul>

"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado  
Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"

Medidas de Mitigación	Efecto a Corregir sobre el factor afectado	Impacto que se Pretende Mitigar	Momento O Etapa a desarrollarse	Costo Unit. US\$	Responsable
<p>concreto y en general, de todo equipo a ser utilizado durante la etapa de construcción.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El Plan de uso de maquinarias, equipos y vehículos para el proyecto, considerará la densidad de circulación de las vías de acceso al proyecto y a la zona de obras.</li> <li>Se llevará un control o monitoreo del Plan de Uso de Maquinarias garantizando su adecuada implementación.</li> <li>Se comunicará a la población, las posibles vías de escape en caso de ocurrencia de un evento catastrófico.</li> <li>Se utilizarán señales que indiquen el movimiento y uso de máquinas en el sitio.</li> </ul> <p>Se identificarán, señalarán y mantendrán en buen estado las vías de acceso alternativas.</p>	operación de maquinaria.	movimientos de tierra.			
<ul style="list-style-type: none"> <li>En la medida de lo posible, el material de demolición será reusado en la construcción.</li> <li>La disposición de residuos no peligrosos será dispuestos en el vertedero municipal, previa autorización de la Alcaldía Municipal de La Paz Centro.</li> <li>Los residuos originados durante la construcción, como bolsas, plásticos y residuos domésticos, deberán ser</li> </ul>	Contaminación de cuerpos de agua superficiales	Alteración de la calidad de agua de los cauces por manejo inadecuado de residuos sólidos y líquidos.	Construcción	Incluido en los costos de proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestor ambiental</li> </ul>

"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado  
Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"

Medidas de Mitigación	Efecto a Corregir sobre el factor afectado	Impacto que se Pretende Mitigar	Momento O Etapa a desarrollarse	Costo Unit. US\$	Responsable
<p>clasificados y adecuadamente dispuestos en vertederos municipales. municipal correspondiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El personal del contratista será capacitado sobre las prácticas de manejo y clasificación de residuos. Esta capacitación, debe incluir como mínimo, pero no exclusivamente los siguientes aspectos básicos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceptos sobre términos especializados.</li> <li>- Importancia del manejo adecuado de residuos.</li> <li>- Clasificación y separación de residuos.</li> <li>- Reducción del volumen de residuos.</li> <li>- Reutilización, reciclaje.</li> <li>- Normas de seguridad.</li> </ul> </li> <li>El gestor ambiental del Contratista, será responsable de difundir las instrucciones específicas al personal encargado de la manipulación de residuos, así como de preparar las capacitaciones pertinentes.</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se prepararán planes de información, capacitación y relacionamiento con la comunidad.</li> <li>Se establecerá un sistema de gestión de quejas y reclamos.</li> <li>Se realizará el riego al menos 3 veces al día durante el periodo seco o</li> </ul>	Quejas y reclamos por parte de los pobladores del casco urbano	Afectaciones a la salud y entorno de la población aledaña al sitio del proyecto.	Construcción	Incluido en los costos de proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestor social</li> </ul>

"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado  
Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"

Medidas de Mitigación	Efecto a Corregir sobre el factor afectado	Impacto que se Pretende Mitigar	Momento O Etapa a desarrollarse	Costo Unit. US\$	Responsable
<p>cuantas veces sea necesario, tomando en cuenta las horas picos de tránsito de vehículos y personas, para evitar dispersión de material particulado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se respetarán los horarios de trabajo</li> <li>• Se realizarán los mantenimientos requeridos a los equipos y maquinarias de construcción.</li> <li>• Durante las actividades de construcción se utilizará el tipo de alumbrado más adecuado según sea su uso.</li> </ul>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicación de sitio para mantenimiento de maquinaria para recolectar grasas y combustibles debidamente impermeabilizado y protegido contra posibles derrames.</li> <li>• Recolección de lubricantes usados, los que deberán ser dispuestos en los sistemas de tratamiento de la estación se servicio más cercana al municipio</li> </ul>	Contaminación del suelo y del agua	Alteración de la calidad del agua	Construcción	Integrado a los costos del presupuesto	Gestor ambiental
Instalar letrinas portátiles en los sitios estratégicos de presencia de colaboradores, es decir, que cubran la demanda de trabajadores en cada tramo de trabajo.	Defecación al aire libre	Alternación de la calidad del agua y del suelo	Construcción	Integrado a los costos del presupuesto	Ingeniero residente
Cuando sea necesario realizar el corte de árboles con Diámetro mayor a 10 cm se procederá a notificar a la municipalidad y a INAFOR y se realizará la reposición a razón de 1:10	Daños al hábitat y aceleración de los procesos erosivos por inestabilidad del suelo.	Reducción del confort térmico producto de la reducción de la cobertura vegetal.	Construcción	Integrado a los costos del presupuesto	Gestor ambiental

Medidas de Mitigación	Efecto a Corregir sobre el factor afectado	Impacto que se Pretende Mitigar	Momento O Etapa a desarrollarse	Costo Unit. US\$	Responsable
con especies forestales y nativas de la zona. El sitio será definido en común acuerdo con la municipalidad.					

Fuente: Elaboración propia, 2019

**Tabla 8.2 Medidas Ambientales generales para la etapa de operación del alcantarillado sanitario**

Medidas de Mitigación	Efecto a Corregir sobre el factor afectado	Impacto que se Pretende Mitigar	Momento O Etapa a desarrollarse	Costo Unit. US\$	Responsable
Reparación y limpieza inmediata en red recolectora a puntos de vertidos del sistema de tratamiento de aguas residuales cuando se presenten obstrucciones.	Obstrucciones de la red, por mal uso del sistema	Alteración de la calidad del aire por la generación de olores producidos por gases de Sulfuros y Mercaptanos en las unidades anaerobias.	Operación y mantenimiento	Integrado a los costos de operación	Gerencia ambiental de ENACAL
Sellar las tapas con asfalto y arena o concreto	Cámaras de inspección al descubierto, causando problemas de obstrucción de los colectores.	Vandalismo	Operación y mantenimiento	Integrado a los costos de operación	Gerencia ambiental de ENACAL
Reparación de tuberías afectadas por sobre carga	Colapso debido a la sobrecarga a la que está sometida la tubería, sobre todo en las zonas de tráfico pesado	Fallas debidas a cargas vivas	Operación y mantenimiento	Integrado a los costos de operación	Gerencia ambiental de ENACAL
Cambio de tramos	Formación de una capa de sedimentos en la tubería que se da con mayor incidencia en aquellos tramos de baja pendiente o en tramos de baja velocidad del flujo por un bajo caudal de aguas servidas.	Pérdida de capacidad	Operación y mantenimiento	Integrado a los costos de operación	Gerencia ambiental de ENACAL

"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado  
Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"

Medidas de Mitigación	Efecto a Corregir sobre el factor afectado	Impacto que se Pretende Mitigar	Momento O Etapa a desarrollarse	Costo Unit. US\$	Responsable
Aplicación de sulfato de cobre y también equipo corta raíces.	Las raíces penetran por las juntas o rotulas de las tuberías y pueden llegar a causar obstrucciones completas.	Obstrucción por raíces	Operación y mantenimiento	Integrado a los costos de operación	Gerencia de ENACAL
Reposición de las tuberías rígidas por tuberías flexibles con uniones también flexibles.	Cuando se presenta un sismo e implica la reconstrucción total del tramo fallado.	Movimiento del suelo	Operación y mantenimiento	Integrado a los costos de operación	Gerencia de ENACAL

**Tabla 8.3 Medidas Ambientales generales para la etapa de construcción de la PTAR**

Medidas de Mitigación	Efecto a Corregir sobre el factor afectado	Impacto que se Pretende Mitigar	Momento O Etapa a desarrollarse	Costo Unit. US\$	sistema de tratamiento	Responsable
Evitar excavaciones y remociones de suelo innecesarias.	Daños al hábitat y aceleración de los procesos erosivos por remoción del suelo.	Migración de fauna local por la pérdida de cobertura vegetal y consecuente pérdida de hábitat de especies.	Construcción	Integrado a los costos del presupuesto	PTAR colectiva y sistemas individuales	Ingeniero residente
Evitar la tala innecesaria de árboles en la limpieza del terreno.	Daños al hábitat y aceleración de los procesos erosivos por inestabilidad del suelo.	Reducción del confort térmico producto de la reducción de la cobertura vegetal.	Construcción	Integrado a los costos del presupuesto	PTAR y sistemas individuales	Ingeniero residente



"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado  
Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"

Medidas de Mitigación	Efecto a Corregir sobre el factor afectado	Impacto que se Pretende Mitigar	Momento O Etapa a desarrollarse	Costo Unit. US\$	sistema de tratamiento	Responsable
Cuando sea necesario realizar el corte de árboles con Diámetro mayor a 10 cm se procederá a notificar a la municipalidad y a INAFOR y se realizará la reposición a razón de 1:10 con especies forestales y nativas de la zona. El sitio será definido en común acuerdo con la municipalidad.	Daños al hábitat y aceleración de los procesos erosivos por inestabilidad del suelo.	Reducción del confort térmico producto de la reducción de la cobertura vegetal.	Construcción	Integrado a los costos del presupuesto	PTAR	Gestor ambiental
Ubicación de sitio para mantenimiento de maquinaria para recolectar grasas y combustibles.	Derrame accidental de combustible o lubricantes Derrame accidental de combustible o lubricantes	Alteración de la calidad de agua de fuentes superficiales y subterráneas	Construcción	Integrado a los costos del presupuesto	PTAR	Gestor ambiental
Recolección de lubricantes usados, los que deberán ser dispuestos en los sistemas de tratamiento de la estación de servicio más cercana al municipio						
Selección del sitio y ubicación de recipiente de almacenaje de residuos sólidos.	Producción de residuos sólidos no peligrosos	Alteración de la calidad de agua de los cauces por manejo inadecuado de residuos sólidos y líquidos.	Construcción	Integrado a los costos del presupuesto	PTAR	Gestor ambiental
Recolectar los residuos sólidos (embalajes, alimenticios), generados en los sitios en recipientes definidos para transportar al sitio definido en el Vertedero		Alteración de la calidad del suelo			PTAR y sistemas individuales	Gestor ambiental

"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado  
Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"

Medidas de Mitigación	Efecto a Corregir sobre el factor afectado	Impacto que se Pretende Mitigar	Momento O Etapa a desarrollarse	Costo Unit. US\$	sistema de tratamiento	Responsable
Municipal. residuos sólidos no peligrosos generados.		por el manejo inadecuado de los residuos sólidos y líquidos generados.				
Instalar letrina portátil en el sitio de la PTAR.	Defecación al aire libre	Alteración de la calidad del suelo y del agua	Construcción	Integrado a los costos del presupuesto	PTAR	Ingeniero residente
Señalización preventiva temporal	Accidentes sobre caídas a zanjas o pozos abiertos	Accidentes	Construcción	Integrado a los costos del presupuesto	PTAR y sistemas individuales	Responsable de Higiene y seguridad
Construir cerca perimetral en el cabezal de descarga de la PTAR	Daño a la estructuras del componente de la PTAR	Daño a la estructuras del componente de las PTAR	Construcción	Integrado a los costos del presupuesto	PTAR	Ingeniero residente
Construcción de una pila de secado para lodos a generarse en la PTAR.	Acumulación de residuos sólidos en la PTAR	Alteración de la calidad del suelo por el manejo inadecuado de los residuos sólidos y	Construcción	Integrado a los costos del presupuesto	PTAR y sistemas individuales	Supervisor de obras

Medidas de Mitigación	Efecto a Corregir sobre el factor afectado	Impacto que se Pretende Mitigar	Momento O Etapa a desarrollarse	Costo Unit. US\$	sistema de tratamiento	Responsable
		líquidos generados.				
<ul style="list-style-type: none"> <li>El Contratista preparará y presentará a la supervisión de obras para su aprobación, un plan de uso de su maquinaria, equipo moto-propulsado, motores estacionarios, plantas eléctricas, trituradoras, plantas de concreto y en general, de todo equipo a ser utilizado durante la etapa de construcción.</li> <li>El Plan de uso de maquinarias, equipos y vehículos para el proyecto, considerará la densidad de circulación de las vías de acceso al proyecto y a la zona de obras.</li> <li>Se llevará un control o monitoreo del Plan de Uso de Maquinarias garantizando su adecuada implementación.</li> <li>Se comunicará a la población, las posibles vías de escape en caso de</li> </ul>	Cambio en el tráfico por el movimiento de maquinarias y traslado de materiales e insumos	Alteración de la calidad del aire por la generación de ruidos y vibraciones.	Construcción	Integrado a los costos del presupuesto	Construcción	Responsable de Higiene y seguridad

Medidas de Mitigación	Efecto a Corregir sobre el factor afectado	Impacto que se Pretende Mitigar	Momento O Etapa a desarrollarse	Costo Unit. US\$	sistema de tratamiento	Responsable
<p>ocurrencia de un evento catastrófico.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se utilizarán señales que indiquen el movimiento y uso de máquinas en el sitio.</li> <li>• Se identificarán, señalizarán y mantendrán en buen estado las vías de acceso alternativas.</li> </ul>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se prepararán planes de información, capacitación y relacionamiento con la comunidad.</li> <li>• Se establecerá un sistema de gestión de quejas y reclamos.</li> <li>• Se realizará el riego al menos 3 veces al día para evitar dispersión de material particulado o cuantas veces sea necesario.</li> <li>• Se respetarán los horarios de trabajo</li> <li>• Se realizarán los mantenimientos requeridos a los equipos y maquinarias de construcción.</li> </ul>	<p>Cambio en el confort de la población aledaña por las instalaciones de iluminación, ruido, vibraciones y emisiones de material particulado</p>	<p>Afectaciones a la salud y entorno de la población aledaña al sitio del proyecto</p>	<p>Construcción</p>	<p>Incluido en los costos de proyecto</p>	<p>PTAR</p>	<p>Gestor social</p>

"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado  
Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"

Medidas de Mitigación	Efecto a Corregir sobre el factor afectado	Impacto que se Pretende Mitigar	Momento O Etapa a desarrollarse	Costo Unit. US\$	sistema de tratamiento	Responsable	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Durante las actividades de construcción se utilizará el tipo de alumbrado más adecuado según sea su uso.</li> </ul>							
Controlar el estado de los motores y silenciadores de equipos y maquinaria pesada	Afectación de Seguridad Operarios y la Población	a de Salud de	Alteración de la calidad del aire por la generación de ruidos y vibraciones	Construcción	Incluido en los costos de proyecto	PTAR	Responsable de Higiene y Seguridad
Proveer de equipos de protección personal a los trabajadores	Riesgos laborales por contaminación sonora y vibraciones	por	Contaminación del aire por la generación de material particulado producto de los movimientos de tierra	Construcción	Incluido en los costos de proyecto	PTAR y sistemas aislados	
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 de recursos Hidrobiológicos	de de	Modificación del lecho de cauces cercanos producto del inadecuado manejo de sedimentos	Construcción	Incluido en los costos de proyecto	PTAR y sistema aislados	Ingeniero residente
Realizar un control de velocidad a los vehículos (30 km/h) colocando señalización restrictiva para reducir las	Enfermedades laborales operarios y pobladores	en y	Afectaciones a salud personal y a pobladores.	Construcción	Incluido en los costos de proyecto	PTAR y sistemas aislados	Responsable de Higiene y Seguridad

"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado  
Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"

Medidas de Mitigación	Efecto a Corregir sobre el factor afectado	Impacto que se Pretende Mitigar	Momento O Etapa a desarrollarse	Costo Unit. US\$	sistema de tratamiento	Responsable
polvoreadas debido al paso de los vehículos dentro del área de influencia directa e indirecta del proyecto.	aledaños al sitio de proyecto.					
Recoger los sobrantes diarios de hormigón, maderas y plásticos.	Degradación del paisaje por la incorporación de residuos y su posible dispersión por el viento.	Reducción de la calidad paisajística	Construcción	Incluido en los costos de proyecto	PTAR y sistema aislados	Gestor ambiental
Ejecutar sistemas constructivos antisísmicos.	Probabilidad de sismos en la zona.	Derrumbes de las estructuras de la PTAR	Ejecutar sistemas constructivos antisísmicos.	Incluido en los costos de proyecto	PTAR	Supervisor de obras
Establecer un plan de contingencia ante desastres.	Probabilidad ante desastres naturales.	Afectaciones a la salud y seguridad de los trabajadores.	Establecer un plan de contingencia ante desastres.	Incluido en los costos de proyecto	PTAR y sistemas aislados	Gestor ambiental

Fuente: elaboración propia, 2019

**Tabla 8.4 Medidas ambientales generales para la etapa de operación de la PTAR**

Medidas de Mitigación	Efecto a Corregir sobre el factor afectado	Impacto que se Pretende Mitigar	Momento O Etapa a desarrollarse	Costo Unit. US\$	Tipo de sistema	Responsable
Establecer programas de mantenimiento donde se detalle tareas, frecuencias de aplicación y asignación de responsabilidades relacionadas con el mantenimiento operativo y preventivo de la planta de tratamiento.	Impacto sobre el suelo, aire y agua por deficiencias de mantenimiento de la PTAR o en los sistemas aislados	Contaminación del suelo por inadecuado manejo de lodos residuales de la PTAR o en los sistemas aislados.  Contaminación de las aguas subterráneas por manejo inadecuado de lixiviados de lodos residuales o en los sistemas aislados  Alteración de la calidad de agua del cauce Las Lajitas por vertido del efluente o en los sistemas aislados.	Funcionamiento	Integrado a los costos del presupuesto	PTAR o sistemas individuales	Gerencia ambiental ENACAL
Auditorías periódicas para verificar el grado de cumplimiento de las pautas del Manual.	Afectaciones a la calidad ambiental del entorno por incumplimiento de los procedimientos de operación de la PTAR o en los sistemas aislados.	Alteración de la calidad del aire por la generación de olores producidos por gases de Sulfuros y Mercaptanos en las unidades anaerobias.	Funcionamiento	Integrado a los costos del presupuesto	PTAR y sistemas individuales	Gerencia ambiental ENACAL
Controlar periódicamente la calidad físico-químicas como biológicas de los	Alteraciones a la calidad del suelo y agua superficial/subterránea por incumplimiento de	Contaminación del suelo, cursos de agua o acuífero por disposición de lodos domésticos.	Funcionamiento	Integrado a los costos del presupuesto	PTAR y sistemas individuales	Gerencia ambiental ENACAL

"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado  
Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"

Medidas de Mitigación	Efecto a Corregir sobre el factor afectado	Impacto que se Pretende Mitigar	Momento O Etapa a desarrollarse	Costo Unit. US\$	Tipo de sistema	Responsable
lodos generados en la PTAR o en los sistemas aislados	rangos máximos establecidos. Riesgo de salud para la población					
Ante la ocurrencia de derrames de aguas residuales, tratarlas con una solución de hipoclorito de sodio al 5% aplicando una dosis de 50 mg/l	Contaminación a las fuentes de agua superficiales y subterráneas	Pérdida de vidas y afectación a la infraestructura producto de explosión generada por inadecuado manejo de gas Metano en unidades anaerobias.	Funcionamiento	Integrado a los costos del presupuesto	PTAR y sistemas individuales	Gerencia ambiental ENACAL
Acondicionar un sitio debidamente permeabilizado para disposición temporal y final de los lodos provenientes de la PTAR o de los sistemas aislados.	Riesgo de contaminación del suelo y agua.  Afectaciones a la salud del personal y pobladores aledaños	Contaminación de las aguas subterráneas por manejo inadecuado de lixiviados de lodos residuales.	Funcionamiento	Integrado a los costos del presupuesto	PTAR y sistemas individuales	Gerencia ambiental ENACAL

Fuente: elaboración propia, 2019



## 9. PLAN DE MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

### 9.1. Objetivos del Plan

Realizar un manejo adecuado de los residuos sólidos generados de las obras de mejoramiento y ampliación del alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales del casco urbano de La Paz Centro.

### 9.2. Alcance del Plan

El presente plan de manejo de residuos sólidos comprende las acciones a realizar durante la etapa de construcción, operación y mantenimiento, y cierre de todos los componentes del proyecto, para el manejo de los residuos sólidos, peligrosos y no peligrosos, en conformidad con lo establecido en la legislación ambiental nacional vigente y en los requerimientos establecidos por la fuente de financiamiento del proyecto.

### 9.3. Medidas ambientales

Las Tabla 9.1, Tabla 9.2 y Tabla 9.3 muestran las acciones y procedimientos para el manejo de los residuos sólidos del proyecto, incluyendo las medidas para el cierre de la planta de tratamiento de aguas residuales existente en el casco urbano de La Paz Centro:

**Tabla 9.1. Medidas ambientales para el manejo de los residuos sólidos en la etapa de construcción.**

No	Descripción de la medida	Plazo	Recursos	Ubicación espacial	Responsable
1	Instalar recipientes de almacenamiento de residuos orgánicos, residuos reciclables, residuos domésticos y residuos peligrosos.	Inicio de proyecto	recipientes metálicos	Área de campamento, áreas de obras	Gestor ambiental
2	Rotulación y señalización de los recipientes según tipo de residuos	Inicio de proyecto	Papel, tape, tinta	Área de campamento, áreas de obras	Gestor ambiental
3	Separar y almacenar los residuos	Permanente	---	Área de campamento, áreas de obras	Todo el personal
4	Acondicionar un área para el almacenamiento temporal de los residuos	Inicio de proyecto	Espacio de 10x 10 metros	Área de campamento	Gestor ambiental
5	Se llevará un registro de la cantidad de residuos sólidos generados	mensual	Báscula	Área de campamento	Gestor ambiental
6	Disposición final de los residuos sólidos domésticos y orgánicos en el vertedero municipal.	2 veces a la semana	Sacos	Vertedero municipal	Gestor ambiental

No	Descripción de la medida	Plazo	Recursos	Ubicación espacial	Responsable
	Residuos reciclables como por ejemplo: envases de plástico y metal serán enviados a empresas acopiadoras para su reciclaje. Residuos peligrosos, como por ejemplo hilazas contaminadas con aceites, lubricantes o grasas serán gestionadas a través de empresa autorizadas para su disposición final.				
7	Residuos generados del descapote y limpieza del terreno como capa orgánica del suelo, material vegetal será trozado y dispuestos en áreas cercanas para el enriquecimiento del suelo en áreas verdes.	Una vez	sacos	Áreas colindantes a las obras	Gestor ambiental
8	Cuando sea indispensable el uso del arcén para el almacenamiento temporal de escombros en las labores de construcción, se deben adelantar los trabajos de aislamiento de las áreas de almacenamiento, mediante la utilización de estibas, contenedores o sacos para evitar la segregación de los materiales y el arrastre por el agua lluvia.	Diario	Sacos	Obras	Ingeniero residente
9	Capacitar al personal de la empresa contratista sobre el manejo de residuos sólidos y sobre cómo separar y almacenar en la fuente.	Inicio de proyecto	Horas hombre, recursos audiovisuales	Área de proyecto	Gestor Ambiental

Fuente: elaboración propia, 2019

**Tabla 9.2. Medidas ambientales para el manejo de los residuos sólidos en la etapa de operación y mantenimiento**

No	Descripción de la medida	Plazo	Recursos	Ubicación espacial	Responsable
1	Instalar recipientes de almacenamiento de residuos orgánicos, residuos reciclables, residuos domésticos y residuos peligrosos.	Inicio de proyecto	Recipientes metálicos	PTAR y EBAR	Gerencia Ambiental ENACAL
2	Rotulación y señalización de los recipientes según tipo de residuos	Inicio de proyecto	Papel, tape, tinta	PTAR y EBAR	Operarios
3	Separar y almacenar los residuos	Permanente	---	PTAR y EBAR	Todo el personal
4	Acondicionar un área para el almacenamiento temporal de los residuos	Inicio de proyecto	Espacio de 10x 10 metros	Área de campamento	Gerencia Ambiental ENACAL
5	Se llevará un registro de la cantidad de residuos sólidos generados	mensual	Báscula	ENACAL	Operarios
6	Disposición final de los residuos sólidos domésticos y orgánicos en el vertedero municipal. Residuos reciclables como por ejemplo: envases de plástico y metal serán enviados a empresas acopiadoras para su reciclaje. Residuos peligrosos, como por ejemplo hilazas contaminadas con aceites, lubricantes o grasas serán gestionadas a través de empresa autorizadas para su disposición final.	2 veces a la semana	Sacos	Vertedero municipal	Operarios
7	Los residuos sólidos de mayor tamaño resultantes de las etapas de pre tratamiento de la PTAR y del mantenimiento de la red de alcantarillado serán enviados al vertedero municipal.	2 veces a la semana	Sacos	Vertedero municipal	Operarios
8	Los lodos primarios y secundarios serán manejados a través de lechos de secado. Los Biosólidos generados del tratamiento de los lodos	Mensual	sacos	Vertedero municipal	Operarios

No	Descripción de la medida	Plazo	Recursos	Ubicación espacial	Responsable
	residuales serán dispuestos en el vertedero municipal previa autorización de la alcaldía. Como alternativa opcional para la disposición de los Biosólidos, éstos podrían ser usados como mejoradores de suelo en áreas verdes previamente definidas.				
9	Capacitar al personal operador de la PTAR sobre el manejo de residuos sólidos y sobre cómo separar y almacenar en la fuente.	Inicio de proyecto	Horas hombre, recursos audiovisuales	Área de proyecto	Gerencia Ambiental ENACAL

Fuente: elaboración propia, 2019

**Tabla 9.3. Medidas ambientales para el cierre de la planta de tratamiento de aguas residuales del casco urbano de La Paz Centro**

No	Descripción de la medida	Plazo	Ubicación espacial	Responsable
1	Los escombros deberán ser dispuestos en el vertedero municipal previo aval ambiental por parte de municipalidad	Inicio de proyecto	PTAR y EBAR existente	Gestor ambiental
2	Las volquetas empleadas para el transporte de escombros deberán cubrirse con lona o geotextil para evitar la propagación y caída de material.	Inmediato	PTAR y EBAR existente	Gestor ambiental
3	Los escombros no deben ser almacenados temporalmente en zonas verdes	Inmediato	PTAR y EBAR existente	Gestor ambiental
4	Los escombros deberán almacenarse, recolectarse, transportarse y disponerse sin ser mezclados con otros tipos de residuos como basuras ordinarias, peligrosas, lodos, ni hospitalarias.	Inmediato	PTAR y EBAR existente	Gestor ambiental
5	En caso de requerirse de patios de almacenamiento de escombros, se deben construir canales perimetrales provistos de canales perimetrales de agua lluvia y estructuras de control de sedimentos	Inmediato	PTAR y EBAR existente	Ingeniero residente
6	Los lodos provenientes de la limpieza de las fosas sépticas existente serán previamente estabilizados por medio de secado solar y cal previo a su disposición final en áreas verdes cercanas.	Según programación	PTAR y EBAR existente	Gestor ambiental

Fuente: elaboración propia, 2019

## 10. PLAN DE MANEJO DE LAS AGUAS PLUVIALES

### 10.1. Objetivos del Plan

Prevenir el arrastre de sedimentos hacia los cauces y cuerpos de agua superficiales cercanos a las obras de emplazamiento del proyecto.

### 10.2. Alcance del Plan

El presente plan de manejo de aguas pluviales comprende las acciones a realizar durante la etapa de construcción, operación y mantenimiento, de todos los componentes del proyecto, para el manejo de las aguas de escorrentía que podrían verse modificadas como consecuencia de los movimientos de tierra y cambios en la topografía del terreno.

### 10.3. Medidas ambientales

La siguiente tabla muestra las acciones y procedimientos para el manejo de las aguas pluviales del proyecto:

**Tabla 10.1. Medidas ambientales para el manejo de aguas pluviales del proyecto.**

No	Descripción de la medida	Etapas	Ubicación espacial	Responsable
1	Se construirán canales perimetrales en caso de requerirse áreas temporales de escombros en las áreas de obras del alcantarillado sanitario existente para desviar las aguas pluviales en función del sistema de drenaje urbano existente..	Construcción	Alcantarillado sanitario	Ing. Residente
2	Se prohíbe la colocación de material de construcción, equipos u otros elementos que obstruyan las áreas de drenaje natural del terreno.	Construcción		Ing. Residente
3	Se construirán zanjas o acequias de derivación de las aguas pluviales en las áreas donde se emplazará la PTAR y EBAR y se les dará mantenimiento diario en la época lluviosa y semanal en la época seca. Cuando sea requerido deberá emplearse bermas de sacos para la desviación temporal de las aguas pluviales.	Construcción	PTAR y EBAR	Ing. Residente
4	Se construirán canales de derivación de las aguas pluviales en la PTAR y área de EBAR dirigidos hacia las áreas naturales de drenaje de las aguas pluviales.	Operación y mantenimiento	PTAR y EBAR	Ing. Residente
5	Se dispondrá de áreas verdes con grama en los alrededores de las	Operación y mantenimiento	PTAR y EBAR	Ing. Residente

No	Descripción de la medida	Etapas	Ubicación espacial	Responsable
	unidades de tratamiento de aguas residuales para propiciar la infiltración de agua hacia el subsuelo y reducir la escorrentía subterránea.			

Fuente: elaboración propia, 2019

## 11. PLAN DE MONITOREO

### 11.1. Objetivos del Plan

Establecer un sistema de control y monitoreo que permita generar datos sobre la efectividad de las medidas ambientales propuestas en los planes ambientales y corregir oportunamente las desviaciones que se produzcan.

### 11.2. Alcance del Plan

El presente plan de monitoreo contempla el monitoreo a las medidas ambientales durante la etapa de construcción, y operación y mantenimiento del proyecto, contenidas en el presente análisis ambiental, así como los aspectos operativos de los componentes del proyecto relacionados con aspectos ambientales, tales como el monitoreo de parámetros ambientales de control que aseguran el debido funcionamiento de las unidades de tratamiento de aguas residuales.

### 11.3. Medidas ambientales

La siguiente tabla muestra las acciones y procedimientos para el monitoreo ambiental de las actividades del proyecto.

**Tabla 11.1. Medidas ambientales para el monitoreo ambiental.**

No	Aspecto a monitorear	Descripción de la medida	Frecuencia	Medio de verificación	Responsable
1	Cumplimiento de planes ambientales del análisis ambiental en todas las etapas del proyecto.	Se realizará como mínimo dos visitas semanales de seguimientos a los sitios donde se están desarrollando las obras del proyecto en función del cronograma de las obras. Se desarrollará una lista de verificación para determinar el cumplimiento de las medidas la cual será manejada como instrumento ambiental de la gestión del proyecto, y será remitida a la gerencia ambiental del proyecto y a las áreas relacionadas a los hallazgos identificados.	Semanal	-Listas de verificación -Registro fotográfico	Gerencia ambiental ENACAL/Gestor ambiental
		Se elaborarán informes quincenales que serán enviados a la gerencia del proyecto para informar del avance de la implementación de medidas ambientales y dificultades en función del avance de obras.	Quincenal	-Informes ambientales quincenales -Registro fotográfico	Gerencia ambiental ENACAL/Gestor ambiental
2	Calidad de vertido	Se realizará campaña de monitoreo de la calidad de la entrada y salida de la PTAR para determinar las concentraciones de los parámetros establecidos en los artículos 24 y 25 del Decreto 21-2017, así como determinar la eficiencia general de la PTAR. Se tomarán muestras compuestas de 24 horas. Los parámetros a monitorear serán: pH, Sólidos Suspendidos Totales, sólidos sedimentables, grasas y aceites, DBO <sub>5</sub> , DQO, Nitrógeno total, Fosforo total, Coliformes fecales y totales.	Semestral	-Resultados de laboratorio -Informe de interpretación de resultados	Gerencia ambiental ENACAL
3	Calidad de agua del cuerpo receptor.	Se realizará toma de muestras simples del cuerpo receptor en tres puntos: (1) punto de descarga del efluente; (2) a 1,000 metros aguas arriba del sitio de vertido; y (3) a 1,000 m aguas abajo de la descarga. Se realizará previo al inicio de obras y posteriormente semestralmente. Se recomienda tomar como parámetros de monitoreo los establecidos Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para la Clasificación de los Recursos Hídricos (NTON 05 007-98) y como	Inicio de obras del proyecto Semestral	Resultados de laboratorio -Informe de interpretación de resultados	Gerencia ambiental ENACAL

"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado  
Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"

No	Aspecto a monitorear	Descripción de la medida	Frecuencia	Medio de verificación	Responsable
		valores comparativos los valores obtenidos inicialmente en línea base del cuerpo receptor.			
4	Parámetros operativos de la PTAR	Se realizará monitoreo <i>in situ</i> de parámetros operativos como: temperatura, la relación de alcalinidad y el pH del agua dentro de las unidades secundarias y terciarias según las especificaciones del plan de operación y mantenimiento de la PTAR..	Diario o según el plan de operación de la PTAR	Formatos de registros	Operarios

Fuente: Elaboración propia, 2019



## 12. PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL

### 12.1. Objetivos del Plan

Coordinar el cumplimiento de las medidas diseñadas en los planes ambientales del análisis ambiental y legislación ambiental nacional aplicable.

### 12.2. Alcance del Plan

El presente plan comprende las acciones para el seguimiento a las medidas ambientales durante la etapa de construcción, y operación y mantenimiento del proyecto, contenidas en el análisis ambiental.

### 12.3. Medidas ambientales

La siguiente tabla muestra las acciones y procedimientos para el monitoreo ambiental de las actividades del proyecto.

**Tabla 12.1. Medidas ambientales para el seguimiento ambiental**

No	Descripción de la medida	Frecuencia	Responsable
1	Se dará a conocer a todo el personal las medidas ambientales del proyecto a través de charlas y/o presentaciones, a fin de dar a conocer las responsabilidades ambientales de las diferentes áreas en la implementación de los planes de medidas ambientales previas al inicio de obras.	Mensual	Gerencia ambiental ENACAL
2	Se realizará visitas semanales a las obras en función del cronograma del proyecto para verificar el adecuado manejo de los residuos durante la etapa de construcción. El supervisor del proyecto debe dar a conocer al gestor ambiental el cronograma del proyecto y los cambios al mismo que surjan sobre la marcha para poder planificar las visitas.	Semanal	Gestor ambiental
3	Se realizará sesiones informativas de los resultados del seguimiento ambiental a través de reuniones con el personal, a fin de generar retroalimentación y establecer metas para la mejora continua durante todas las etapas del proyecto	Mensual	Gerencia ambiental ENACAL
4	Se documentará a través de informes ambientales, registros fotográficos, actas de reunión y lista de asistencias, el cumplimiento de las medidas ambientales en todas las etapas del proyecto. Se elaborará los formatos ambientales para el manejo de residuos sólidos y monitoreo ambiental.	Según corresponda	Gestor ambiental

Fuente: elaboración propia, 2019

### 13. BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de La Paz Centro. (2005). *Plan de Desarrollo Municipal de La Paz Centro 2005-2015*. León.
- Alcaldía de La Paz Centro. (2012). *Caracterización del Municipio de La Paz Centro*. León.
- Alcaldía de La Paz Centro. (2017). *Caracterización municipal de La Paz Centro*. León.
- Alcaldía La Paz Centro. (2008). *Plan Ambiental Municipal 2008-2018*. León.
- Alcaldía La Paz Centro. (25 de Enero de 2019). Información relacionada con el Rastro Municipal de la Alcaldía de La Paz Centro. (C. M. Castillo, Entrevistador)
- Alemán Zeledón, F., Quezada Bonilla, J. B., & Garmendia Zapata, M. (2012). *Flora Arvense y Ruderal del Pacífico y Centro de Nicaragua. Volumen I*. Managua: Universidad Nacional Agraria.
- CITES. (4 de Octubre de 2017). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre. *Apéndices I, II y III*. Ginebra, Suiza.
- Consejo de comunicación y ciudadanía . (diciembre de 2017). *Ejes del programa nacional de desarrollo humano 2018-2021*. Recuperado el febrero de 2019, de <https://www.el19digital.com/app/webroot/tinyMCE/source/2018/00-Enero/Del22al28Enero/Viernes26Enero/EJES%20DEL%20PROGRAMA%20NACIONAL%20DE%20DESARROLLO%20HUMANO.pdf>
- Departamento de Gestión Ambiental INAA. (2001). *Informe de inspección a la planta de tratamiento de aguas residuales del sistema de alcantarillado sanitario de La Paz Centro, León*. León.
- ENACAL. (mayo de 2009). Sistema de abastecimiento de agua potable de La Paz Centro. *Revisión y actualización de los estudios y diseños hidráulicos y sanitarios de los sistema de agua potable de las ciudades de La Paz Centro y Nagarote, Departamento de León, y San Rafael del Sur y San Benito, Departamento de Managua*. Nicaragua.
- Espinoza, G. (2002). *Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental*. Chile: Programa de apoyo para el mejoramiento de la gestión ambiental en los países de América Latina y el Caribe.
- FAO. (agosto de 1992). *Tema 1 : Predicción de la erosión de suelos*. Recuperado el 11 de febrero de 2019, de Erosion de suelos en America Latina: <http://www.fao.org/docrep/t2351s/T2351S03.htm>
- Gerencia Ambiental ENACAL. (2003). *Propuesta para la mitigación del efecto del efluente de la PTAR La Paz Centro, León*. León.
- Grijalva Pineda, A., & Quezada Bonilla, J. B. (2014). *Un gran recurso: Las plantas ornamentales en Nicaragua. Volumen I*. Managua.: Universidad Nacional Agraria.
- Herpetonica. (2015). *Guía ilustrada de anfibios y reptiles de Nicaragua*. Managua.

- INAFOR-FAO. (2008). *Manual de campo. Inventario Nacional Forestal de Nicaragua 2007-2008*. Managua.
- INETER. (2001). *Amenazas naturales de Nicaragua*. Managua: INETER.
- INETER. (febrero de 2018). *Mapa multi-amenazas y vulnerabilidades de Nicaragua*. Recuperado el Febrero de 2019, de Gestión de riesgo: <http://gestionderiesgo.ineter.gob.ni:8080/PortalMapas/index.html>
- Juárez Juárez, D., & Rocha Molina, L. (2016). Algodón y externalidades ambientales en Nicaragua. *Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas*, 31.
- MARENA. (2018). *Atlas de cobertura forestal y deforestación en Nicaragua 1969-2015*. Managua: MARENA-Proyecto ENDE-REDD+.
- Martínez Sánchez, J. C., Chavarría Duriaux, L., & Muñoz, F. J. (2014). *A guide to the birds of Nicaragua*. Managua.
- Medina Fitoria, A., & Saldaña Tapia, O. (2012). *Lista patron de los mamíferos de Nicaragua*. Managua: FUNDAR.
- Milán, J. A. (julio de 2006). Capitulo 2: Instrumentos de la evaluación ambiental. *Manual de Evaluación Ambiental*. Managua, Managua, Nicaragua.
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. (2010). *Caracterización de la Cuenca No. 64. Entre el Volcán Cosigüina y Río Tamarindo*. Managua.
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. (2010). *Caracterización de la Cuenca No. 69. Río San Juan*. Managua.
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. (2010). *Caracterización del la Cuenca No. 66. Río Tamarindo*. Managua.
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. (22 de febrero de 2018). Resolución Ministerial No 003.01.08. *Actualizar el sistema de vedas periodo 2018*. Managua, Nicaragua: La Gaceta.
- ND Medios. (30 de Septiembre de 2016). *Suman 487 las viviendas afectadas por sismo de 5.4 grados*. Recuperado el 7 de febrero de 2019, de El Nuevo Diario: <https://www.elnuevodiario.com.ni/nacionales/405941-suman-487-viviendas-afectadas-sismo-5-4-grados/>
- Presidente de la República de Nicaragua . (30 de Noviembre de 2017). Reglamento el que se establecen las disposiciones para el vertido de aguas residuales. . *Decreto No. 21-2017*. Managua, Nicaragua : La Gaceta No. 229.
- Presidente de la República de Nicaragua. (29 de noviembre de 2017). Decreto No. 20-2017. *Sistema de Evaluación Ambiental de Permisos y Autorizaciones para el uso sostenible de los recursos naturales*. . Managua, Nicaragua: La Gaceta No 228.
- Quezada Bonilla, J. B., Garmendia Zapata, M., & Kheim Meyrat, A. (2012). *Especies arboreas y arbustivas del arboretum Alain Meyrat. Volumen II*. Managua: Universidad Nacional Agraria.
- Salas E., J. B. (1993). *Árboles de Nicaragua*. Managua: IRENA.
- Sánchez, J. C. (2007). *Lista patrón de las aves de Nicaragua*. Managua: Alianza para las Áreas Silvestres (ALAS).

"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado  
Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"

---

- SINAPRED. (noviembre de 2005). Mapa de amenazas por actividad Volcánica y Sísmica. Municipio de La Paz Centro. *Proyecto de reducción de la vulnerabilidad ante desastres naturales. Análisis de riesgos e incorporación de la gestión preventiva en la planificación municipal.* . Managua, Nicaragua.
- UCA. (2002). *Caracterización Agrosocioeconómica de la Zona Seca de Nicaragua.* Managua.

## 8. ANEXOS

### Histograma de evaluación de emplazamiento para EBAR 1

HISTOGRAMA DE EVALUACION DEL EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO																
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b> "Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario de las Ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"																
<b>TIPO DE PROYECTO:</b> Alcantarillado Sanitario																
<b>ALCANCE DEL PROYECTO:</b> Alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, ciudad La Paz Centro																
<b>COMPONENTE A CONSIDERAR:</b> PTAR Casco Urbano La Paz Centro																
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b> EBAR 1																
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															
<b>FRECUENCIAS (F)</b>	<b>SUMA</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>SUMA</b>											
<b>ESCALA X PESO X FRECUENCIA (ExPxF)</b>	56	6	20	30												
<b>PESO x FRECUENCIA (PxF)</b>	26	6	10	10												
<b>VALOR TOTAL (ExPxF / PxP)</b>	<b>2.37</b>															

"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado  
Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"

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
<b>OBSERVACIONES:</b>								
Partiendo que el análisis del sitio, este obtiene un valor de <b>2.37</b> , significa que el sitio es poco peligroso, con muy bajo componente de riesgo a desastres y/o bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas. No se ha obtenido valor de 1 en las siguientes variables: Sismicidad, Deslizamientos, Vulcanismo, Mar y lagos, Fuentes de contaminación, Marco legal; lo cual nos permite afirmar que esta alternativa de sitio es elegible.								
<b>DOY FE EN CALIDAD DE FORMULADOR DEL PROYECTO QUE LA EVALUACIÓN ANTERIORMENTE DESCRITA COINCIDE CON LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SITIO</b>					<b>DOY FE EN CALIDAD DE EVALUADOR QUE LA EVALUACIÓN ANTERIORMENTE DESCRITA COINCIDE CON LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SITIO</b>			
<b>NOMBRES Y APELLIDOS: Claudia Leonor Medina Castillo</b>					<b>NOMBRES Y APELLIDOS:</b>			
<b>FIRMA:</b>					<b>FIRMA:</b>			
<b>FECHA; 20/Abril/2019</b>					<b>FECHA:</b>			

## Histograma de evaluación de emplazamiento para EBAR 2

HISTOGRAMA DE EVALUACION DEL EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO																
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b> "Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario de las Ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"																
<b>TIPO DE PROYECTO:</b> Alcantarillado Sanitario																
<b>ALCANCE DEL PROYECTO:</b> Alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, ciudad La Paz Centro																
<b>COMPONENTE A CONSIDERAR:</b> PTAR Casco Urbano La Paz Centro																
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b> EBAR 2																
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															
<b>FRECUENCIAS (F)</b>	<b>SUMA</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>SUMA</b>											
<b>ESCALA X PESO X FRECUENCIA (ExPx F)</b>	56	6	20	30												
<b>PESO x FRECUENCIA (Px F)</b>	26	6	10	10												
<b>VALOR TOTAL (ExPx F / Px F)</b>	<b>2.40</b>															
<b>RANGOS</b>	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								

"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"

<b>OBSERVACIONES:</b>	
Partiendo que el análisis del sitio, este obtiene un valor de <b>2.40</b> , significa que el sitio es poco peligroso, con muy bajo componente de riesgo a desastres y/o bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas. No se ha obtenido valor de 1 en las siguientes variables: Sismicidad, Deslizamientos, Vulcanismo, Mar y lagos, Fuentes de contaminación, Marco legal; lo cual nos permite afirmar que esta alternativa de sitio es elegible.	
<b>DOY FE EN CALIDAD DE FORMULADOR DEL PROYECTO QUE LA EVALUACIÓN ANTERIORMENTE DESCRITA COINCIDE CON LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SITIO</b>	<b>DOY FE EN CALIDAD DE EVALUADOR QUE LA EVALUACIÓN ANTERIORMENTE DESCRITA COINCIDE CON LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SITIO</b>
<b>NOMBRES Y APELLIDOS: Claudia Leonor Medina Castillo</b>	<b>NOMBRES Y APELLIDOS:</b>
<b>FIRMA:</b>	<b>FIRMA:</b>
<b>FECHA: 20/Abril/2019</b>	<b>FECHA:</b>

### Histograma de evaluación de emplazamiento para sitio 1 - PTAR

<b>HISTOGRAMA DE EVALUACION DEL EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO</b>																
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b> "Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario de las Ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"																
<b>TIPO DE PROYECTO:</b> Alcantarillado Sanitario																
<b>ALCANCE DEL PROYECTO:</b> Alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, ciudad La Paz Centro																
<b>COMPONENTE A CONSIDERAR:</b> PTAR Casco Urbano La Paz Centro																
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b> Sitio 1 - PTAR																
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																
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															



"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado  
Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"

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																			
<b>FRECUENCIAS (F)</b>	<b>SUMA</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>SUMA</b>															
<b>ESCALA X PESO X FRECUENCIA (ExPxF)</b>	56	3	20	33																
<b>PESO x FRECUENCIA (Px F)</b>	24	3	10	11																
<b>VALOR TOTAL (ExPx F / Px F)</b>	<b>2.15</b>																			
<b>RANGOS</b>	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												
<b>OBSERVACIONES:</b>																				
El resultado de la evaluación de emplazamiento es <b>2.15</b> lo que significa que el sitio 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:																				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sismicidad</li> <li>• Deslizamientos</li> <li>• Vulcanismo</li> <li>• Mar y lagos</li> <li>• Fuentes de contaminación</li> <li>• Marco legal</li> </ul>																				
<b>DOY FE EN CALIDAD DE FORMULADOR DEL PROYECTO QUE LA EVALUACIÓN ANTERIORMENTE DESCRITA COINCIDE CON LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SITIO</b>										<b>DOY FE EN CALIDAD DE EVALUADOR QUE LA EVALUACIÓN ANTERIORMENTE DESCRITA COINCIDE CON LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SITIO</b>										
<b>NOMBRES Y APELLIDOS: Claudia Leonor Medina Castillo</b>										<b>NOMBRES Y APELLIDOS:</b>										
<b>FIRMA:</b>										<b>FIRMA:</b>										
<b>FECHA:20/abril/2019</b>										<b>FECHA:</b>										

## Histograma de evaluación de emplazamiento para sitio 2 PTAR

HISTOGRAMA DE EVALUACION DEL EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO																
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b> "Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario de las Ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"																
<b>TIPO DE PROYECTO:</b> Alcantarillado Sanitario																
<b>ALCANCE DEL PROYECTO:</b> Alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, ciudad la Paz Centro																
<b>COMPONENTE A CONSIDERAR:</b> PTAR Casco Urbano La Paz Centro																
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b> Sitio 2 - PTAR																
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															
DESIZAMIENTOS						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															
<b>FRECUENCIAS (F)</b>	<b>SUMA</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>SUMA</b>											
<b>ESCALA X PESO X FRECUENCIA (ExPxF)</b>	56	6	20	30												
<b>PESO x FRECUENCIA (PxF)</b>	26	6	10	10												
<b>VALOR TOTAL (ExPxF / PxP)</b>	<b>2.5</b>															
<b>RANGOS</b>	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								

"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"

<b>OBSERVACIONES:</b>	
Partiendo que el análisis del sitio, este obtiene un valor de <b>2.5</b> , significa que el sitio es poco peligroso, con muy bajo componente de riesgo a desastres y/o bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas. No se ha obtenido valor de 1 en las siguientes variables: Sismicidad, Deslizamientos, Vulcanismo, Mar y lagos, Fuentes de contaminación, Marco legal; lo cual nos permite afirmar que esta alternativa de sitio es elegible.	
<b>DOY FE EN CALIDAD DE FORMULADOR DEL PROYECTO QUE LA EVALUACIÓN ANTERIORMENTE DESCRITA COINCIDE CON LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SITIO</b>	<b>DOY FE EN CALIDAD DE EVALUADOR QUE LA EVALUACIÓN ANTERIORMENTE DESCRITA COINCIDE CON LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SITIO</b>
<b>NOMBRES Y APELLIDOS: Claudia Leonor Medina Castillo</b>	<b>NOMBRES Y APELLIDOS:</b>
<b>FIRMA:</b>	<b>FIRMA:</b>
<b>FECHA: 20/Abril/2019</b>	<b>FECHA:</b>

Fuente: elaboración propia, 2019

### Histograma de evaluación de emplazamiento para sitio 3 PTAR

<b>HISTOGRAMA DE EVALUACION DEL EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO</b>														
<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b> "Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario de las Ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"														
<b>TIPO DE PROYECTO:</b> Alcantarillado Sanitario														
<b>ALCANCE DEL PROYECTO:</b> Alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, ciudad La Paz Centro														
<b>COMPONENTE A CONSIDERAR:</b> PTAR Casco Urbano La Paz Centro														
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO:</b> Sitio 3 PTAR														
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														
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								

"Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado  
Sanitario de las ciudades de La Paz Centro, Mateare y Nagarote"

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																						
<b>FRECUENCIAS (F)</b>	<b>SUMA</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>SUMA</b>																		
<b>ESCALA X PESO X FRECUENCIA (ExPxF)</b>	55	9	16	30																			
<b>PESO x FRECUENCIA (Px F)</b>	27	9	8	10																			
<b>VALOR TOTAL (ExPxF / Px F)</b>	<b>2.23</b>																						
<b>RANGOS</b>	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															
<b>OBSERVACIONES:</b>																							
Partiendo que el análisis del sitio, este obtiene un valor de <b>2.23</b> , significa que el sitio es poco peligroso, con muy bajo componente de riesgo a desastres y/o bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas. No se ha obtenido valor de 1 en las siguientes variables: Sismicidad, Deslizamientos, Vulcanismo, Mar y lagos, Fuentes de contaminación, Marco legal; lo cual nos permite afirmar que esta alternativa de sitio es elegible.																							
<b>DOY FE EN CALIDAD DE FORMULADOR DEL PROYECTO QUE LA EVALUACIÓN ANTERIORMENTE DESCRITA COINCIDE CON LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SITIO</b>												<b>DOY FE EN CALIDAD DE EVALUADOR QUE LA EVALUACIÓN ANTERIORMENTE DESCRITA COINCIDE CON LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SITIO</b>											
<b>NOMBRES Y APELLIDOS: Claudia Leonor Medina Castillo</b>												<b>NOMBRES Y APELLIDOS:</b>											
<b>FIRMA:</b>												<b>FIRMA:</b>											
<b>FECHA; 20/abril/2019</b>												<b>FECHA:</b>											

Fuente: elaboración propia, 2019