



**INFORME FINAL
PROYECTO DEL
SISTEMA DE
ALCANTARILLADO
SANITARIO**

**CONTRATO PISASH AL-371-10-17
“ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CIUDAD DE CAMOAPA”**



**ANEXO 7.1
PERFIL AMBIENTAL
DEL PROYECTO DEL
SISTEMA DE
ALCANTARILLADO
SANITARIO**



OCTUBRE DE 2020

Contenido

1	Características Generales del Proyecto	4
1.1	Nombre del proyecto	4
1.2	Localización del proyecto	4
1.2.1	Micro localización	4
1.3	Antecedentes	7
1.4	Justificación	8
1.5	Objetivos	9
1.5.1	General	9
1.5.2	Específicos	9
2	Aspectos Técnicos.....	10
2.1	Descripción de los componentes del proyecto	10
2.1.1	Red de alcantarillado sanitario.....	10
2.1.2	Nuevo sistema de alcantarillado sanitario	10
2.1.3	Sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas y obras conexas	19
2.1.4	Cronograma de ejecución	23
2.2	Diseño y distribución de la infraestructura del proyecto.....	23
2.3	Principales insumos de materiales que se usarán en las distintas etapas del proyecto.....	23
2.3.1	Requerimientos de insumos en la etapa de construcción	23
2.3.2	Requerimientos de herramientas y equipos en la etapa de operación y mantenimiento	25
2.4	Presupuesto.....	26
2.5	Mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales.....	27
2.5.1	Sistema de alcantarillado sanitario	27
2.5.2	Planta de tratamiento de aguas residuales.....	28
2.6	Tipo y manejo de los principales desechos sólidos producidos según los insumos utilizados en las distintas etapas del proyecto.....	30
2.6.1	Manejo de los desechos sólidos durante la etapa de construcción.....	30
2.6.2	Manejo de los desechos sólidos durante la etapa de funcionamiento.....	31
2.6.3	Manejo de las aguas pluviales.....	33
2.6.4	Tipo y manejo de sustancias tóxicas, peligrosas y similares o las contempla el proyecto.....	34
3	Incidencia Ambiental del Proyecto	35
3.1	Condiciones ambientales del área del proyecto	35
3.2	Identificación de Impactos ambientales	36
3.3	Acciones del proyecto que alteran la calidad ambiental de los factores abióticos	37
3.4	Acciones del proyecto que alteran la calidad ambiental los factores bióticos	38
3.5	Especificar las acciones del proyecto sobre aspectos socioeconómicos	38
4	Medidas ambientales y de manejo.....	40
4.1	Etapa de construcción	40
4.2	Etapa de operación.....	44
4.3	Etapa de abandono	46
5	Bibliografía.....	47
6	Apéndices	48
6.1	Apéndice 1: Caudales de generación de aguas residuales para el 100% de la población	49

6.2	Apéndice 2: Flujogramas del proceso de tratamiento de las aguas residuales	50
6.3	Apéndice 3: Cronograma de construcción de la primera etapa proyecto Camoapa	51
6.4	Apéndice 4: Plano de distribución del alcantarillado sanitario de Camoapa	52
6.5	Apéndice 5: Esquema de tensión tractiva de colectores y subcolectores	53
6.6	Apéndice 6: Plano de distribución de la planta de tratamiento de aguas residuales	54
6.7	Apéndice 7: Alcances del proyecto mejoramiento del sistema de AS Camoapa	55
6.8	Apéndice 8: Requerimiento de materiales en la etapa de construcción	57
6.9	Apéndice 9: Resultados de los análisis de las aguas residuales de la PTAR de Camoapa	58
6.10	Apéndice 10: Registros físicos, químicos y bacteriológico de la PTAR de Camoapa y Boaco	58
6.11	Apéndice 11: Informe de cumplimiento	60

TABLAS

Tabla 1:	Límites del municipio de Camoapa.....	4
Tabla 2:	Las coordenadas del polígono del terreno de la PTAR	6
Tabla 3:	Coordenadas de ubicación de las EBAR.....	7
Tabla 4:	Fechas claves del contrato.....	8
Tabla 5:	Componentes del nuevo sistema de alcantarillado sanitario	11
Tabla 6:	Características y funcionamiento de los subcolectores	11
Tabla 7:	Características y funcionamiento de los colectores principales.....	12
Tabla 8:	Rango de profundidades de PVS	12
Tabla 9:	Características y funcionamiento de los colectores principales.....	13
Tabla 10:	Período de diseño	14
Tabla 11:	Zonas y barrios del casco urbano de Camoapa	14
Tabla 12:	Proyección de población de Camoapa en el horizonte de diseño (Tasa 2.5%)	15
Tabla 13:	Factores de consumo comercial, público e industrial	16
Tabla 14:	Características hidráulicas del sistema de alcantarillado	17
Tabla 15:	Componentes del nuevo sistema de alcantarillado sanitario	19
Tabla 16:	Componentes del nuevo sistema de alcantarillado sanitario	20
Tabla 17:	Remociones de contaminantes en cada proceso de la PTAR.....	21
Tabla 18:	Coordenadas de ubicación del punto de descarga de la actual PTAR.....	22
Tabla 19:	Área de los terrenos e infraestructura	23
Tabla 20:	Procedencia de materiales a incorporar en el proyecto	24
Tabla 21:	Materiales a utilizar en el proyecto	24
Tabla 22:	Almacenamiento de materiales a utilizar en el proyecto.....	25
Tabla 23:	Maquinaria y equipo para desarrollar el proyecto	25
Tabla 24:	Maquinaria y equipo para operación y mantenimiento del proyecto	26
Tabla 25:	Componentes del nuevo sistema de alcantarillado sanitario	30
Tabla 26:	Clasificación de los residuos a generarse en la etapa de construcción.....	31
Tabla 27:	Manejo de los desechos sólidos durante el funcionamiento	32
Tabla 28:	Volumen de lodo producido en el tiempo.....	33
Tabla 29:	Tipo y manejo de sustancias tóxicas, peligrosas y similares.....	34
Tabla 30:	Pendientes de la ciudad de Camoapa.....	35
Tabla 31:	Ubicación y población afectada por deslizamiento.....	35
Tabla 32:	Matriz de identificación de impactos por la construcción del proyecto	37
Tabla 33:	Acciones que afectan los factores abióticos.....	38
Tabla 34:	Acciones que afectan los factores bióticos.....	38
Tabla 35:	Acciones que afectan los factores socioeconómicos	39
Tabla 36:	Medidas de mitigación ambiental de la etapa de construcción.....	44
Tabla 37:	Medidas ambientales ambiental de la etapa de operación	46
Tabla 38:	Medidas ambientales ambiental de la etapa de abandono	46

FIGURAS

Figura 1: Macro localización del municipio de Camoapa	4
Figura 2: Micro localización de la ciudad de Camoapa	5
Figura 3: Distribución de la ciudad de Camoapa	5
Figura 4: Ubicación del nuevo emplazamiento de la PTAR	6
Figura 5: Punto de descarga de las aguas residuales	22

1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO

1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

“Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Camoapa”

1.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El municipio de Camoapa tiene una extensión territorial de 1,483.29 km² y por su tamaño ocupa el primer lugar de los municipios, en el departamento de Boaco. Los límites del municipio se presentan en la Tabla 1.

Puntos cardinales	Departamentos y municipios
Norte	Boaco, Matiguás y Paiwas
Sur	Cuapa y Comalapa
Este	El Rama y La Libertad
Oeste	San Lorenzo y Boaco

Tabla 1: Límites del municipio de Camoapa

El municipio de Camoapa se ubica a 114 km de la ciudad de Managua, capital de Nicaragua y a una altitud de 500 msnm, en las coordenadas geográficas 12°22'48" latitud Norte y 85°30'36" longitud Oeste (Figura 1).

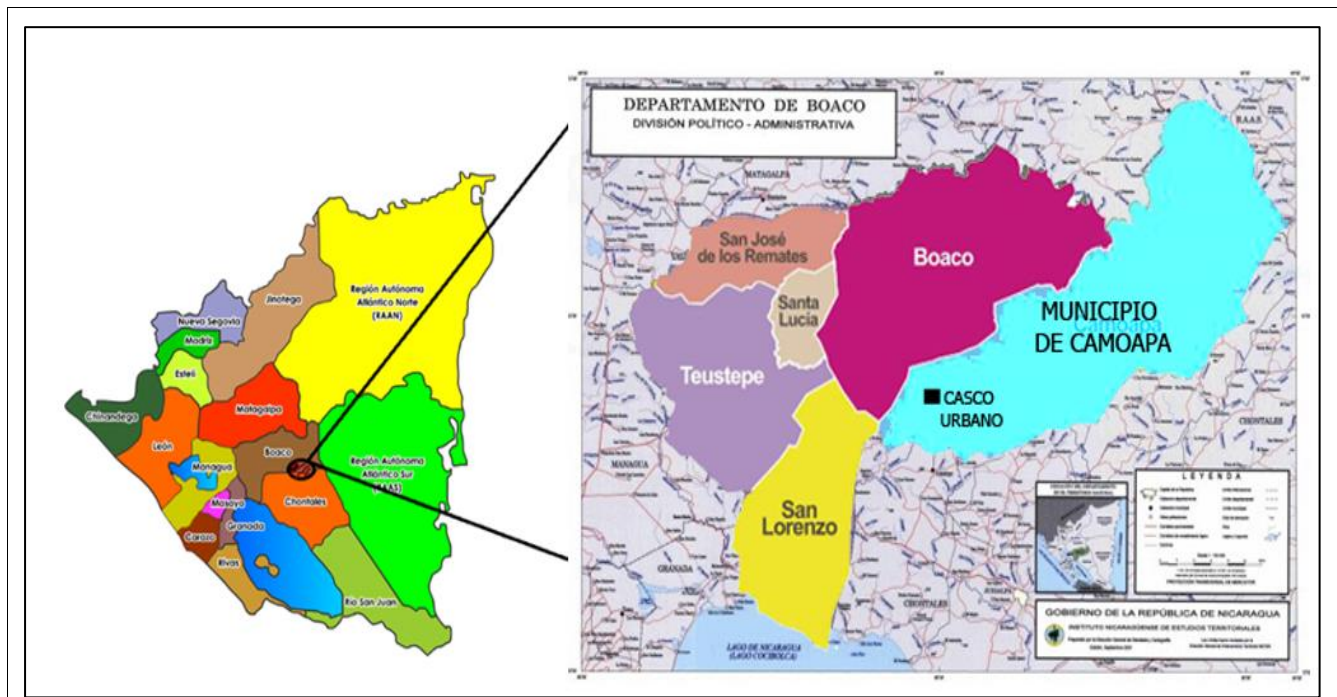


Figura 1: Macro localización del municipio de Camoapa

1.2.1 Micro localización

La ciudad de Camoapa está localizada a una altitud de 520 msnm entre las Serranías de Amerrisque y de Wapi, (Figura 2). Fue fundada el 23 de agosto de 1858 y elevada a la categoría de ciudad hace casi un siglo, el 2 de marzo de 1926, durante el gobierno de Emiliano Chamorro Vargas.



Figura 2: Micro localización de la ciudad de Camoapa

La ciudad de Camoapa abarca un área de 6.8 km² y está formada por 14 barrios. La población actual, de acuerdo con el conteo de viviendas e índice de hacinamiento realizados por el Consultor ICA SA, es de 18,516 habitantes (Figura 3).

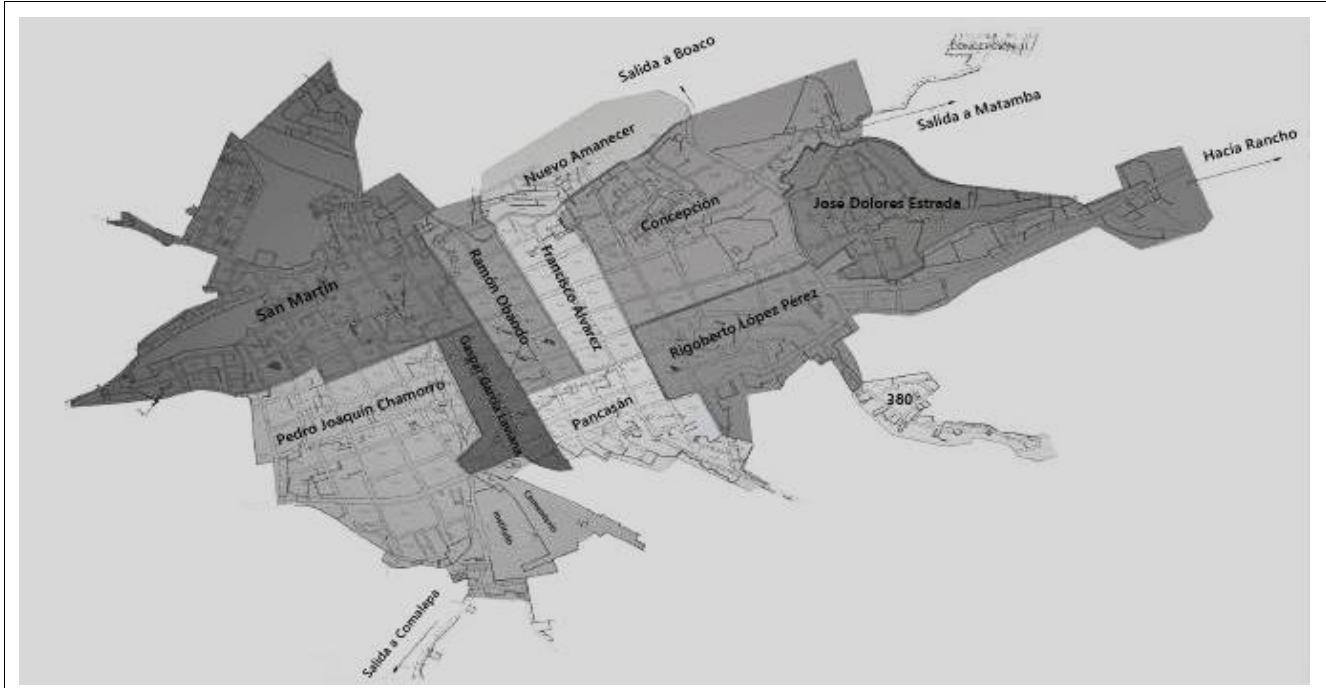


Figura 3: Distribución de la ciudad de Camoapa

1.2.1.1 Ubicación de los componentes del proyecto

Los principales componentes del proyecto son los terrenos en donde se construirán la PTAR y las EBARS. En la Tabla 2 se muestran las coordenadas del terreno en donde se construirá la PTAR.

Lado EST	Lado PV	Lado	Rumbo	V	Coordenadas	
					N	E
				1	1368623.288	661664.514
1	2	13.658	S0° 15' 18"E	2	1368609.630	661664.575
2	3	16.057	N85° 19' 21"E	3	1368610.939	661680.579
3	4	5.198	S9° 13' 18"E	4	1368605.809	661681.412
4	5	73.711	N72° 08' 21"E	5	1368628.416	661751.570
5	6	88.251	S26° 22' 35"E	6	1368549.352	661790.778
6	7	129.011	N63° 37' 25"E	7	1368606.668	661906.357
7	8	139.853	N26° 22' 35"W	8	1368731.961	661844.225
8	9	20.425	S50° 37' 58"W	9	1368719.006	661828.435
9	10	9.113	S25° 31' 39"E	10	1368710.783	661832.362
10	11	42.055	S66° 23' 31"W	11	1368693.941	661793.827
11	12	58.322	S65° 06' 18"W	12	1368669.390	661740.924
12	13	8.290	S2° 53' 40"E	13	1368661.110	661741.343
13	1	85.634	S63° 47' 20"W	1	1368623.288	661664.514
Área 18,920.777m ² =26,837.513vr ² Perímetro=689.577 m						
Tabla 2: Las coordenadas del polígono del terreno de la PTAR						

En la Figura 4 se muestra la ubicación del terreno en donde se construirá la nueva PTAR de la ciudad de Camoapa.

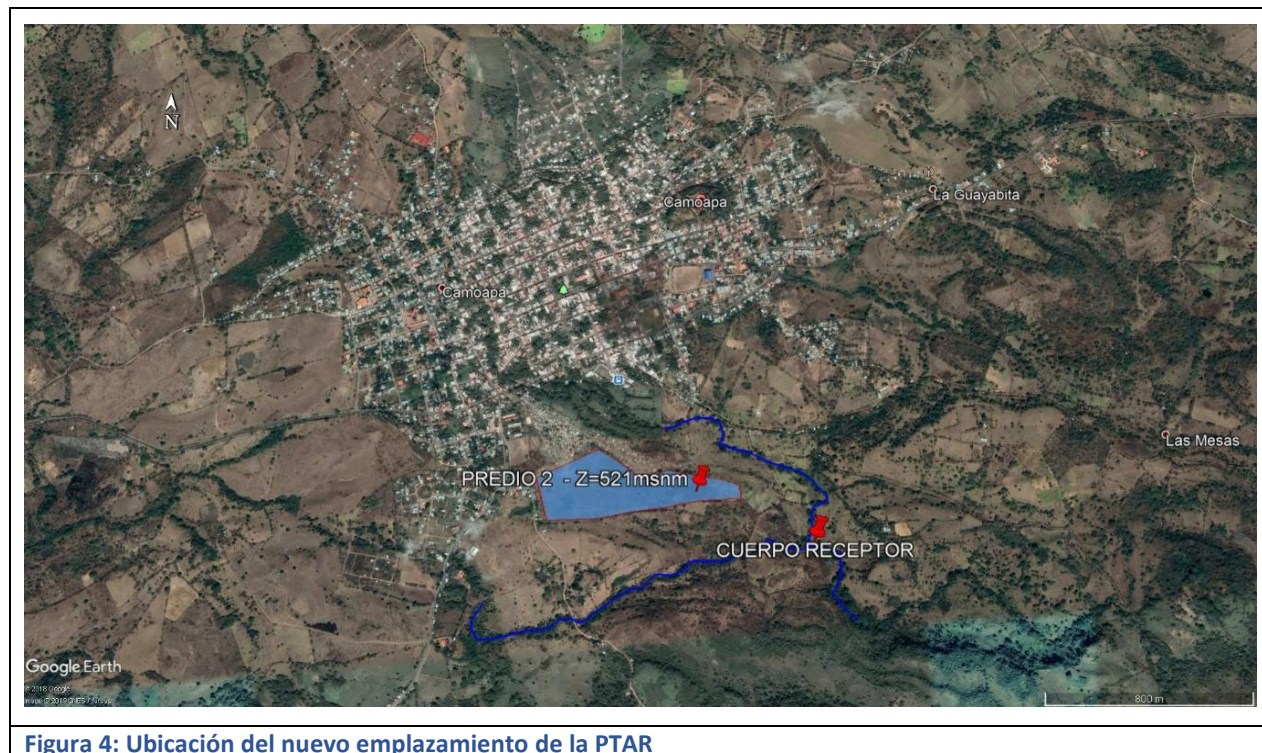


Figura 4: Ubicación del nuevo emplazamiento de la PTAR

En la Tabla 3 se muestran las coordenadas de cada una de las EBARS.

No.	Coordenadas de ubicación	
	X	Y
1	661884.08	1368939.45
2	661513.70	1369067.89
3	662437.49	1368889.23
4	660009.92	1369011.85

Tabla 3: Coordenadas de ubicación de las EBAR

1.3 ANTECEDENTES

El sistema de tratamiento actual de la ciudad de Camoapa está compuesto por un pre tratamiento, el que comprende una reja manual y un desarenador. A continuación está el tratamiento primario compuesto por un tanque Imhoff de tres cámaras, seguido de un tratamiento secundario compuesto por un Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente (FAFA). Los lodos purgados del tanque Imhoff son descargados a un lecho de secado que queda dentro del mismo predio de la PTAR. Los lodos del FAFA cuando se purgan, son descargados a la quebrada La Chingastosa. El flujo de agua es medido por dos canaletas Parshall, canaletas A y B. El Flujo ingresa al sistema de tratamiento por medio de una tubería colectora de 12” de diámetro que descarga a un canal de concreto de 0.50 m de ancho.

Actualmente la PTAR está recibiendo las aguas residuales crudas proveniente de 264¹ conexiones. Debido a que el caudal actual de agua potable no abastece a toda la ciudad, ENACAL Camoapa ha implementado un sistema de racionamiento de 3 días por sector (sector Norte y Sur). Durante el período de elaboración del diagnóstico, el sector Norte estaba siendo abastecido los miércoles, jueves y viernes y el sector Sur, los días sábado, domingo y lunes; sin embargo, al ser un ciclo de 6 días, los días de cada sector van cambiando paulatinamente. Debido que la mayor cantidad de conexiones AS están ubicadas en los barrios del sector Sur, es durante este periodo de suministro que la PTAR recibe el mayor caudal.

La red de alcantarillado existente en la ciudad de Camoapa es un sistema del tipo separativo, y funcionamiento enteramente a gravedad. El sistema colector de los flujos provenientes de la red de alcantarillado sanitario está conformado por tuberías PVC de 300 mm de diámetro y está plenamente distinguido en el extremo suroeste de la red de recolección. La descarga de este sistema de recolección es realizada en las instalaciones de tratamiento localizadas al Sur de la ciudad y al lado Este del cementerio. En cuanto a sus condiciones de funcionamiento se identificó que todos ellos se encuentran en óptimo estado físico y funcional.

La cobertura insatisfecha de conexiones de alcantarillado sanitario genera escurrimiento de aguas residuales grises en las calles de los barrios, que impacta al medio ambiente y promueve la creación de focos de contaminación y el consecuente deterioro de la calidad de vida de sus habitantes.

La Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL) ejecuta el Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano (PISASH). Dentro de los objetivos del programa se encuentran los “Estudios y Diseños para el Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Tratamiento de las Aguas Residuales de la ciudad de Camoapa”, departamento de Boaco, con el propósito de mejorar la calidad de vida de la población. Específicamente, se rehabilitará y ampliará la recolección, transporte, evacuación, tratamiento y disposición de las aguas residuales del área urbana de la ciudad de Camoapa, ubicada en el departamento de Boaco.

En el marco de las acciones requeridas para desarrollar el mejoramiento y ampliación del sistema de saneamiento de la ciudad de Camoapa, ENACAL ha contratado los servicios de consultoría de Ingeniería Civil y

¹ De acuerdo a la información aprobada en el Producto 3 – Diagnóstico, y proporcionada por la Gerencia Comercial de ENACAL..

Ambiental Hidráulica, S.L. (en adelante ICA), de acuerdo con lo estipulado en el Contrato AL-371-10-17, denominado “Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de Camoapa”, departamento de Boaco.

El Contrato de ENACAL con la empresa consultora ICA, para el desarrollo de los presentes estudios de consultoría, es financiado con recursos de préstamos externos del Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE).

El 11 de marzo de 2019 fue firmado el contrato correspondiente y la comunicación fue confirmada por carta PREINV-PISASH-170-2019 con fecha del 14 de marzo de 2019, por parte del director de pre-inversión, en la cual se confirma la fecha de inicio de contrato, para el 21 de marzo de 2019. Las fechas claves del contrato se muestran en la Tabla 4.

No.	Concepto	Fechas	Detalles
1	Resolución de adjudicación		No. PISASH 009-2019
2	Fecha de firma de contrato PISASH al-076-03-19	11 de marzo 2019	Firmado en oficinas de PISASH
3	Fecha inicio plazo contractual	21 de marzo 2019	Fecha de inicio confirmada por carta PREINV-PISASH-170-2019 del 14 de marzo de 2019.
4	Fecha vencimiento de plazo contractual	14 de mayo 2020	Duración de 420 días. -
5	Fecha límite entrega informe inicial	21 de marzo de 2019	El informe inicial fue aprobado el 10 de mayo con carta PREINV-PISASH-280-2019
6	Fecha límite entrega informe Producto 1 Informe del área de estudios y metodología cartografía.	11 de abril de 2019	Aprobado el 14 de mayo de 2019
7	Fecha límite entrega Producto 2: informe de Población y Viviendas e Informe Topográfico	16 de mayo de 2019	Aceptado el 17 de julio de 2019
8	Fecha límite entrega Producto 3: Informe de Diagnóstico	27 de junio de 2019	Aprobado el 29 de agosto de 2019
9	Fecha límite entrega Producto 4: Informe Conceptual de Alternativas	29 de agosto de 2019	Aceptado el 28 de noviembre de 2019
10	Fecha límite entrega Producto 5: Informe Estudio de Factibilidad de Alternativas	24 de octubre de 2019	Aprobado el 11 de febrero de 2020

Tabla 4: Fechas claves del contrato

1.4 JUSTIFICACIÓN

Un número reducido de usuarios hace uso del sistema del alcantarillado sanitario, correspondiente apenas al 5.5 % de cobertura, la planta de tratamiento de aguas residuales está ubicada al Suroeste de la ciudad, y el sistema comenzó a operar en el 2002.

Otros medios utilizados para la disposición de las excretas y aguas servidas, es a través de letrinas tradicionales, fosas sépticas y otro medio de disposición. Esta escenario provoca que el entorno urbano de Camoapa sufra de muchos problemas por el mal manejo de las aguas residuales que son vertidas en las calles y cauces, afectando también la calidad de las aguas superficiales y del paisaje, creando focos de proliferación de vectores, insectos y enfermedades, principalmente en los barrios periféricos de la ciudad. Esta situación se hace más aguda por el manejo inadecuado de los desechos sólidos, principalmente debido a que son arrojados en los 16 cauces y alcantarillas con que cuenta la ciudad. Los resultados del catastro de viviendas efectuado por ICA en el mes de marzo 2019, indican que solamente 310 viviendas tienen acceso directo a la red de alcantarillado existente.

Las viviendas que hacen uso del sistema de alcantarillado sanitario respecto al total de edificaciones de la ciudad, representan apenas un 5.5% de cobertura, a pesar de que el 79.67% de la población, tiene conexión al servicio de agua potable, lo que significa que el restante 94.5% no hace uso de la red de AS existente. Las razones que

implican la baja cobertura de viviendas conectadas a las redes de alcantarillado, se deben principalmente a las siguientes causas:

1. Falta de una red de alcantarillado cercana a las viviendas.
2. 2,748 predios (57.72%) continúan realizando la disposición de sus excretas en letrinas con el consecuente vertido de aguas grises en las calles, patios o cauces.
3. 1,472 predios (30.92%) disponen de sumidero para la disposición de sus aguas residuales, por lo que es posible que sus pobladores consideren un gasto innecesario conectarse a la red de alcantarillado sanitario de ENACAL, aunque exista disponibilidad de este servicio frente a sus viviendas.

La planta de tratamiento de aguas residuales de Camoapa está ubicada al Suroeste de la ciudad. Limita con propiedades privadas al Sur y al Oeste. Al Norte y Este colinda con la quebrada Rancho Grande, conocida como La Chingastosa. El afluente pasa a través de las unidades de pretratamiento, una rejilla de retención de sólidos gruesos y un desarenador de limpieza manual. Después el agua es conducida, por los canales, hasta el tanque Imhoff y por último a un FAFA Todo el sistema trabaja en serie. También se dispone de un lecho de secado de lodos.

El desarrollo del proyecto logrará satisfacer una de las grandes necesidades de la población, como es el adecuado manejo y tratamiento de las aguas residuales domésticas, permitiendo de esta manera mejorar sus condiciones de vida al habitar en un ambiente más saludable. Con la implementación del proyecto se disminuirá de manera considerable las afectaciones al ecosistema y a la salud. Así como también habrá un mejoramiento estético de la ciudad, lo que la volvería más atractiva al turismo, renovando de esta manera la economía local.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 General

Contribuir al mejoramiento de la calidad de vida y salud de la población de ciudad de Camoapa, mediante la construcción de un sistema adecuado y eficiente para la recolección, el tratamiento y la disposición final de las aguas servidas domésticas generadas en la ciudad, correspondiente con la Política de Agua y Saneamiento del Plan de Desarrollo Humano del Gobierno de Nicaragua.

1.5.2 Específicos

- Diseñar las correspondientes obras de recolección (alcantarillado sanitario) y tratamiento, soportadas con los respectivos estudios técnicos particulares.
- Desarrollar medidas ambientales dirigidas a prevenir, disminuir, rectificar, reducir y compensar los impactos ambientales y/o efectos ambientales generados por la ejecución del proyecto.
- Elaborar un plan de acción ambiental dirigido a fortalecer la gestión ambiental del proyecto, promoviendo la previsión, autorregulación, control y seguimiento ambiental.
- Promover una conciencia ambiental y reforzar las acciones de prevención, protección, conservación, restauración y control del medio ambiente, en el ámbito del entorno del desarrollo del proyecto.

2 ASPECTOS TÉCNICOS

2.1 DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL PROYECTO

2.1.1 Red de alcantarillado sanitario

2.1.1.1 Sistema actual de alcantarillado sanitario

La actual configuración del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Camoapa es un sistema simplificado y convencional, separativo, cuyos flujos drenan por gravedad. El sistema de alcantarillado sanitario atiende a 310 abonados conectados a la red pública, que se conecta a una planta de tratamiento antes de descargar las aguas tratadas en el río La Chingastosa. Todos sus componentes son de reciente construcción (año 2001) y de forma general, se encuentran en buen estado físico y de funcionamiento, basado en las conclusiones del informe de la Fase I: Diagnósticos de la Infraestructura y Administración del Servicio Existente realizado por ICA en 2019:

1. La red funciona muy bien, de tal suerte que no se tiene ningún registro de roturas de la tubería o derrame de aguas servidas en las calles producto de obstrucciones.
2. La planta de tratamiento está muy bien mantenida y cumple con todos sus parámetros, exceptuando los coliformes fecales en el efluente, dado que el sistema construido, no contempló la reducción bacteriana

La longitud total de esta red de alcantarillado es de 2,755.30 m. Esta pequeña red de recolección de aguas residuales confluye a través de seis barrios de la ciudad. Estos son: San Martín, Ramón Obando, Rigoberto López Pérez, Concepción, Pancasán y Gaspar García. Estas cifras, están basadas en el catastro de usuarios y en el levantamiento de la encuesta socioeconómica realizada dentro de los alcances del presente estudio.

Referente a la PTAR, se consideraba la construcción de un segundo módulo de tratamiento compuesto por otro Tanque Imhoff y otro FAFA, más un tratamiento compuesto por un tambor rotatorio, biodiscos y desinfección. Sin embargo mediante esta consultoría se ha determinado que la PTAR existente, será eliminada por las siguientes razones:

- No tiene capacidad de tratar todo el caudal promedio del fin del periodo de diseño.
- No existe suficiente área de expansión.
- Incumplimiento del Decreto 21-2017 en cuanto a la remoción de coliformes fecales; y de la Norma Técnica Nicaragüense NTON 05 027-05, en cuanto la existencia de viviendas muy cercanas a la PTAR.
- Vulnerable a desbordes y/o inundaciones del río La Chingastosa.
- Aumento de costos de operación y mantenimiento al tener dos sistemas de tratamiento operando de forma dispersa.

Una vez construido el nuevo sistema de alcantarillado se deberá realizar el cierre de la actual PTAR, tomando en cuenta que anteriormente el sitio en donde se encuentra ubicada, ya había sido transformado, el impacto que causará en el entorno redundará en el beneficio de la ciudad.

2.1.2 Nuevo sistema de alcantarillado sanitario

El diseño del proyecto de saneamiento planteado mediante la presente consultoría, conlleva la ampliación de la capacidad de cobertura del servicio de alcantarillado sanitario al 100% de las viviendas de la ciudad, durante el periodo comprendido entre los años 2021 y 2041. La descripción del nuevo sistema de alcantarillado sanitario se presenta en la Tabla 5.

Componentes	Descripción
Red de recolección	1. Estará conformada por: <ul style="list-style-type: none"> • Dos estaciones de bombeo principal. • Dos estaciones de bombeo secundarias, y • Soluciones individuales de tratamiento, en los lugares que por la fisonomía del terreno no sea factible el acceso. • Donde se requiera, los pozos de visita y tuberías de AS tendrán el rango cercano a los nueve metros de profundidad, con lo cual se logrará beneficiar al 100% de la población.
	2. Las redes tendrán la suficiente capacidad hidráulica para acoger: <ul style="list-style-type: none"> • Los caudales generados por la población actual y futura de la ciudad de Camoapa, tanto las del casco urbano actual. • Así como la población estimada a asentarse en las zonas de expansión de la ciudad, hasta el año 2041.
PTAR	3. Construcción de una nueva planta de tratamiento (PTAR) compuesta por: <ul style="list-style-type: none"> • Pre tratamiento. • Tamiz estático. • UASB. • Tamiz de tambor. • Biodiscos. • Desinfección UV. • Lechos de secado.

Tabla 5: Componentes del nuevo sistema de alcantarillado sanitario

2.1.2.1 Colectores y pozos de visita

El mejoramiento y expansión incorpora atención mediante redes de alcantarillado en sectores donde actualmente no existen y formula colectores con capacidad para atender tanto el drenaje de zonas existentes con servicio, como zonas nuevas, tomando en cuenta la capacidad requerida para futuras zonas de expansión.

Las tuberías de red de recolección así como los colectores serán de material PVC, que se ubicarán en la banda correspondiente en calles o caminos públicos existentes, y sólo que sea estrictamente necesario se conformarán trayectorias que requieran servidumbres de paso.

Adicional a la red, 569 habitantes serán destinatarios de 137 unidades de soluciones individuales. Con esta disposición de elementos se espera alcanzar una cobertura del 100% de alcantarillado sanitario a la ciudad de Camoapa.

Se proyecta una longitud total de red para 49,837.30 m de tubería, repartida en 2,448.70 m de tuberías existentes a continuar utilizando y 47,388.60 m proyectados.

- Para el período 2022-2031 se instalarán 45,819.40 m de tubería para red de recolección, en los rangos 150-450 mm de diámetro.
- Para el período 2032-2041, se instalarán 1,569.20 m de tubería de diámetro 150 mm.

Los subcolectores son cuatro y sus características y funcionamiento se describe en la Tabla 6.

No. subcolector	Diámetro (mm)	Conducción de caudal	
		Zona del casco urbano	Área de expansión
1	200 y 500	Noroeste	1
2	200 y 250	Norte	2
3	200 y 250	Norte	2
4	200	Este	4

Tabla 6: Características y funcionamiento de los subcolectores

Los colectores principales son tres y sus características y funcionamiento se presentan en la Tabla 7.

Colector	Diámetro (mm)	Recibe aguas de	Trayectoria	Destino
Principal 1	375	Subcolectores 1 y 2	De Norte a Sur	EBAR 2
Principal 2	Inicial 300 hasta 375 (PVS B-64)	Subcolectores 3 y 4	De Norte a Sur De Este a Oeste	EBAR 1
Principal 3	Inicial 375 (PVS B-850) hasta 450 (PVS B-878)	EBAR 1 y EBAR 2 Por gravedad de la zona Sur de la ciudad		PTAR

Tabla 7: Características y funcionamiento de los colectores principales

En la red modelizada fueron considerados 1,010 pozos de visita: 27 son existentes, 956 nuevos a construirse en una primera etapa y 27 en una segunda fase. En los pozos de visita construir en la primera etapa se incluyen 2 de reposición, 1 en el rango de 1.51 a 2.5 y otro en el rango de 2.51 – 3.5. Los detalles se presentan en la Tabla 8.

Rango de profundidad		Nuevos a construir		Existentes	Total PVS	%
		Etap 1	Etap 2			
0	1.5	452	17	13	482	47.72
1.51	2.5	162	5	11	178	17.62
2.51	3.5	88	2	3	93	9.21
3.51	4.5	56			56	5.54
4.51	5.5	56	1		57	5.64
5.51	6.5	39			39	3.86
6.51	7.5	29	2		31	3.07
7.51	8.5	23			23	2.28
8.51	9.5	22			22	2.18
9.51	10.5	13			13	1.29
10.51	11.5	7			7	0.69
11.51	12.5	3			3	0.30
12.51	13.5	3			3	0.30
13.51	14.5	2			2	0.20
14.51	15.5	1			1	0.01
Suma		956	27	27	1010	100

Tabla 8: Rango de profundidades de PVS

Puede observarse que de la totalidad de pozos de visita proyectados y existentes:

- Solamente 16 PVS tienen profundidades superiores a 10.50 metros (1.58 %).
- Solamente 201 PVS superan los 4.5 metros de profundidad. (19.90%).
- Solamente 2 PVS son de reposición: 1 en el rango de 1.51 a 2.5 y 1 en el rango de 2.51 a 3.5.

2.1.2.2 Estaciones de bombeo de aguas residuales

Es importante destacar que la topografía superficial del casco urbano de Camoapa presenta marcadas pendientes, con elevaciones y depresiones en la ciudad, que obligan al empleo de estaciones de bombeo para

superar los obstáculos antes referidos y así poder llevar la totalidad de los flujos estimados hasta el sitio propuesto de emplazamiento de la planta de tratamiento del agua residual (PTAR).

Se contemplan, dos estaciones de bombeos principales (EBAR 1 y 2) y dos secundarias (EBAR 3 y 4), para la recolección de las aguas residuales provenientes de la ciudad, además de dos estaciones de bombeo en la PTAR nueva.

Se tomará en cuenta en el diseño de las estaciones de bombeo, la Guía Técnica de INAA, adicional a la Guía, se aceptarán los siguientes parámetros para el diseño de la línea de impulsión, volúmenes de cárcamos y equipo de bombeo a utilizar:

- Velocidad máxima del agua en líneas de impulsión: 2 m/s.
- Tiempo de retención en el diseño de cárcamos de bombeo: Igual o menor a 30 minutos.
- Diámetro mínimo en líneas de impulsión: 75 mm, para caudales menores o iguales a 6 l/s.
- Siempre considerando a la entrada de estas EBAR's una rejilla manual (Tabla 9).

EBAR	Coordenadas de ubicación	Descripción
1	X= 661884.08 Y=1368939.45	<ul style="list-style-type: none"> • Estará ubicada en las instalaciones de la actual planta de tratamiento de Camoapa. • Será encargada de trasvasar los flujos de la mayor parte del área Noreste y Sureste de la ciudad hacia el PVS B-1015. • A partir del PVS B-1015, los flujos continuarán por gravedad a las instalaciones de la planta de tratamiento, para el primer período del proyecto. • Para el primer período del proyecto (2022-2031), funcionarán tres bombas (dos en operación y una en reserva), con capacidad individual de 20 l/s. • Para el segundo período (2032-2041), funcionarán cuatro bombas (tres en operación y una de reserva), con capacidad individual de 20 l/s. • La potencia del motor a utilizar en ambos períodos será de 40 Hp.
2	X= 661513.70 Y=1369067.89	<ul style="list-style-type: none"> • Recogerá los flujos generados en los sectores complementarios Noroeste y Suroeste de Camoapa y los enviará hacia el PVS B-1015. • Para el primer período del proyecto (2022-2031), funcionarán tres bombas (dos en operación y una en reserva), con capacidad individual de 25 l/s. • Para el segundo período (2032-2041), funcionarán cuatro bombas (tres en operación y una de reserva), con capacidad individual de 25 l/s. • La potencia del motor a utilizar en ambos períodos será de 45Hp.
3	X= 662437.49, Y= 1368889.23	<ul style="list-style-type: none"> • Se consideran el emplazamiento de cada una de ellas, en las estructuras de PVS donde confluyen los caudales que deberán de realizar su levante y serán ya sea prefabricadas o construidas en el sitio.
4	X= 660009.92 Y= 1369011.85	<ul style="list-style-type: none"> • Serán instaladas para el segundo período (2032-2041), dos bombas con capacidad individual de 1.5 l/s y dos bombas con capacidad individual 0.4 l/s, respectivamente. • La potencia del motor a utilizar en ambos períodos será de 2 y 0.5Hp, respectivamente.

Tabla 9: Características y funcionamiento de los colectores principales

2.1.2.3 Criterios de diseño redes de recolección sanitaria

2.1.2.3.1 HORIZONTE DE DISEÑO

El período de diseño a utilizar para el dimensionamiento de la solución del sistema rehabilitado, mejorado y ampliado de alcantarillado sanitario de la ciudad Camoapa es de 20 años. El horizonte de diseño solicitado tiene como límite el año 2041.

2.1.2.3.2 PERÍODO DE DISEÑO

En la Tabla 10 se presenta el período de diseño para los componentes de las redes de recolección del sistema de alcantarillado sanitario.

Componente	Años
Colectores y redes	10
Estaciones de bombeo, obras civiles	20
Estaciones de bombeo, electromecánica	10
Planta de tratamiento de aguas residuales	20

Tabla 10: Período de diseño

2.1.2.3.3 ÁREAS DE PROYECTO

El casco urbano de la ciudad de Camoapa tiene una superficie total de 281.24 m² y compuesto por 14 barrios distribuidos en tres zonas, donde habitan un total de 18,516 habitantes en 4,697 viviendas (Tabla 11). En el total de viviendas se incluyen 4,451 viviendas ocupadas y 246 viviendas desocupadas, en venta o alquiler.

No.	Zona	Barrio	Cantidad de habitantes	Cantidad de viviendas	Área por barrio (ha)	Densidad (hab/Ha)	Densidad (viviendas/Ha)
1	1	San Martín	3,824	983	71.92	53.17	13.67
2	1	Francisco Álvarez	874	231	11.05	79.10	20.90
3	1	Lotificación San Francisco	498	133	10.84	45.94	12.27
4	1	Nuevo Amanecer	702	175	6.4	109.69	27.34
5	1	Ramón Obando	1,077	292	11.25	95.73	25.96
6	2	Concepción 2	333	79	2.61	127.59	30.27
7	2	José Dolores Estrada	972	255	21.32	45.59	11.96
8	2	Rigoberto López Pérez	1,669	422	30.16	55.34	13.99
9	2	Concepción	2,572	661	34.6	74.34	19.10
10	2	3-80	433	89	4.33	100.00	20.55
11	3	Pancasán	1,246	312	14.62	85.23	21.34
12	3	Pedro J. Chamorro	3,496	843	48.51	72.07	17.38
13	3	Gaspar García	790	214	8.75	90.29	24.46
14	3	Lotificación Sándigo	30	8	4.88	6.15	1.64
Total			18,516	4697	281.24	65.84	16.70

Tabla 11: Zonas y barrios del casco urbano de Camoapa

Las áreas de proyecto serán:

- Las redes del sistema de alcantarillado sanitario, que estarán ubicadas en las calles de la ciudad de Camoapa (281.24 m² de superficie) con cobertura actual de redes de agua potable
- El emplazamiento del nuevo sistema de tratamiento, que estará ubicado en el predio de 18,920.777 m² de superficie, donde se proyecta su construcción, el cual mejorará fuertemente las condiciones de salud y de vida de la población beneficiada.

2.1.2.3.4 TIPO DE SISTEMA DE RECOLECCIÓN

El sistema de alcantarillado será simplificado y convencional, separativo, cuyos flujos drenan por gravedad y por bombeo que contempla, la proyección de dos estaciones de bombeos principales (EBAR 1 y 2) y dos secundarias (EBAR 3 y 4), con una red de cuatro subcolectores y tres colectores principales.

La descarga será hacia una estructura PVS denominada B-1015, desde la cual, los flujos continuarán por gravedad hacia el predio de 18,920.777 m², donde se proyecta el emplazamiento de las instalaciones del nuevo sistema de tratamiento (PTAR).

2.1.2.3.5 MÉTODO DE PROYECCIÓN POBLACIONAL

Para la estimación de la población de diseño, se utilizó el método de tasa de crecimiento geométrico, bajo las consideraciones de la “Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales” del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA).

La población base es de 18,516 habitantes, la cual corresponde a la determinada en el área de estudio por ICA durante la fase de diagnóstico en el año 2019.

2.1.2.3.6 TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

Fue determinada tomando como base los censos nacionales de población y respetando lo establecido en la norma del INAA. La tasa de crecimiento a aplicar estará en el rango de 2.5% a 4.0%, y será aplicada de forma constante durante el período de diseño. Como se observa en la Tabla 12, la población beneficiaria al fin del período de diseño, es estimada en 31,877 habitantes.

No.	Año	Población total (habitantes)	No.	Año	Población total (habitantes)
	2019	18,516			
	2020	18,979			
	2021	19,453			
1	2022	19,940	11	2032	25,525
2	2023	20,438	12	2033	26,163
3	2024	20,949	13	2034	26,817
4	2025	21,473	14	2035	27,487
5	2026	22,010	15	2036	28,174
6	2027	22,560	16	2037	28,879
7	2028	23,124	17	2038	29,601
8	2029	23,702	18	2039	30,341
9	2030	24,295	19	2040	31,099
10	2031	24,902	20	2041	31,877

Tabla 12: Proyección de población de Camoapa en el horizonte de diseño (Tasa 2.5%)

2.1.2.3.7 CAUDAL DE DISEÑO DE ALCANTARILLADOS SANITARIOS

Para la obtención del caudal de diseño de aguas residuales, se atiende a lo prescrito en la “Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales” del INAA.

2.1.2.3.8 DOTACIÓN DE AGUA POTABLE

Para la determinación de los caudales generados de aguas residuales, se utilizará las dotaciones de agua potable establecidas en las “Normas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de las Aguas (NTON 09003 - 99)”.

La dotación de agua potable a utilizar será la correspondiente a sistemas de agua potable urbano, según los rangos de población establecidos en las mismas.

De acuerdo con el numeral 3.3.2 de la Guía de Alcantarillado Sanitario del INAA, el consumo comercial, público o institucional, e industrial será una fracción determinada del consumo medio doméstico (Tabla 13).

Consumo	Porcentaje
Comercial	7
Público institucional	7
Industrial	2

Tabla 13: Factores de consumo comercial, público e industrial

2.1.2.3.9 GASTO MEDIO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS.

Se estimará aplicando un factor de retorno del 80% de la dotación del consumo de agua de potable.

2.1.2.3.10 GASTO MÍNIMO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS.

El gasto mínimo a ser captado por los sistemas de alcantarillado sanitario será igual a 1/5 del gasto medio. El valor mínimo de caudal a considerar en los tramos cabeceros es de 1.5 l/s, que representa el flujo de descarga de un inodoro sanitario.

2.1.2.3.11 GASTO MÁXIMO DE AGUAS RESIDUALES

Se obtendrá haciendo uso del Factor de Harmon (FH), que se define como:

$$FH = 1 + \frac{14}{4 + P^{1/2}}$$

$$Q_{m\acute{a}x} = \left(1 + \frac{14}{4 + P^{1/2}} \right) \times Q_m$$

Donde:

Q_{máx} : Gasto máximo de aguas residuales

P : Población servida en miles de habitantes

Q_m : Gasto medio de aguas residuales domésticas

2.1.2.3.12 GASTO DE INFILTRACIÓN

El caudal por estimar será de 2 l/hora/100 m de tubería plástica, por cada 25 mm de diámetro y para tuberías con juntas flexibles se asignará un gasto de 5,000 l/ha/día.

2.1.2.3.13 GASTO DE DISEÑO

El gasto de diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario permitirá el transporte de los caudales picos, según la siguiente ecuación:

$$Q_d = Q_{m\acute{a}x} + Q_{inf} + Q_{com} + Q_{inst} + Q_{ind}$$

Donde:

Q_d : Gasto de diseño

Q_{inf} : Gasto de infiltración

Q_{com} : Gasto comercial

Qinst : Gasto institucional o público

Qind : Gasto industrial

En el **Apéndice 1**, Se presenta el resumen, los datos determinantes para el diseño del proyecto: caudal de diseño de aguas residuales, dotación de agua potable; gasto medio, mínimo y máximo de aguas residuales; gasto de infiltración, etc.

2.1.2.3.14 HIDRÁULICA DE LAS ALCANTARILLAS

1. Coeficiente de rugosidad

En la Tabla 14, se indican los valores del coeficiente de rugosidad “n” de Manning, correspondientes a los materiales propuestos para las tuberías.

Características	Descripción	
	Material	Coeficiente “n”
Valores del coeficiente de rugosidad “n”	Polivinilo (PVC)	0.009
	Fundición Dúctil (HFD)	0.012
Diámetro mínimo para red de recolección		150 mm
Diámetro mínimo para conexiones domiciliarias		100 mm
Pendiente longitudinal mínima	La pendiente longitudinal mínima será aquella que produzca una velocidad de auto lavado, la cual se podrá determinar aplicando el criterio de la Tensión de Arrastre, según la siguiente ecuación $F = W R S$	Donde: F: Tensión de arrastre en Pa W: Peso específico del líquido en N/m ³ R: Radio hidráulico a gasto mínimo en m S: Pendiente mínima en m/m Se recomienda un valor mínimo de $f = 1$ Pa Los tramos cabeceros se diseñarán con un caudal de diseño mínimo de 1.5 l/s, que representa el flujo de la descarga de un inodoro sanitario.
Pérdida de carga adicional	Para todo cambio de alineación sea horizontal o vertical se incluirá una pérdida de carga igual a $0.25 (V_m)^2/2g$ entre la entrada y la salida del pozo de visita sanitario (PVS) correspondiente, no pudiendo ser en ninguno de los casos, menor de 3 cm.	
Velocidad máxima	La velocidad máxima permisible	3.0 m/s.
Tirante máximo	Para tuberías hasta de 375 mm	50% del diámetro.
	Para tuberías mayores de 375 mm	80% del diámetro.

Tabla 14: Características hidráulicas del sistema de alcantarillado

2.1.2.3.15 CAMBIO DE DIÁMETRO Y RELACIÓN DE CALADOS

El diámetro de cualquier tramo de tubería, deberá ser igual o mayor que el diámetro del tramo aguas arriba y, por ningún motivo, podrá ser menor. En el caso de que en un pozo de visita descarguen dos o más tuberías, el diámetro de la tubería de salida deberá ser igual o mayor que el de la tubería de entrada de mayor diámetro.

En los cambios de diámetro, deberán coincidir los puntos correspondientes a los 8/10 de la profundidad de ambas tuberías. En el caso de que en un pozo de visita descarguen dos o más tuberías, deberán coincidir los puntos correspondientes a los 8/10 de la profundidad de la tubería de entrada a nivel más bajo y el de la tubería de salida.

2.1.2.3.16 ÁNGULOS ENTRE TUBERÍAS

En todos los pozos de visita o cajas de registro, el ángulo formado por la tubería de entrada y la tubería de salida deberá tener un valor mínimo de 90° y máximo de 270°, medido en sentido del movimiento de las agujas del reloj y partiendo de la tubería de entrada.

2.1.2.3.17 COBERTURA SOBRE TUBERÍAS

En el diseño se deberá mantener una cobertura mínima sobre la corona de la tubería en toda su longitud, de acuerdo con su resistencia estructural, y que facilite el drenaje de las viviendas hacia las recolectoras, debiendo ser como mínimo 1.10 m en tramos cabeceros, en aquellas calles que no haya incidencia de tráfico vehicular.

Si por salvar obstáculos o por circunstancias muy especiales, se hace necesario colocar la tubería a pequeñas profundidades, la tubería será encajonada en concreto simple con un espesor mínimo de 0.15 m alrededor de la pared exterior del tubo.

2.1.2.3.18 UBICACIÓN DE LAS ALCANTARILLAS

En las vías de circulación dirigidas de Este a Oeste, las tuberías se deberán ubicar al Norte de la línea central de la vía. En las vías de circulación dirigidas de Norte a Sur, las tuberías se deberán situar al Oeste de la línea central de la vía.

En caso de pistas de gran anchura se deberán colocar dos líneas, una en cada banda de la pista. Las alcantarillas se deberán instalar debajo de las tuberías de agua potable y con una separación mínima horizontal de 1.50 m. En el caso de conservarse la tubería existente, se mantendrá en lo posible el trazado del colector a rehabilitar, con la finalidad de minimizar los daños.

2.1.2.3.19 POZOS DE VISITA SANITARIOS (PVS)

1. **Ubicación:** Se deberán ubicar pozos de visita (PVS) o cámaras de inspección, en todo cambio de alineación horizontal o vertical, en todo cambio de diámetro, en las intersecciones de dos o más alcantarillas, en el extremo de cada línea cuando se prevean futuras ampliaciones aguas arriba. En caso contrario, se deberán instalar "registros terminales" (cleanout).
2. **Distancia máxima entre pozos de visita:** El espaciamiento máximo entre PVS deberá ser de 100 m.
3. **Características de los pozos de visita sanitarios (PVS):**
 - El PVS podrá ser construido totalmente de concreto, o con el cuerpo de ladrillo cuarterón apoyado sobre una plataforma de concreto. En el caso que el cuerpo sea de ladrillo, éste deberá repellarse con mortero interna y externamente para evitar la infiltración en ambos sentidos.
 - Para pozos de visita con profundidades hasta de 3.70 m, se podrá utilizar pozos de visita de ladrillo de una pared.
 - Para pozos de visita con profundidades entre 3.70 y 6.00 m, se podrán utilizar pozos de visita de doble pared de ladrillo.
 - Para pozos con profundidades mayores a 6.00 m se utilizará pozos de visita de concreto reforzado.
 - El diámetro interno (D) del pozo será:
 - 1.20 m para alcantarillas con \varnothing 750 mm y menores.
 - Para alcantarillas con diámetros mayores de 750 mm, D deberá ser igual al $\varnothing + 600$ mm.
 - Todo PVS deberá estar provisto en la parte superior de una tapa que permita una abertura de 0.60 m de diámetro, la cual deberá estar dotada de dos orificios de 0.03 m de diámetro, para que se escapen los gases.

- Para alcantarillas con diámetros de 200 mm y menores, con profundidades de rasante de tubos hasta un máximo de 1.80 m, podrán usarse dispositivos de visita cilíndricos (DVC). Estos consisten en tubos de concreto precolado con diámetro interno de 760 mm.
 - Para profundidades de rasante de tubos de 0.60 m a 1.00 m se usarán cajas de registro sanitarias.
 - Para cualquiera de las cámaras de inspección que se use, el pasaje del agua a través de ella deberá efectuarse mediante canales (mediacañas) que vayan en la dirección de la entrada de los tubos aguas arriba y en la salida aguas abajo.
 - Estos canales deberán tener la sección del tubo de entrada en la parte superior y la sección del tubo de salida en la parte inferior. El acabado deberá ser totalmente fino y se redondeará la intersección de la superficie del fondo del pozo con la del canal.
 - El fondo del pozo deberá tener un acabado fino, con pendiente transversal hacia los canales no menor del 2%. Todas las aristas vivas deberán ser redondeadas.
 - El pozo de visita estará provisto en su interior, de peldaños con diámetro no menor de 15 mm de aleación de aluminio, separados verticalmente 0.30 m.
4. **Pozos de visita con caída:** Se utilizará pozos de visita con caída cuando la altura entre el fondo del pozo de visita y el fondo de la tubería de entrada sea mayor de 0.60 m.

2.1.3 Sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas y obras conexas

El sistema de tratamiento de la ciudad de Camoapa, estará compuesta por un pre tratamiento, UASB, tamiz de tambor, tamiz de disco, desinfección UV y lechos de secado, los cuales describen en la Tabla 15.

Componentes	Descripción
Tratamiento preliminar o pretratamiento	Está compuesto por un pozo de gruesos, rejas, desarenador, desengrasador y tamiz estático.
Reactor anaeróbico de flujo ascendente (UASB)	Consistirá en dos compartimentos, sedimentación y digestión.
Proceso de tratamiento secundario (Tamiz de tambor y tamiz de disco)	El efluente del reactor UASB será tratado primeramente por tamices de tambor y luego por tamices de discos con el fin de disminuir la cantidad de sólidos a menos de 20 mg/L.
Proceso de tratamiento terciario (Desinfección UV)	Las aguas residuales serán sometidas al proceso de desinfección UV por medio de lámparas de arco de baja presión de mercurio.
Lechos de secado	Los lodos provenientes de los UASB, desengrasador, tamices de tambor y tamiz de disco serán dispuestos en lechos de secado.

Tabla 15 Componentes del nuevo sistema de alcantarillado sanitario

En el **Apéndice 2** se presenta el flujograma de todo el proceso de tratamiento de las aguas residuales.

2.1.3.1 Obras de pretratamiento

Las obras del sistema de pretratamiento se presentan en la Tabla 16.

Componentes	Descripción
Estructura de entrada	Del último PVS del sistema de recolección saldrá un tubo circular o colector de 450 mm PVC F-949, que descargará a un pozo de gruesos
Pozo de gruesos	Consiste en una estructura rectangular en donde debido al periodo de retención se disminuye la velocidad de desplazamiento del agua, depositándose en su fondo sólidos de gran tamaño, además de eliminar grandes cantidades de arena que podrían afectar las estructuras siguientes, tales como estaciones de bombeo y sobrecarga de desarenadores. Tiene como dimensiones 4 m de largo y 2.5 m de ancho, con una altura útil de 1.90 m.
Rejas de tipo manual	Tendrá como función la retención de sólidos mayores de 0.035 m que no puedan removerse en el pozo de gruesos. La reja será de barras rectangulares de acero inoxidable de 0.025 m con una inclinación de

Componentes	Descripción
	45 grados con respecto a la horizontal. Los sólidos retenidos serán depositados temporalmente en una bandeja de acero inoxidable, mientras son trasladados al sitio de disposición final.
Desarenador	Consistirá en un desarenador de flujo horizontal de 10 m de largo y dos cámaras, las que funcionarán simultáneamente. La velocidad horizontal estará en el rango de 0.20 a 0.30 m/seg, lo que asegurará que las partículas discretas de diámetros mayores o iguales a 0.20 mm puedan sedimentarse en la tolva de arena.
Desengrasador	Será del tipo de separador de grasas y aceites por gravedad (no mecanizada). Consistirá en dos cámaras, de 4.30 m de ancho cada una y 7.70 m de largo, de tal forma que cuando una de las cámaras esté en mantenimiento, la otra pueda operar con la capacidad del caudal de diseño. El objetivo de la trampa de grasas será la retención de grasas y aceites.
Tamiz estático	Antes que las aguas residuales ingresen al reactor anaeróbico de flujo ascendente (UASB), serán tratadas por un tamiz estático, el cual consistirá en un módulo de dos rejillas inclinadas auto limpiante con una abertura de 0.12 mm a 2.5 mm. Las rejillas trabajarán en paralelo. De esta forma cuando el fluido cargado con partículas sólidas pasa a través de la malla del tamiz se efectúa dicha separación, pasando el agua a través de la malla y el sólido siendo expulsado en la parte delantera de la malla.

Tabla 16: Componentes del nuevo sistema de alcantarillado sanitario

2.1.3.2 Canaleta Parshall

Se instalarán dos canaletas Parshall de 0.235 m de garganta y 1.63 m de largo. La primera se instalará aguas abajo del desengrasador y la segunda aguas abajo del canal de desinfección. Ambas canaletas tendrán la capacidad de medir el caudal de diseño de 132.75 l/seg.

2.1.3.3 Tratamiento primario – secundario- terciario

El sistema de tratamiento primario-secundario-terciario se va a implementar en dos etapas, las cuales se describen a continuación:

1. Para el periodo 2022-2031:
 - Serán construidos dos UASB, será rectangular con dimensiones de 18 m de largo x 8.5 m de ancho.
 - Para caudal medio entre un valor 0.5 a 0.7 m/h y para un caudal máximo entre 0.9 a 1.1 m/h.
 - Serán instalados dos tamices de tambor en paralelo de 2.035 m de largo por 1.39 m de diámetro, para tratar un caudal medio de 21 l/seg cada uno.
 - Serán instalados dos tamices de tambor en paralelo de 3.69 m de largo por 2.30 m de diámetro, para tratar un caudal medio de 21 l/seg cada uno.
 - Las aguas residuales serán sometidas al proceso de desinfección UV por medio de lámparas de arco de baja presión de mercurio, con longitud de onda de 253.7 nm, rango óptimo para el efecto germicida.
 - Con este sistema de tratamiento se proyecta obtener una calidad de efluente que cumpla con el Decreto 21-2017 en el que se establecen las “Disposiciones para el Vertido de Aguas Residuales Domésticas Tratadas a Cuerpos Receptores”. El valor esperado de DBO a obtener en el efluente final es de 18.88 mg/l y el de coliformes fecales de 1.0×10^3 NMP/100 ml., ambos cumplen con el Decreto 21-2017, artículos 26 y 24, respectivamente.
2. Para el periodo 2032-2041:
 - Será construido un UASB, con las mismas dimensiones de los primeros.
 - La velocidad ascendente para caudal medio será de 0.52 m/h y para caudal máximo será de 1.06 m/h
 - Serán instalados dos tamices de tambor en paralelo de 3.5 m de largo por 2 m de diámetro, para tratar un caudal medio de 21 l/seg cada uno.
 - Un tamiz de tambor a tratar un caudal medio de 21 l/seg.
 - Un solo tamiz de disco para tratar también un caudal medio de 21 l/seg.

- las aguas residuales serán sometidas al proceso de desinfección UV por medio de lámparas de arco de baja presión de mercurio, con longitud de onda de 253.7 nm, rango óptimo para el efecto germicida.
 - El valor esperado de DBO a obtener en el efluente final es de 18.88 mg/l y el de coliformes fecales de 1.0×10^3 NMP/100 ml, ambos cumplen con el Decreto 21-2017, artículos 26 y 24, respectivamente.
 - Los lodos serán dispuestos en el lecho de secado 3, que deberá ser construido en el año 2031
3. El reactor UASB, es del tipo completamente mezclado para el agua (algunos postulan que es del tipo "semipistón"), de flujo ascendente:
 - El tratamiento ocurre al atravesar el agua residual la biomasa acumulada en el fondo del reactor, produciéndose gas durante el proceso, arrastrando en su flotación la biomasa que lo produce.
 - Por lo anterior, es necesario un separador Gas-Sólido-Líquido, SGSL, que separe el agua tratada del gas y los sólidos. El reactor obliga al líquido a un flujo pistón ascendente y descendente, a través de una biomasa parcialmente retenida por un medio.
 - Las partículas de gas serán conducidas a una antorcha de quemado de gases mediante tubos de 4"
 - El reactor está abierto al aire, con el fin de facilitar la evacuación de los gases producidos en el digestor anaerobio, principalmente el CH₄. Con este tipo de tratamiento se espera una remoción de DBO del 65-80% y DQO de 60-80%.
 - Después de que el efluente del UASB pase por el tamiz giratorio y el filtro de disco, las aguas estarán adecuadas en cuanto a la cantidad de SST (<20 mg/L), para ser sometidas a desinfección por radiación UV y cumplir con el decreto 21-2017, artículo 24 (Valor Máximo Permisible para Coliformes Fecales de 1.0×10^3 NMP/100 ml).
 4. Los lodos almacenados en el reactor UASB, desengrasador, tamices de tambor y de discos, serán dispuestos en lechos de secado que se ubicarán en el mismo predio de tratamiento.
 5. El sistema de tratamiento por medio de Reactores Anaeróbicos de Flujo Ascendente (UASB), tamices de tambor y de discos y desinfección UV, asegurará el cumplimiento de las Normas de Vertidos del Decreto 21-2017, arto 24 y 25 ya mencionados. En la Tabla 17 se puede observar los diferentes valores de contaminación, a través de cada proceso de tratamiento, hasta cumplir con la norma del decreto 21-2017.

Tipo de Tratamiento	Parámetros	Norma Decreto 21-2017 (Arto. 25)	Valores de agua cruda	% de remoción de contaminantes				
				Desengrasante	UASB	Tamiz de tambor	Tamiz de discos	Desinfección UV
UASB + Tamiz de Tambor + Tamiz de Discos + Desinfección UV	DBO (mg/L)	110	441.49	Despreciable	76	20	20	Despreciable
	DQO (mg/L)	220	854.23	Despreciable	67	20	20	Despreciable
	SST (mg/L)	100	292.13	Despreciable	79	20	75	Despreciable
	NT (mg/L)	45	48.62	Despreciable	12	20	0	Despreciable
	PT (mg/L)	15	7.67	Despreciable	12	20	0	Despreciable
	Aceites y Grasas (mg/L)	20	46.24	70	70	0	0	Despreciable
	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	1000	$1.57E+08$	Despreciable	0	0	0	99.90

Tabla 17: Remociones de contaminantes en cada proceso de la PTAR

2.1.3.4 Lechos de secado para tratamiento de lodos

- Los lodos provenientes de los UASB, de los desengrasadores, tamices de tambor y tamices de discos serán dispuestas en lechos de secado.
- Para el periodo 2022-2031 se han propuesto dos lechos de secado de 30 m de largo y 15 m de ancho cada uno, con una altura de aplicación de 0.80 m.
- Para el año 2031, entrará en funcionamiento un tercer lecho de secado de igual dimensión al del primer periodo.

2.1.3.5 Descarga de efluente final a cuerpo receptor

- El efluente final tratado del sistema de tratamiento de ambos periodos de diseño será inicialmente descargado en una caja de aguas desinfectadas, la que posteriormente descargará al PVS R3, y a partir de este PVS por medio de tubería de 375 mm PVC hacia el punto de vertido, ubicado a 262.61 m de este PVS.
- El efluente tratado descargará sobre un manto de rocas cuya diferencia de elevación entre la tubería de descarga y el cuerpo receptor/quebrada es de 2.50 m. En la Figura 5 se observa el punto de descarga, que constituye el inicio de la formación de un cauce. La diferencia de nivel entre la parte superior y la inferior del cauce en ese punto es de aproximadamente 2.5 m de altura.



Figura 5: Punto de descarga de las aguas residuales

- Las aguas de este pequeño cauce escurrirán hacia las quebradas La Paridas, la cual después de un recorrido de aproximadamente 440 m descargará en el río La Chingastosa, que es donde actualmente se descarga el efluente de la PTAR de Camoapa. Las coordenadas de este punto se muestran en la Tabla 18.

X	Y	Z
662059.54	1368492.54	514.00 msnm

Tabla 18: Coordenadas de ubicación del punto de descarga de la actual PTAR

2.1.3.6 Obras de protección contra inundaciones

No se contemplan obras de protección ya que, en general las amenazas del municipio de Camoapa son catalogados como medias, tales como sismos, huracanes, sequías, deslizamientos en la zona rural e inundaciones urbanas, y el emplazamiento del proyecto, no es vulnerable a las amenazas naturales.

2.1.4 Cronograma de ejecución

El cronograma de las actividades de construcción de los componentes del proyecto de alcantarillado sanitario durará dos años, cuyos detalles se presentan en el **Apéndice 3**.

2.2 DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DEL PROYECTO

En el **Apéndice 4** se presenta el plano de distribución del alcantarillado sanitario de acuerdo con los diferentes períodos de construcción. El **Apéndice 5** muestra el esquema de tensión tractiva de colectores y subcolectores.

En el **Apéndice 6** se presenta el plano de la planta de tratamiento, con la secuencia de las fechas de construcción de los componentes. En la Tabla 19 se muestran las áreas de los predios y constructivas de los principales componentes del proyecto.

Componentes	Área terreno (m ²)	%	Área constructiva (m ²)	%	Observaciones
Casco urbano	2,812,400				
PTAR	18,920.78	85.12	4,917.29	97.22	Parqueo
EBAR 1	3,249.84	14.62	83.86	1.66	Anterior predio de la PTAR que se está reutilizando
EBAR 2	57.51	0.26	39.36	0.78	
EBAR 3			8.82	0.17	Están localizadas al margen de la calle, no ocupan terreno
EBAR 4			8.82	0.17	
Total	22,228.13	100	5,058.15	100	

Tabla 19: Área de los terrenos e infraestructura

2.3 PRINCIPALES INSUMOS DE MATERIALES QUE SE USARÁN EN LAS DISTINTAS ETAPAS DEL PROYECTO

2.3.1 Requerimientos de insumos en la etapa de construcción

El alcance del proyecto “Mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Camoapa”, se describe en el **Apéndice 7**. El **Apéndice 8** contiene los componentes, las actividades y cantidades en obras y materiales que se utilizarán en su construcción. En los subtemas consecutivos se describen los materiales y su procedencia, así como la maquinaria y equipo requeridos para llevar a cabo la construcción del proyecto.

2.3.1.1 Procedencia de los materiales

La Tabla 20 indica la procedencia de los materiales que se utilizarán para construir el proyecto. Previo al inicio del proyecto se deberá de disponer los materiales para cada etapa de desarrollo, principalmente aquellos que son importados, para evitar atrasos en la construcción.

Materiales	
Importados	Locales
Equipos de bombeo	Arena
Accesorios de HFD de la tubería de impulsión de bombas	Piedrín
Arrancadores eléctricos	Cemento

Materiales	
Importados	Locales
Variador de velocidad	Madera
Tuberías y accesorios de PVC	Clavos
Tapas de pozos de visita de polietileno	Alambre de amarre
Cuchara bivalva (grúa/draga),	Agua
Varillas de acero de refuerzo	Adoquines
Planta de generación eléctrica	Piedra cantera
Combustible y aceites	
Canaleta Parshall	
Banco de transformadores	
Línea de alimentación eléctrica primaria y secundaria.	

Tabla 20: Procedencia de materiales a incorporar en el proyecto

2.3.1.2 Materiales a utilizar

El suministro de los materiales será principalmente a través de las ferreterías de la ciudad de Managua, debido a que están abastecidas y los precios para adquirir los son menores. La compra en los departamentos se incluye el precio del transporte y los costos agregados de comercialización. En el caso de los agregados su adquisición se realizará en el sitio que cumpla con las características definidas en el documento base de licitación pública (DBL).

En la Tabla 21 se presentan los principales materiales a utilizar para la construcción del proyecto. En el **Apéndice 8** se muestran con mayor detalle los requerimientos de materiales.

Materiales	
Acero de refuerzo	Grava
Acero estructural	Hierro
Adoquines	Ladrillo trapezoidal
Agua para compactación	Madera de pino
Alambre amarre	Piedrín
Arena	Piedra cantera
Cal	Rejilla de aluminio
Canaleta Parshall fibra de vidrio	Silleta PVC
Cemento	Tapa y aro de polietileno
Clavos de 1-1/2" (222 u/lb)	Tubería PVC F- 949
Codo PVC	Tubería PVC F- 949
Formaleta	Uniones flexibles o de empaque de goma.
Formaleta Symons	

Tabla 21: Materiales a utilizar en el proyecto

2.3.1.3 Forma de almacenamiento

La forma de almacenamiento de los materiales es de gran importancia para asegurar la calidad de los materiales según las características químicas y ambientales del espacio de almacenamiento. Algunas de las precauciones deben estar acorde con las pautas establecidas en las normas técnicas, por ejemplo, así como del área de la bodega. Lo relevante es tener todo planeado y controlado para evitar que el material se eche a perder (Tabla 22).

Materiales	Forma de almacenamiento
Cemento Portland de tipo I (normal) de conformidad con ASTM C-150	En bodega seca, sobre tarimas de madera en estibas de no más de diez (10) sacos, en capas formando hileras trabadas, sobre pallets o superficies que permitan una adecuada ventilación.

Materiales	Forma de almacenamiento
Agregados	Deben ser clasificados según su tamaño y deben ser almacenados en forma ordenada para evitar que se ensucien, se revuelvan o se mezclen con materiales extraños. Deben de cubrirse con plástico y colocarlos en sitios en donde no estén expuestos al drenaje pluvial.
Madera, tuberías y cañerías	Colocarse en estanterías con repisas entre 0,60 m y 1,60 m. Los tubos o materiales de forma redondeada, han de apilarse necesariamente en capas separadas mediante soportes intermedios y elementos de sujeción que eviten su desprendimiento
Ladrillos, bloques, adoquines	Ubicarlos en pilas sujetadas, no mayores de 1,80 m de altura, escalonados a partir de 1,20 m

Tabla 22: Almacenamiento de materiales a utilizar en el proyecto

2.3.1.4 Maquinaria y equipo

El estado de mantenimiento y la utilización adecuada de este recurso es determinante en la eficiencia y productividad con la que la propia constructora realiza la obra civil, de la misma forma son una base sólida que interviene directamente en los costos y tiempos de ejecución de la obra. También es importante la disponibilidad de personal capacitado adecuadamente en el uso y manejo de estos. En la Tabla 23, se presenta el tipo y la cantidad de maquinaria y equipo que será utilizado en la construcción del proyecto.

No.	Equipo	Requerimiento	
		Cantidad	Capacidad
1	Tractor de orugas D-6	2	D-6
2	Motoniveladora	2	N/A
3	Cargador Frontal	2	N/A
4	Camión volquete	4	5 m ³
5	Camión pipa (cisterna)	4	1,500 galones
6	Vibrocompactadora	2	N/A
7	Compactadora neumática	2	N/A
8	Camión plataforma	2	4 Ton
9	Retroexcavadora	2	0.5 m ³
10	Bomba achicadora	6	N/A
11	Compactadora manual doble rodillo	3	N/A
12	Compactadora manual (brinquina)	6	N/A
13	Mezcladora de concreto	3	2 sacos
14	Minicargador (Bobcat)	3	N/A
15	Camioneta de tina 4 x 4	2	½ Ton
16	Planta eléctrica con torre de iluminación	1	2000 W
17	Equipo de topografía estación total	2	N/A

Tabla 23 Maquinaria y equipo para desarrollar el proyecto

2.3.2 Requerimientos de herramientas y equipos en la etapa de operación y mantenimiento

En esta etapa del proyecto se utilizarán herramientas y equipos destinados principalmente para darle mantenimiento y limpieza a los componentes del sistema de alcantarillado sanitario. El grupo de personas encargadas de las tareas de los trabajos de mantenimiento, deberá contar como mínimo con los materiales presentados en la Tabla 24.

Actividades	Herramientas y equipo
Limpieza de colectores	Mangueras

Actividades	Herramientas y equipo
	Bombas sumergibles para extraer las aguas atascadas y de las zanjas inundadas.
Limpieza manual de las alcantarillas	Cable flexible de aleación de cobre, aproximadamente de 12 mm, en longitudes variables
	Barras o varillas de acero de 3/8" a 1/2" de diámetro y de 1.0 m. de longitud
	Kit de herramientas para varilla de limpieza
	Picos, palas y herramientas para levantar las tapas, para reparar las tuberías.
	Cuerdas, linternas, escaleras de aluminio tipo telescópico o plegadizo.
	Punta lanza
	Politubo de Ø 3/4 " L 25 m.
	Limpiadores 2 kg.
	Alambre de amarre
	Espejos pequeños
	Escoba pequeña
	Baldes de agua
	Cascos, guantes largos, botas de hule tipo musiera.
Reparación de tubería	Detector de gases.
	Aparato para ventilación.
	Casco y zapatos de seguridad para protección contra impacto
	Vestidos y guantes para protección contra organismos patógenos
	Tapones y cubiertas para los oídos, para usarse en ambiente de mucho ruido y con material contaminante.
Control del nivel del agua.	Aparejo para seguridad, y lámparas para colocarse en la cabeza
	botiquín de primeros auxilios
	Regla graduada
Medición de temperatura en la estructura de entrada	Termómetro.
Limpieza de rejas	Cepillos
Limpieza del desarenador	Palas
Limpieza de canales	Mangueras a presión
	Carretillas.
Remoción del material flotante.	Cesta al final de una vara
Eliminación de maleza	Machetes
Disposición de residuos producto de las acciones de limpieza	Rastrillos
	Carretillas
Tabla 24: Maquinaria y equipo para operación y mantenimiento del proyecto	

Adicionalmente, es muy beneficioso que el equipo de operación y mantenimiento pueda contar con equipos de limpieza específicos para la limpieza de tubería de pequeño diámetro. Estos equipos consisten en varillas de limpieza manual con varios accesorios de limpieza, tales como: ganchos y tirabuzones, raspadores de pared, guías para varillas, etc.

2.4 PRESUPUESTO

El estimado de costo de la construcción de obras del proyecto asciende a US \$ 19.54 millones, según se resume en la Tabla 25.

La primera etapa que cubre el período 2022-2031 requiere de US \$ 16.0 millones, que serán utilizados para la construcción de infraestructura y terrenos.

Las inversiones de la segunda etapa por US \$ 4.15 millones se refieren en su mayoría a la sustitución de equipo electromecánico y ampliación de la planta de tratamiento de aguas servidas PTAR.

No.	Descripción	Total	Etapas 1	Etapas 2
1.0	Construcción de obras	19,505.3	16,059.3	4,154.7
1.1	Colectores y red de recolección	12,004.7	11,320.1	684.6
1.2	Líneas de impulsión	170.7	122.2	48.5
1.3	Estaciones de bombeo en red de recolección	1,264.6	821.7	442.9
1.4	Planta de tratamiento de agua residual (PTAR)	6,065.3	3,795.3	2,270.0
1.5	Soluciones individuales	708.7		708.7
2.0	Terrenos	37.9	37.9	
Total		19,543.2	16,097.2	4,154.7

Tabla 25: Costo total del Proyecto

2.5 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS E INDUSTRIALES

2.5.1 Sistema de alcantarillado sanitario

El mantenimiento del sistema de alcantarillado es del tipo correctivo y se enfoca en las tuberías, colectores y cajas de inspección de las conexiones domiciliarias de desagüe. Las actividades de mantenimiento correctivo pueden ser:

1. Reparación puntual de roturas en los colectores principales.
2. Reparación puntual de roturas en las redes de recolección secundaria.
3. Limpieza de tuberías, se produce cuando un tramo de tubería es obstruido por algún objeto o acumulación de sólidos que impiden en forma total o parcial el flujo normal.
4. Limpieza de colectores por acumulación de material grueso.

Sin embargo, el mantenimiento correcto debe ser de carácter preventivo, realizando en primer lugar, inspecciones que permitan determinar la condición del sistema de alcantarillado y para ayudar a la planificación de una estrategia de mantenimiento preventivo:

1. Cambio de redes y conexiones antiguas que presentan alta incidencia de roturas y de atoros.
2. Cambio de colectores en mal estado que permiten el paso de agua de escorrentía pluvial a través de su estructura, originado sobrecargas al sistema.
3. Reemplazo de tapas de colectores y cajas de inspección de conexiones rotas.
4. Colocación de tapas a los buzones y cajas de inspección de las conexiones que no tengan dicho elemento.
5. Inspección y limpieza de tuberías y colectores luego de haber soportado una precipitación y en forma periódica de acuerdo con un programa aprobado.
6. Limpieza de las tuberías y buzones de los colectores con alta incidencia de atoros.
7. Reponer los adoquines removidos bajo las mismas o mejores condiciones existentes
8. Preparar la base con una capa de 20 cm con material afirmado y compactado adecuadamente.
9. Los adoquines removidos deberán ser repuestos bajo las mismas o mejores condiciones

2.5.1.1 Estación de bombeo de aguas negras

Las estaciones de bombeo de aguas residuales deben someterse a inspección y mantenimiento rutinario anualmente entre las cuales se mencionan las siguientes:

1. Retirar los sólidos pesados y otros materiales del cárcamo, que no hayan sido retenidos en el desarenador.
2. Revisión general de los equipos electromecánicos en condiciones operativas, para verificar el sobrecalentamiento, deformación del tablero, caudal menos del esperado, presión de salida de la bomba menor que la esperada.
3. Comprobación del aceite y cambio en caso de que sea necesario.
4. Dependiendo del tipo de bomba, se revisará el impulsor/voluta y se cambian las piezas.
5. Medición de la resistencia del aislamiento del motor en el panel de control
6. Inspección general de la bomba y control de funcionamiento.

2.5.2 Planta de tratamiento de aguas residuales

Para el tratamiento de las aguas residuales domésticas de la ciudad de Camoapa, durante la etapa de factibilidad fue seleccionado el sistema cuyos componentes se describen a continuación: pre tratamiento, UASB, tamiz de tambor, tamiz de discos, desinfección UV y lechos de secado.

Para la caracterizar el agua cruda de Camoapa a tratar, se utilizaron los valores promedios de los parámetros de calidad del agua cruda del afluente de Boaco y Camoapa, obtenidos a través de ENACAL (**Apéndice 9 y Apéndice 10**). Estas aguas son catalogadas como de alta a media: el DBO con un promedio de 441.49 mg/l y los Sólidos Suspendidos Totales con 292.13 mg/l. En la Tabla 26 se presenta el mantenimiento de cada componente del sistema de tratamiento de aguas residuales.

Funciones del tratamiento	Componentes	Mantenimiento	Frecuencia	Requerimientos
Pretratamiento	Estructura de entrada	Inspeccionar el estado de las tubería para evitar obstrucciones en el sistema	Diario	Operador
		Retirar los sólidos que obstruyan el paso del agua residual	Diario	Herramientas
		Mantenimiento y limpieza de tubería	Mensual	Tirabuzón
		Verificar estado de la entrada	Semanal	Operador
	Pozo de gruesos	Extracción de los residuos	Semanal	Cucharas bivalvas
		Almacenar los residuos en contenedores	Semanal	Recipientes
		Llevar residuos al vertedero o incinerar	Semanal	Operador
	Rejas de tipo manual	Limpieza manual de rejas y rejillas retirando el material suspendido	Diario	Operador
		Llevar los residuos sólidos y material a los lechos de secado	Semanal	Operador, palas rastrillos, baldes carretillas
		Darle tratamiento de disposición final a los lodos	Semanal	Empresa que brinda tratamiento
		Pintar rejas, rejillas y accesorios	Semestral	Anticorrosivo, pintura, brocha, cepillos metálico
	Desarenador	Inspección del estado de funcionamiento de los desarenadores	Diario	Operador
		Verificación del grado de sedimentación	Mensual	Operador

Funciones del tratamiento	Componentes	Mantenimiento	Frecuencia	Requerimientos
		Lubricación de compuertas y accesorios	Semestral	Lubricantes
		Retiro de arena y sedimentos	Anual	Palas, baldes, carreterillas
	Trampa de grasas	Limpieza de la grasa y otros residuos acumulados	Semanal	Operador
		Retiro de la grasa y residuos	Semanal	Manguera
	Tamiz estático	Limpieza de las pelusas y fibras textiles	Semanal	Operador
		Retira las pelusas y las fibras textiles	Semanal	Guantes y carretilla
Medición el caudal	Canaleta Parshall	Realizar inspección visual del separador de caudales	Quincenal (Verano) Semanal (Invierno)	Operador
		Desprender y recoger el material retenido en el fondo y en las paredes	Semanal	Balde, y pala cuadrada
		Transportarlo cuidadosamente al lecho de secado	Semanal	Carretilla
		Cepillar el piso y paredes	Semanal	Escoba
		Regular la válvula de ingreso, según inicio de operación de la PTAR	Semanal	Operador
Tratamiento primario	Reactor anaeróbico de flujo ascendente (UASB)	Revisar las tuberías de entrada de que no estén obstruidas.	Diario	Operador
		Retirar los residuos que obstruyan la tubería	Diario	Pala curva o rastrillo
		Lavar la superficie con el agua tratada a presión	Semanal	Manguera
		Realizar purga cuando se encuentre saturado de lodo, dejando una capa de 15-20 cm para iniciar una nueva colonia digestora	Tres años después del arranque	Equipo Vactor
Tratamiento secundario	Tamiz de tambor y de discos	Revisar las características de los lodos para determinar si hay sobrecarga.	Mensual	Operador
		Revisar visualmente todas partes del equipo para determinar si hay mal funcionamiento	Mensual	Operador
		Comprobar el funcionamiento del motorreductor, la bomba y la boyá	Anual	Operador
		Comprobar el desgaste mecánico de las piezas con el movimiento	Anual	Operador
		Las operaciones de mantenimiento o extracción, se realizan con la bomba y el motorreductor apagados	Anual	Operador
Tratamiento terciario	Desinfección UV	Limpieza de las mangas de cuarzo para eliminar el sarro	Anualmente	Vinagre, ácido cítrico o un producto químico
		Reemplazar las lámparas	Una vez cada tres años	Operador, lámparas
		El mantenimiento de los prefiltros	Según las instrucciones del fabricante	Operador

Funciones del tratamiento	Componentes	Mantenimiento	Frecuencia	Requerimientos
Tratamiento de lodos	Lechos de secado	Remover el lodo antiguo	Cuando haya alcanzado la deshidratación	Operador, pala, sacos
		Escarificar y acomodo superficial de lodos	Semanal	Operador, rastrillo y pala
		Reemplazo de arena perdida	Cada seis meses	Operador, arena

Tabla 25: Componentes del nuevo sistema de alcantarillado sanitario

2.6 TIPO Y MANEJO DE LOS PRINCIPALES DESECHOS SÓLIDOS PRODUCIDOS SEGÚN LOS INSUMOS UTILIZADOS EN LAS DISTINTAS ETAPAS DEL PROYECTO

Las actividades a través de las cuales se generarán los residuos sólidos y líquidos en las distintas etapas del proyecto, son al menos tres:

- 1) Preliminares y preparación del terreno.
- 2) Construcción e instalación de sistema de alcantarillado sanitario.
- 3) Construcción e instalación de las estaciones de bombeo de aguas residuales y el sistema de tratamiento de aguas residuales.

2.6.1 Manejo de los desechos sólidos durante la etapa de construcción

Los principales residuos que se generarán durante la etapa de construcción se presentan en la Tabla 27.

Residuos sólidos		
Tipo	Clasificación de los materiales	Manejo
No peligrosos	No aprovechables: Papel higiénico, servilletas, toallas de mano, metalizadas cerámicas, colillas de cigarrillo, poliestireno expandido y material de barrido.	<ul style="list-style-type: none"> • En la bodega y en la oficina los residuos serán recolectados en recipientes con tapas. Serán entregados a camión recolector los días que brinde el servicio de recolección. • En los frentes de trabajo itinerantes para recoger los residuos, se colocarán sacos. Estos serán recolectados cada día y trasladados a un sitio dispuesto en el terreno donde está ubicada la bodega. Posteriormente el servicio de recolección de la alcaldía los trasladará al vertedero. • Aunque se generen residuos que pueden reciclados y reutilizados, no se llevará a cabo la separación en la fuente. • Se estima que diariamente y durante 10 meses se generarán 50 kg de residuos en las obras de la red de alcantarillado y 50 kg en los cuatro meses del proceso constructivo de las obras de la PTAR.
	Biodegradables: Residuos de comida material vegetal	
	Aprovechables: papel bond, papel kraft, cartulina, periódico, cartón, vidrio y plástico (envases, bolsas, vasos, metales, tetra pack).	

Residuos sólidos		
Tipo	Clasificación de los materiales	Manejo
Especiales	Escombros: material vegetal, tierra estéril, suelo y subsuelo de excavación, arenas, gravas, arcillas y limos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición, residuos de mezcla de morteros, cemento, ladrillos, trozos de ladrillo, bloques, cemento, mallas, madera, formaletas, tubos de PVC y similares	<ul style="list-style-type: none"> La tierra generada de las excavaciones será acarreada y almacenada al terreno del beneficiario del proyecto mediante previo acuerdo con un acta de avenimiento. Será colocada previendo que no sea arrastrada por la lluvia y protegida del viento, ya que será utilizada para rellenar las excavaciones. El resto de los escombros se transportará directamente hasta el vertedero municipal, con previa solicitud de autorización de la alcaldía, quien designará el sitio dentro del vertedero, para depositarlos. Su traslado estará a cargo de la empresa contratista Se estima que semanalmente se generará un promedio de una tonelada de desecho de materiales de construcción, durante el plazo constructivo de las obras.
Peligrosos	Pilas, baterías, productos químicos medicamentos, aceites usados (Aceites quemados y paños impregnados de hidrocarburos).	<ul style="list-style-type: none"> Se deberán de seguir las indicaciones de la norma técnica No. 05 015-02, Norma técnica para el manejo y eliminación de residuos sólidos peligrosos, que se muestran en los incisos 6, 7, 8 y 9. En los Apéndices II y III de la norma, se presentan la clasificación de estos. En caso de ocurrir una contingencia, estos residuos peligrosos serían recolectados utilizando equipo de protección personal. <ul style="list-style-type: none"> De acuerdo con el tipo de residuos, estos serán colocados de manera separada en un contenedor con tapa de cierre hermético y dispuestos en el área de almacenamiento temporal. Posteriormente serán trasladados a la empresa que brinda el servicio, para que ellos se encarguen del manejo adecuado. Se calcula que semanalmente aproximadamente se generará un volumen de 2 m³ de residuos peligrosos.
Residuos líquidos		
Domésticos	Aguas residuales generadas de las actividades fisiológicas humanas, que se componen fundamentalmente de desperdicios humanos.	<ul style="list-style-type: none"> En las oficinas del proyecto se dispondrán de instalaciones sanitarias existente en Camoapa. En la bodega y en los frentes de trabajo se utilizarán letrinas portátiles, cuyo servicio se contratará a una empresa, que también se encargará del mantenimiento mediante un contrato de servicio. Estos residuos serán descargados en el sistema de alcantarillado sanitario existente, con una generación de 5 m³/día de aguas residuales.

Tabla 26: Clasificación de los residuos a generarse en la etapa de construcción

2.6.2 Manejo de los desechos sólidos durante la etapa de funcionamiento

El tipo de desechos sólidos que se manejará una vez entre en operación el sistema de tratamiento a implementar corresponde a sólidos gruesos, compuestos principalmente (Tabla 28).

Componente	Tipos de residuos	Manejo
Residuos sólidos domésticos	Área administrativa: papel color, papel blanco, periódico, cartón, vidrio, pet, peld, tetra pak, residuos orgánicos, residuos sanitarios, residuos inertes, cartuchos de tóner, material de escritorio variado y sus envases, cajas o bolsas de leche.	Los residuos serán recolectados en recipientes con tapas. Posteriormente el servicio de recolección de la alcaldía los trasladará al vertedero. Aunque se generen residuos que pueden reciclados y

Componente	Tipos de residuos	Manejo
		reutilizados, no se llevará a cabo la separación en la fuente.
	Área de mantenimiento: EPP usados, cartones, latas de pintura, bolsas de plástico, baterías, toallitas húmedas o trapos impregnados con aceites o lubricantes, envases de alcohol, Zener, combustible, hipoclorito de calcio; bolsas de: sulfato de cobre, sulfato de aluminio, cal de carburo y polímero electrolítico, residuos de cloruro férrico.	Una vez que se han utilizado hacer la separación de los que se pueden reusar y los desechables. Recolectar en recipientes separados rotulados para diferenciarlos. Los reusados serán tratados con desinfectantes durante su proceso de limpieza. Los residuos a desechar se colocan en bolsas rotuladas con el nombre de peligrosos. Estos serán entregados a una empresa autorizada para su tratamiento final.
Pozo de gruesos y las rejillas	Orgánico: Basuras compuestas de plásticos, botellas, toallitas húmedas, animales muertos (ratas) y vísceras (bazofia), residuos de cocina, profilácticos, toallas y tampones higiénicos, pañales; y similares, bolas de jabones, grasas y aceites. Inorgánico: Juguetes y piezas, cubiertos y similares, bisutería en general, grava > 1", pilas y baterías, partes y piezas de equipos eléctricos y electrónicos.	Disponer de dichos residuos en contenedores especiales, los cuales tengan un sistema de diseño para lixiviado y que cuenten con una tapa hermética para que no se cause impactos al ambiente en lo que respecta a la atracción de vectores y emanación de olores. Estos serán entregados a una empresa autorizada para su tratamiento final.
Desarenador de flujo horizontal	Orgánico: Restos finos de comida, Semillas, Fibras (pelusas, cabellos, pelos). Inorgánico: Gravilla y Arenas >0.2mm.	
Desengrasador	Grasas, aceites y gorduras	
UASB, tamices de tambor y biodiscos	Lodos de sedimentación y natas	

Tabla 27: Manejo de los desechos sólidos durante el funcionamiento

2.6.2.1 Manejo de los lodos

2.6.2.1.1 PRODUCCIÓN DE LOS LODOS

Los lodos producidos por el reactor UASB, al igual que en los tamices de tambor, y en los tamices de discos serán enviados al lecho de secado mediante una línea de recolección de lodos. En los efluentes de UASB, los lodos producidos están bien digeridos, siempre que tengan un tiempo de digestión apropiado. Estos lodos se disponen en lechos de secado, y el volumen de lodo está reducido sustancialmente. En la Tabla 29 se muestra el volumen que será producido en el tiempo.

Año	2022	2025	2029	2031	2033	2037	2041
Qmedio (L/seg)	30.08	36.62	40.23	42.19	44.22	48.64	59.99
Qmedio (m3/día)	2,598.55	3,163.73	3,476.22	3,645.36	3,820.97	4,202.64	5,183.24
Población (hab)	19,940	21,473	23,702	24,902	26,163	28,879	31,877
No. de UASB	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Población tributaria de cada UASB (hab)	9,970	10,736	11,851	12,451	13,081	14,439	15,938
Producción de lodos por año (m ³ /año)	398.79	429.46	474.04	498.04	523.25	577.57	637.53

Año	2022	2025	2029	2031	2033	2037	2041
Lodos acumulados por año (m ³ /año)	869.80	1,257.20	3,085.12	4,069.05	5,102.79	7,329.93	9,788.27
Retiro de lodos cada 30 días	33.23	35.79	39.50	41.50	43.60	48.13	53.13

Tabla 28: Volumen de lodo producido en el tiempo

2.6.2.1.2 PROCESO DE MANEJO DE LOS LODOS

Una vez que los lodos sean enviados a los lechos de secado, se inicia el proceso de reducción de humedad en forma natural. Así mismo, una vez estabilizados estos lodos se deberán retirar, para ser utilizados como abono u otro uso o bien trasladarlos al vertedero municipal. Para el manejo ambientalmente adecuado de los lodos generados por el sistema de tratamiento se debe de realizar el siguiente proceso:

1. **Prevención:** La prevención consiste en reducir potencialmente la generación de lodos al reducir la contaminación y uso del agua.
2. **Reúso o revalorización:** El reúso o revalorización del agua y/o contaminantes como de los lodos generados, se puede lograr reciclando el agua, metales u otros materiales residuales generados en los procesos de producción. Lo que no pueda ser revalorizado debe ser dispuesto finalmente de manera ambientalmente adecuada y segura.
3. **Disposición ambientalmente adecuada de los lodos:** para determinar el grado de peligrosidad de los lodos resultantes luego del tratamiento en los lechos de secado, se deberá de realizar análisis de las concentraciones de sus componentes y conocer los límites máximos permisibles de contaminantes contenidos para su aprovechamiento y disposición final.

En el inciso 15 de la Norma técnica obligatoria nicaragüense para regular los sistemas de tratamientos de aguas residuales y su reúso, NTON 05 027-05. Se establece el manejo de los lodos:

- Los generadores previos a la construcción de los STAR y el prestador del servicio deben presentar ante el MARENA o ante INAA según su competencia, para su aprobación, el plan de manejo de los lodos, que incluya al menos la caracterización, estimación de los volúmenes, almacenamiento, tratamiento y disposición final de los mismos.
- Todo generador y prestador del servicio deberá contar con un aval de las autoridades competente para la disposición final de los lodos.
- El generador deberá llevar un registro de la cantidad y calidad del lodo generado en los sistemas de tratamiento, el cual deberá ser remitido cuando estas lo requieran a las autoridades correspondientes.
- Los generadores deberán realizar la caracterización de los lodos antes y después del tratamiento, para su posterior disposición final ya sea como abono orgánico, material para rehabilitación de terrenos, depositados en rellenos sanitarios, incinerados o confinamiento controlado, de acuerdo con las características finales del lodo obtenido.
- Toda persona natural, jurídica pública, privada de una obra, proyecto o actividad responsable o administrativa de sistemas de tratamientos que generen lodos deben de cumplir con lo establecido en esta normativa, en el caso de existir instrumentos regulatorios específicos para el manejo de lodos prevalece la supremacía de los mismo.

2.6.3 Manejo de las aguas pluviales

2.6.3.1 Manejo de aguas pluviales en la etapa de construcción

En todas las áreas en donde se van a construir componentes del proyecto, se realizarán actividades para manejar las aguas pluviales. En los frentes de construcción se colocarán sacos con arena, previa la apertura de las

excavaciones. También se excavarán zanjas para conducir las aguas hacia las áreas, en donde no causen inundaciones.

En el caso que las instalaciones provisionales del proyecto sean ubicadas en un terreno baldío, se deberá diseñar el drenaje pluvial mediante canales temporales que conduzcan el agua fuera del terreno y aprovechando la pendiente natural, para evitar que se formen charcos y afecte las obras constructivas.

2.6.3.2 Manejo de aguas pluviales en la etapa de operación

El manejo de las aguas pluviales en la planta de tratamiento se realizará mediante un canal trapezoidal de sección variable, el cual fue diseñado para conducir el caudal de lluvia del área tributaria de las instalaciones de la PTAR. Para determinar la capacidad, fue necesario determinar el coeficiente de escorrentía que está en función de variables, tales como el uso del suelo, tipo de suelo y pendiente del terreno. El último tramo del canal trapezoidal descargará en una caja de concreto reforzado. Posteriormente las aguas pluviales serán conducidas a través de una tubería de 600 mm (24") PVC de 252.81 m de largo al mismo cuerpo receptor donde se dispondrá el efluente final tratado. El terreno en donde se emplazará la PTAR, no presenta limitaciones por ocasión de inundaciones como efectos de lluvias, en los períodos de análisis y volúmenes de agua estimado, por lo que no debería de existir problema en la operación de la descarga de la PTAR.

2.6.4 Tipo y manejo de sustancias tóxicas, peligrosas y similares o las contempla el proyecto

Durante la etapa de construcción del sistema de alcantarillado sanitario, se utilizará concreto y para su fabricación se emplean aditivos, tales como acelerantes o retardantes del tiempo para su fraguado. En los proyectos de alcantarillado sanitario de ENACAL se permite el uso en la mezcla del concreto, de aditivos apropiados para obtener una mayor plasticidad, densidad y trabajabilidad de la mezcla y para aumentar su resistencia final. Además, debe servir para retardar el fraguado inicial, de acuerdo con las condiciones del clima.

Los aditivos por usarse deberán ser previamente aprobados por el Supervisor y en su empleo se seguirán las recomendaciones del fabricante. El aditivo debe llegar al sitio de construcción en sus envases originales, y cumplir en todo con las especificaciones ASTM C-494, en su última versión. No se podrán usar aditivos que contengan cloruro de calcio. Algunos de los aditivos y cemento, utilizados en el proyecto se presentan en la Tabla 30.

Sustancias (nombre comercial)	Características	Efectos potenciales a la salud
Sika 2	Ácido silícico, sal de sodio Hidróxido de sodio	Pequeñas cantidades pueden causar perturbaciones considerables en la salud. La inhalación causa irritación en los ojos y la nariz. El contacto con la piel causa efectos nocivos
Sikalite	Mezcla de aditivos hidrófobos	
Sikadur 32 Gel, componente A y B	Bifenil-Aepiclohidrina	
Cemento Portland	Clinker de Cemento Portland Yeso Caliza Escoria granulada de alto horno Polvo de colector de horno Polvo de colector de horno de cal Cuarzo (Sílice Cristalina) Cromo hexavalente*	Piel corrosivo/irritación - Categoría 1 Lesiones oculares - Categoría 1 sensibilización de la piel - Categoría 1 Carcinógeno/inhalación - Categoría 1 El Cromo hexavalente se incluye debido a la sensibilidad dérmica asociado con el componente.

Tabla 29: Tipo y manejo de sustancias tóxicas, peligrosas y similares

Para el manejo de estos residuos se deberán de seguir las indicaciones de la Norma técnica No. 05 015-02, Norma técnica para el manejo y eliminación de residuos sólidos peligrosos, que se muestran en los incisos 6, 7, 8 y 9 y en los Apéndices II y III de la norma, se presentan la clasificación de estos.

3 INCIDENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO

3.1 CONDICIONES AMBIENTALES DEL ÁREA DEL PROYECTO

Tomando en consideración el sistema de alcantarillado a construir cubrirá el 100% de la población de la ciudad de Camoapa. En general las calles de la parte céntrica de la ciudad están adoquinadas (15.13 km de longitud) y las calles de los barrios periféricos son de macadán (15.59 km). La topografía de la ciudad varía de ondulada a inclinada y las pendientes oscilan de 2% al 75%, sin embargo el 89.59% del área de la ciudad equivalente a 307.94 ha, son pendientes que varían entre el 8% y 30% de inclinación (Tabla 31).

Rango (%)	Área (ha)	%
2-4	2.85	0.93
4-8	17.85	5.80
8-15	107.76	34.99
15-30	168.13	54.60
30-50	7.81	2.54
50-75	2.49	0.81
>75	1.05	0.34
Total	307.94	100.00

Tabla 30: Pendientes de la ciudad de Camoapa

Geológicamente el área del proyecto se encuentra dentro de los depósitos del Grupo Coyol, con una clasificación de facie distal correspondiente a unidad volcánica de escudo estratiforme. Litológicamente toda el área donde está asentada la ciudad posee rocas volcánicas y sedimentarias tales como tobas riolíticas-dacíticas, lavas andesíticas-basálticas (Esta unidad tiene un espesor promedio de 100 m), ignimbritas y areniscas. La dureza del suelo (pedregoso) para la excavación es una dificultad que enfrentara la empresa. Al momento de realizar las excavaciones

Por otra parte, el 100% de los suelos de la ciudad son del orden Inceptisol, cuyo drenaje natural interno varía de muy pobre a bien drenados, lo cual da origen a inundaciones ocasionales o prolongadas durante las épocas lluviosas. La ciudad es atravesada por 16 cauces, no obstante por la falta de sensibilización ambiental de la población arrojan basura dentro de ellos. Durante la época lluviosa la acumulación de basura en los cauces provoca inundaciones. De los 14 barrios que conforman la ciudad, seis (43%) de ellos sufren inundaciones: Nuevo Amanecer, Concepción, Pancasán, San Martín I-II, José Dolores, Pedro Joaquín Chamorro. La alcaldía realiza esfuerzo para priorizar la limpieza para mitigar las inundaciones de las lluvias del invierno (Tabla 32).

Municipio	Barrios	No. casas	No. familias	No. personas
Urbano	Nuevo Amanecer San Martín I-II José Dolores Pedro Joaquín Chamorro	63	72	293

Tabla 31: Ubicación y población afectada por deslizamiento

A nivel del casco urbano existen 307.94 ha que son susceptible a deslizamientos, de las cuales 145.68 (47.14%), amenaza alta y 162.27 (52.86%) amenaza baja. Los procesos de erosión y remoción en masa son más frecuentes en terrenos desprotegidos de vegetación arbórea, en donde sólo hay pastos y actividad antrópica, especialmente, técnicas inadecuadas de cultivo, vías mal diseñadas y sin obras de protección y mal manejo de aguas lluvias y residuales.

3.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

En la Tabla 33 se identifican los principales impactos que serán generados por la construcción del proyecto, en caso de que no se implementen las medidas de mitigación establecida en los planes del programa de gestión ambiental.

Actividades	Posibles efectos	Factor ambiental afectado
Instalación de infraestructura provisional (campamentos y planteles)	Contaminación por las emisiones de gases y partículas suspendidas totales	Atmósfera
	Variación de la escorrentía superficial	Agua
	Contaminación de las quebradas y cauces superficiales de agua	Agua
	Cambio de uso de suelo	Suelo
	Erosión del suelo	
	Contaminación del suelo	
Alteración a la dinámica poblacional		Aspecto cultural
		Fauna
Limpieza general y preparación del sitio de obra (remoción de cobertura vegetal)	Generación de polvo, ruido, calor y vibraciones	Atmósfera
	Alteraciones del panorama	Paisaje
	Erosión por cambios de la topografía del terreno	Suelo
	Generación de empleo temporal	Aspecto económico
	Remoción de la capa vegetal	Flora
Movilización y uso de maquinarias y equipos (corte de relleno y compactación)	Compactación por el peso de la maquinaria	Suelo
	Contaminación por las emisiones de gases y partículas suspendidas totales	Atmósfera
	Generación de ruido	
	Afectación de la cobertura vegetal	Flora
	Contaminación por generación de desechos sólidos	Suelo y agua
	Contaminación por generación de desechos líquidos	
Excavación de zanjas para la instalación de colectoras y pozos de visita	Modificación del patrón de drenaje de la escorrentía	Agua
	Contaminación de las quebradas y cauces superficiales de agua	
	Contaminación por generación de desechos sólidos	Suelo y agua
	Contaminación por generación de desechos líquidos	
	Contaminación por las emisiones de gases y partículas suspendidas totales	Atmósfera
	Generación de ruido	
Alteración a la dinámica poblacional	Aspecto cultural	
Construcción de nueva infraestructura de tratamiento de las aguas residuales	Contaminación por las emisiones de gases y partículas suspendidas totales	Atmósfera
	Generación de ruido	
	Cambio de uso de suelo	Suelo
	Contaminación por el derrame de aguas residuales	Suelo y agua
Demolición de la antigua infraestructura de tratamiento de aguas residuales	Proliferación de vectores de enfermedades por malas prácticas higiénicas	Aspecto social (salud)
	Contaminación por generación de desechos sólidos	Suelo
	Aumento del nivel de riesgo por accidentes	Aspecto cultural (factor seguridad)
Explotación de bancos de materiales	Modificación de los patrones naturales de recarga de aguas y drenajes subterráneos	Agua y suelo
	Afectaciones a la salud de la población	Aspecto social (salud)
	Afectación al panorama	Paisaje
	Disminución del recurso pétreo	Suelo

Actividades	Posibles efectos	Factor ambiental afectado
	Disminución de la cubierta vegetal	Flora
Transporte de materiales y disposición de escombros	Contaminación por las emisiones de gases y partículas suspendidas totales	Atmósfera
	Generación de ruido	
	Perturbación del derecho de vía	Suelo
	Deterioro del panorama	Paisaje
Desvíos provisionales y obras complementarias	Modificación del drenaje natural	Agua y suelo
	Incremento de la erosión	Suelo
	Desplazamiento de fauna	Fauna
	Deterioro del panorama	Paisaje
	Reducción de la visibilidad	Aspecto social
Restauración de carpeta de rodamiento	Contaminación por las emisiones de gases y partículas suspendidas totales	Atmósfera
	Generación de ruido	

Tabla 32 Matriz de identificación de impactos por la construcción del proyecto

3.3 ACCIONES DEL PROYECTO QUE ALTERAN LA CALIDAD AMBIENTAL DE LOS FACTORES ABIÓTICOS

En la Tabla 34 se identifican los principales impactos que serán generados por la construcción del proyecto y que pueden afectar los factores abióticos dentro del área de influencia.

Factor ambiental	Característica	Descripción del impacto
Atmósfera	Pérdida de la calidad del aire	La calidad del aire será impactada por la presencia de material particulado y polvo, emisiones de gases y de calor, generado principalmente por la maquinaria y camiones debido al transporte de materiales, movimiento y excavación de tierra, bombeo y traslado del personal. En la etapa de operación se percibirán los malos olores que generan las aguas antes de tratarse tanto en los PVS, como a la entrada en el proceso de depuración en la PTAR. La falta de mantenimiento de los componentes del sistema incrementaría el nivel de los malos olores
	Incremento del nivel sonoro	El nivel de ruido aumentará debido al funcionamiento de la maquinaria y equipos. Entre las principales fuentes de ruidos están: remoción de cobertura vegetal, excavación, relleno y compactación del terreno, transporte de insumos de construcción y paso de maquinaria por las vías del área urbana y bombeo.
Suelo	Contaminación de residuos sólidos y líquidos	Podría ocurrir debido al derrame de combustible y/o aceite de la maquinaria en general y de cemento. También por el manejo inadecuado de material excedente del movimiento de tierras, los residuos sólidos y los efluentes líquidos domésticos. En la etapa de operación el mal manejo de los residuos sólidos domésticos y los que se captan en el sistema preliminar y los lodos, estarían causando la contaminación del suelo y del agua.
	Compactación	El movimiento de tierra y las excavaciones cambiarán la estructura del suelo y como efecto secundario del paso de la maquinaria y equipo y al quedar bajo la infraestructura del proyecto, reducirá la porosidad y por ende la fauna del suelo, que ayuda a la descomposición de la materia orgánica y la fertilidad.
Agua	Patrón de drenaje	La alteración de la escorrentía superficial del agua será generada por actividades de limpieza, instalación del campamento, preparación de los sitios de obra, movimientos de tierra y nivelación del terreno.

Factor ambiental	Característica	Descripción del impacto
	Calidad	Las aguas subterráneas pueden ser afectadas por la generación de aguas residuales provenientes de las letrinas móviles y manejo inadecuado de combustible y residuos sólidos El impacto ambiental positivo, es que la calidad del efluente de cumplirá con los límites permisibles, para la descarga de las aguas residuales en el cuerpo receptor, si se cumple con el mantenimiento del sistema de tratamiento.

Tabla 33: Acciones que afectan los factores abióticos

3.4 ACCIONES DEL PROYECTO QUE ALTERAN LA CALIDAD AMBIENTAL LOS FACTORES BIÓTICOS

En la Tabla 35 se identifican los principales impactos que serán generados por la construcción del proyecto y que pueden afectar los factores bióticos dentro del área de influencia.

Factor ambiental	Característica	Descripción del impacto
Flora	Modificación del estrato arbóreo y pérdida de la cobertura vegetal	En general dentro de la ciudad y en el terreno donde se construirá la planta de tratamiento, no existen árboles o son muy pocos los que vayan a ser afectados por la instalación del sistema de alcantarillado. Una vez finalizadas las obras se deberá de reponer la cobertura vegetal, de acuerdo con el número de árboles cortados.
Fauna	Migración de la fauna y cacería	El nivel de la presencia de especies faunísticas, en el área es bajo, las especies más abundantes son las aves. Estas serán desplazadas por el ruido y los movimientos producto de las actividades constructivas. Otro efecto negativo es la cacería de pequeños mamíferos y aves. Cuando entre en operación el sistema, en el caso de plantar árboles para mejorar el clima de las instalaciones, facilitará la presencia de fauna tanto silvestre como doméstica.

Tabla 34: Acciones que afectan los factores bióticos

3.5 ESPECIFICAR LAS ACCIONES DEL PROYECTO SOBRE ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

En la Tabla 36 se identifican los principales impactos que serán generados por la construcción del proyecto y que pueden afectar los factores socioeconómicos dentro del área de influencia.

Factor ambiental	Características	Descripción del impacto
Socioeconómico	Uso del territorio	El impacto más importante es el cambio de uso del suelo en terreno donde se construirá la planta de tratamiento, no obstante, será menor ya que la transformación de bosque a área de cultivo ocurrió previamente. Referente al mejoramiento e instalación del alcantarillado en los barrios beneficiados, le dará plusvalía a las propiedades por contar con un servicio que ayuda al desarrollo de la ciudad de una forma muy positiva.
	Estética	Las actividades que generarán impactos negativos temporales, serán el movimiento de tierras en el paisaje, apertura de zanjas, la acumulación del material producto de la excavación y las instalaciones provisionales.
	Paisaje	Toda el área del proyecto será impactada negativamente, principalmente las calles de la ciudad con las actividades de construcción e instalación de los componentes del proyecto. Sin embargo, en el terreno de la planta de tratamiento la vegetación, que se encuentra en las áreas aledañas servirá como

Factor ambiental	Características	Descripción del impacto
		barrera visual durante la construcción y si se mantiene, después mejorara el paisaje del sitio del proyecto. La visibilidad del terreno de la PTAR es limitada.
	Generación de afectaciones en la población	Durante la ejecución de las diferentes actividades se generarán problemas de tráfico vial por los desvíos temporales, para colocar tuberías y construcción de PVS, además de posibles reclamos por la generación de ruido, gases, y material particulado. Este aspecto producirá la disminución de la calidad ambiental de la zona, afectando a la población aledaña, especialmente a los trabajadores, mediante interferencias en la comunicación oral, perturbación del sueño y efectos sobre el rendimiento de trabajo y/o estudio.
	Generación de empleo temporal	Se crearán fuentes de empleo temporal y permanente que beneficiarán a la población activa, por la utilización de mano de obra, especializada y no especializada y empleos indirectos o por el crecimiento general de la economía, inducido por la construcción del proyecto. La generación de fuentes de empleo es uno de los impactos positivos del proyecto, ya que le permite a la población mejorar su calidad de vida, al aumentar sus ingresos.
	Riesgos para la salud y seguridad y probabilidad de accidentes	El uso de materiales, equipos mecánicos y maquinaria, implica la exposición de la población a accidentes fortuitos y de los trabajadores a riesgos laborales por maniobras inadecuadas, así como la exposición a ruido y vibraciones en la etapa de construcción de las obras. Todas las actividades de construcción, excavación, producción de concreto, compactación o movimiento de tierra generarán emisiones de partículas de polvos o material particulado, afectando directa e indirectamente la salud de los trabajadores y la población aledaña a las áreas de trabajo.
	Mejora de la calidad de vida	<p>El principal impacto positivo es la contratación temporal de personal, permitiéndoles dotar a su familia de mayores comodidades.</p> <p>La operatividad del sistema brindará un mejor servicio de saneamiento, mejorando las condiciones higiénicas sanitarias. Al aumentar la cobertura del alcantarillado sanitario de la ciudad, permitirá que la población tenga acceso al tratamiento de sus aguas residuales domésticas y evite la ejecución de malas prácticas, como el vertido de éstas en las calles y cauces.</p> <p>Los factores ambientales para impactar de forma positiva son aspectos sociales, aguas superficiales y subterráneas. La justificación del proyecto es precisamente brindarles una mejor calidad de vida a los pobladores que se interconectarán al sistema de alcantarillado, así como disminuir la contaminación de los cuerpos superficiales y aguas subterráneas debido al vertido no controlado de las aguas servidas de las viviendas. Los otros factores que tendrán impactos positivos son el suelo, el aire, ruido, y el paisaje, debido a que se disminuye la contaminación del suelo por infiltraciones, los malos olores y la disposición de aguas residuales sin tratamiento, en los cauces de la zona.</p>

Tabla 35: Acciones que afectan los factores socioeconómicos

4 MEDIDAS AMBIENTALES Y DE MANEJO

4.1 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

La identificación y diseño de las acciones, medidas de mitigación, reparación y/o restauración ambiental, tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto o bien compensar los elementos del medio ambiente y condicionar el área a una situación similar a las características anteriores a la ejecución de este. El Contratista debe cumplir con las medidas establecidas en el Programa de Gestión Ambiental (PGA).

En la Tabla 37 se presentan las medidas de mitigación ambiental a ser implementadas en la etapa de construcción.

Actividad impactante	Factor ambiental/Alcances de las medidas de mitigación ambiental	Ubicación espacial
Suelo		
Contaminación por fugas, derrames de combustibles y/o lubricantes.	<ul style="list-style-type: none"> • En el patio de estacionamiento del parque vehicular, colocar una capa gruesa de material absorbente con el objetivo de contener las posibles fugas de grasa y aceite. • Toda la maquinaria y equipos que se utilizarán en la construcción del proyecto, deberán encontrarse en perfecto estado mecánico. • Tanto los camiones y vehículos livianos se reabastecerán en la gasolinera más próxima al proyecto. La maquinaria y equipo que tenga limitaciones de desplazamiento, se reabastecerán de combustible por medio de un camión cisterna o de un tanque de combustible. • El tanque de almacenamiento de combustible de deberá disponer de un cubeto, para contener los derrames de combustible. • El piso del área de abastecimiento del combustible y del taller de reparaciones y mantenimiento será impermeabilizados y contará con una rejilla alrededor. • Disponer de una fosa para coleccionar las fugas de combustible e hidrocarburos en general. 	Área de almacenamiento de combustible y taller de mantenimiento y reparaciones
Contaminación por derrames de cemento y áridos	<ul style="list-style-type: none"> • Los áridos granulares y las bolsas de cemento serán transportados en rastras o camiones cubierto con una lona. • Las bolsas de cemento serán manipuladas cuidadosamente durante todo el proceso de transportes para evitar que las bolsas se rompan. • Las bolsas de cemento se almacenarán sobre polines en bodegas con condiciones adecuadas. • Los áridos granulares (grava y arena) y ladrillos serán ubicados en áreas que no sean afectadas por la escorrentía y serán protegidos del viento con una lona. • La bodega deberá mantenerse ordenada y limpia para evitar la contaminación del suelo. 	Área de almacenamiento y frentes de trabajo
Erosión, deslizamiento y compactación	<ul style="list-style-type: none"> • En caso de que el material procedente de la excavación y cualquier otro material que deba apilarse en los laterales de la zanja, deberá estar separado del borde de ésta a una distancia superior a la mitad de la profundidad de la zanja. • La tierra de las excavaciones que no vaya a ser utilizada para rellenar las zanjas, será colocada en botaderos previamente autorizados por los dueños, mediante un acta de avenimiento. • El material de corte dentro del terreno será utilizado para el relleno y para cimentaciones, cuando las especificaciones del diseño así lo permitan. 	Frentes de trabajo

Actividad impactante	Factor ambiental/Alcances de las medidas de mitigación ambiental	Ubicación espacial
	<ul style="list-style-type: none"> La tierra de las excavaciones que vaya a ser utilizada para rellenar deberá ser almacenada donde no sea arrastrada por la lluvia y protegida del viento. Toda excavación que se realice será rellenada al finalizar la instalación de la tubería. En caso de existir la capa vegetal del suelo (primer horizonte), esta deberá ser conservada para propiciar la recuperación del suelo. Una vez concluida la construcción esta será colocada en capas en las áreas verdes. 	
Contaminación por desechos sólidos y líquidos, orgánicos e inorgánicos (agua de lavado de mezcladora, carreterillas, etc.	<p><u>Residuos sólidos domésticos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> En el área del comedor, se colocarán recipientes con tapa, para recolectar los residuos sólidos domésticos. En cada frente de trabajo se mantendrán sacos, debidamente rotulados para que el personal deposite los residuos sólidos no peligrosos. A diario se realizará al menos un recorrido por parte de una cuadrilla para recoger los residuos no peligrosos generados en la obra. Realizar la separación en la fuente de los residuos sólidos domésticos de los peligrosos. Los residuos serán trasladados al terreno al patio de estacionamiento para almacenarlos en un lugar adecuado para evitar su dispersión. Deberán trasladarse al vertedero ya sea mediante el servicio de recolección de la alcaldía o del Contratista. <p><u>Residuos sólidos de construcción</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Serán depositados en áreas temporales de almacenamiento previamente autorizadas Se trasladarán hasta el sitio de disposición final (vertedero), en un área previamente asignado. Esta operación se realizará al menos dos veces por semana, dependiendo de la capacidad de almacenamiento de las áreas temporales. Su traslado estará a cargo de la empresa <p><u>Residuos líquidos de construcción</u></p> <ul style="list-style-type: none"> El agua resultante del lavado de la mezcla, previa al vertido se deberá realizar decantación o filtrado, para la reducir el volumen de partículas sólidas. Previo a la disposición final en el sitio previamente seleccionado, una buena práctica es la neutralización de las aguas mediante acidificación, para mejorar la calidad química de las aguas vertidas. <p><u>Manejo de los desechos líquidos domésticos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Se hará un contrato con una empresa que brinda el servicio de letrinas móviles y su mantenimiento. Se dispondrá de una letrina móvil por cada 15 trabajadores como mínimo. En los frentes de trabajo itinerantes, se podrá autorizar el uso de letrinas de la población beneficiario, mediante un acta de avenimiento firmada entre el dueño y el contratista. 	Área de bodega, patio estacionamiento y frentes de trabajo
Agua		
Modificación del patrón de drenaje natural e infiltración	<ul style="list-style-type: none"> Las obras de construcción deberán protegerse del arrastre de suelo durante el período lluvioso. Durante la época lluviosa, las obras los drenajes naturales deberán limpiarse periódicamente de escombros u otras obstrucciones causadas por la actividad constructiva. Esta actividad también deberá realizarse al final de la construcción del proyecto. 	Frentes de trabajo y toda el área del proyecto en general
Calidad del agua subterránea y superficial	<p><u>Se utilizarán las mismas medidas de mitigación ambiental del factor suelo.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Las obras hidráulicas de cualquier tipo tendientes a controlar la generación de aguas residuales o pluviales, serán mantenidas desde su construcción 	Área de bodega y estacionamiento

Actividad impactante	Factor ambiental/Alcances de las medidas de mitigación ambiental	Ubicación espacial
	hasta su desmantelamiento, de manera que se asegure que no sean vertidas sobre el terreno natural y las áreas constructivas.	
Atmósfera		
Contaminación por partículas de polvo y gases por actividades de excavación y traslado	<ul style="list-style-type: none"> • Se regará cada cuatro horas en las áreas descapotadas y en todo cúmulo de material suelto. También serán regadas las vías de acceso y las áreas descubiertas. • Todo material de construcción que pueda dispersarse será transportado en camiones que utilicen lonas. • En las calles de la ciudad, todo camión de más de tres toneladas que transporte material que se pueda desperdigar, estará obligado a circular a 40 km/h, utilizando una lona de para evitar la dispersión de los materiales que transporte y por rutas preestablecidas. • En carreteras, todo vehículo que transporte materiales de construcción, circulará a 70 km/h como velocidad máxima. <p><u>Emisiones de gases y calor</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Todo equipo o maquinaria que genere cualquier tipo de emisión estará sujeta a un programa de mantenimiento preventivo y correctivo que evite que existan emisiones excesivas y ostentosas de la combustión, además de cumplir con las normas oficiales nicaragüenses aplicables • Toda maquinaria o equipo que no reduzca sus emisiones, será sustituida por otra de modelo más reciente. <p><u>Movimiento de tierra, excavaciones, relleno y limpieza</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Los frentes de trabajo se regarán periódicamente con agua, para mitigar el impacto relacionado con la emisión de polvo por el uso de maquinaria y equipos. 	Frentes de trabajo y toda el área del proyecto en general
Contaminación acústica por ruido por uso de maquinaria pesada	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los equipos que participarán en la obra deberán estar en buen estado mecánico. • Establecer un programa de mantenimiento preventivo de los silenciadores de los motores. • El uso de maquinaria se limitará a las horas diurnas. • El personal deberá de utilizar equipo de protección personal respectivo, cuando el nivel del ruido está por encima de decibeles establecidos por las normas nicaragüenses. 	Frentes de trabajo y toda el área del proyecto en general
Flora		
Corte de la vegetación herbácea y arbustiva	<ul style="list-style-type: none"> • La vegetación desbrozada como resultado del movimiento de tierra, será acopiada en sitios libres de escorrentías y de inundaciones, previamente autorizados mediante actas de avenimiento firmadas entre el dueño del terreno y la empresa constructora. • Cuando se finalice las obras el material vegetal del suelo será reintegrado nuevamente • En la preparación y mantenimiento de los terrenos comprendidos en toda la actividad del proyecto, se emplearán herramientas mecánicas o manuales y en ninguna circunstancia se utilizarán productos químicos o fuego. • Para el corte de los árboles se deberá contar con el permiso del INAFOR y deberá de implementar el plan de reposición previamente aprobado. 	Frentes de trabajo y toda el área del proyecto en general
Fauna		
Disminución de la fauna terrestre y acuática	<ul style="list-style-type: none"> • Para prevenir la caza furtiva parte de los trabajadores del proyecto se prohibirá el uso de armas de fuego y de cualquier otro tipo de armas (huleras y objetos contundentes). 	Frentes de trabajo y toda el área del proyecto en general

Actividad impactante	Factor ambiental/Alcances de las medidas de mitigación ambiental	Ubicación espacial
	<ul style="list-style-type: none"> La portación de armas será de uso exclusivo para el personal que resguarda los bienes e instalaciones provisionales del proyecto. Las armas de fuego serán responsabilidad directa del contratista y su portación comprenderá las orientaciones expresas y directas del mismo. Los obreros y técnicos serán orientados referentes a la prohibición de atacar a la fauna silvestre. En caso de llevarse a cabo, deberá ser sancionado por las autoridades a cargo del proyecto. 	
Paisaje		
Detrimiento de la estética del medio circundante	<ul style="list-style-type: none"> Se minimizarán los efectos producidos por la presencia de acopio de tierra, desmontes, instalaciones auxiliares; a través de la recuperación de las áreas afectadas y la integración paisajística de los nuevos elementos, usando colores adecuados (gris neutro, blanco grisáceo o amarillentos). Los escombros y cualquier otro material almacenado en los frentes de trabajo, solamente podrá permanecer como máximo una semana. 	Frentes de trabajo y toda el área del proyecto en general
Socioeconómico		
Trabajo nocturno	<ul style="list-style-type: none"> En caso de trabajarse de noche, las luminarias utilizadas en las obras se orientarán hacia el área de trabajo. Por ningún motivo se usarán las luces como reflectores para iluminar las áreas alejadas. 	Frentes de trabajo
Manejo de tránsito vehicular y peatonal	<ul style="list-style-type: none"> Para controlar el acceso del tráfico vehicular en las calles que estén operando los frentes de trabajo, se utilizarán señales preventivas para restringir el paso y evitar accidentes. El tráfico será regulado por dos banderilleras, una en cada extremo del frente de trabajo. Deberán usar equipo de protección y raquetas adecuadas Alto/Siga. La señalización informativa a utilizar es aquellas que indiquen: Peligro, Zanja abierta, Hombres Trabajando, Circulación restringida, Circulación de Maquinaria pesada y otras. Durante la noche o en condiciones atmosféricas adversas, es necesario complementar las señales verticales y los elementos de canalización con dispositivos luminosos, tales como reflectores, luces permanentes y luces intermitentes o de destello. Se deberá mantener avisos preventivos luminosos y señales de desvío adecuados en todos los cierres e intersecciones y a lo largo de todos los desvíos, dirigiendo el tránsito alrededor de las calles cerradas, de manera que las rutas temporales estén claramente señaladas a través de toda su longitud. Esto se debe hacer en coordinación con la alcaldía municipal de Camoapa, así como con la Policía Nacional. 	Frentes de trabajo y toda el área del proyecto en general
Aumento de los riesgos profesionales	<ul style="list-style-type: none"> En caso de que el suelo sea inestable y la profundidad de las zanjas sea mayor de 3 m se deberá instalar ademes para evitar los derrumbes de las paredes. El relleno de las zanjas destinadas al tendido de la tubería y otras obras subterráneas será realizado inmediatamente después de instalada la tubería, reduciendo así el tiempo de apertura y relleno de zanjas, con la finalidad de reducir los riesgos. 	
Prevención y protección contra accidentes laborales	<ul style="list-style-type: none"> El contratista deberá proveer del equipo de protección personal apropiado a todos los trabajadores (Chaleco, casco, lentes de protección, mascarillas, guantes de cuero, protectores lumbares, ropa y zapatos de seguridad, etc.) Los operadores de maquinaria como retroexcavadoras y de la planta trituradora, mezcladora, se les deberá de equipar con protectores auditivos, cuando estos se expongan a distancia menores de 10 metros con ruidos 	

Actividad impactante	Factor ambiental/Alcances de las medidas de mitigación ambiental	Ubicación espacial
	mayores a 80 decibeles. También deberán de disponer de mascarillas y chalecos de protección.	
Acciones vandálicas	<ul style="list-style-type: none"> El contratista deberá de asegurar la vigilancia permanente de las instalaciones del proyecto y de todos los frentes de trabajo. Garantizar servicios de vigilancia en el proyecto, principalmente durante la noche, fines de semana y días festivos no laborables. 	
Generación de empleo	<ul style="list-style-type: none"> La construcción del sistema de alcantarillado sanitario contratará mano de obra local con lo cual se mejorará la economía de los habitantes de la ciudad de Camoapa. También serán beneficiados los negocios de transporte, comedierías, hospedaje, ferreterías, entre otros porque habrá incremento en la demanda de los servicios que brindan. 	
Calidad de vida	<ul style="list-style-type: none"> La disponibilidad de un sistema de alcantarillado será beneficioso ya que las aguas residuales serán manejadas adecuadamente, disminuyendo la incidencia de enfermedades infectocontagiosas. Otro beneficio es que las viviendas dispondrán de lavaderos, baños, servicio higiénico, etc. dentro de la casa, facilitando las actividades cotidianas y además ganarán plusvalía al disponer de estos servicios. 	
Tabla 36: Medidas de mitigación ambiental de la etapa de construcción		

4.2 ETAPA DE OPERACIÓN

En la Tabla 38 se presentan las medidas de mitigación ambiental a ser implementadas en la etapa de operación.

Actividad impactante	Factor ambiental/Alcances de medidas de mitigación ambiental	Ubicación espacial
Suelo		
Contaminación por desechos sólidos y líquidos, orgánicos e inorgánicos.	<p><u>Residuos sólidos domésticos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar la limpieza periódica del área de la PTAR Los residuos domésticos se colocarán recipientes con tapa en las áreas administrativas de la planta Cuando se realicen obras de mantenimiento que implique reparaciones, los materiales sobrantes de la actividad deberán ser transportados y depositados adecuadamente en sitios previamente seleccionados. De ningún modo se deberá permitir que los residuos sean arrojados a predios aledaños, a cursos de agua, o dejados en el derecho de vía. Se deberá limpiar y remover los sedimentos y escombros que se encuentren dentro de las estructuras del alcantarillado. Los materiales provenientes de estas actividades se deberán depositar en el vertedero previo permiso de la municipalidad. La mala disposición de los residuos sólidos podría generar un riesgo de contaminación del suelo y de las redes de alcantarillado. <p><u>Manejo de los lodos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Los lodos del proceso serán secados en sus correspondientes unidades de eras de secado, donde tendrán un tiempo de residencia mínimo de aproximadamente 8 días, que puede ser mayor, de acuerdo con la generación real de lodos y a la frecuencia de remoción que establezca ENACAL 	Redes colectoras y PTAR

Actividad impactante	Factor ambiental/Alcances de medidas de mitigación ambiental	Ubicación espacial
	<ul style="list-style-type: none"> La disposición final será el botadero municipal, previa autorización de la alcaldía. 	
Agua		
Alteración de las aguas superficiales	<p><u>Control de calidad de las aguas residuales tratadas, y registro de estos.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Ante mal funcionamiento de la PTAR se podría alterar el agua del canal que es el cuerpo receptor, para lo cual se deberá hacer la desinfección permanente de las aguas residuales previamente tratadas, a través de cloración. Prohibir los vertidos de aguas residuales de origen no doméstico y de las aguas pluviales, en el sistema de aguas residuales. <p><u>Programas de control de los efluentes</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Establecer un programa de control de efluentes, monitoreo de la calidad del afluente y efluente de la PTAR según lo establecido en el Decreto 20-2017, para lo cual deberá de remitir el Informe de Cumplimiento, de acuerdo con el contenido establecido en el Apéndice 11. 	Emisión del efluente
Modificación de la calidad de las aguas freáticas	<p><u>Manejo adecuado de residuos sólidos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Se deberán implementar las medidas de mitigación del factor suelo. La mala disposición de residuos sólidos podría generar un riesgo de contaminación del subsuelo y de las aguas freáticas. 	Redes colectoras y PTAR
Atmósfera		
Emisión de malos olores y gases provenientes del sistema de tratamiento residuales.	<p><u>Mantenimiento preventivo de la PTAR y de la red de alcantarillado sanitario.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Se deberá realizar monitoreo de la calidad del agua tratada antes de su vertido final. Realizar el mantenimiento preventivo de la red de alcantarillado sanitario y la PTAR. Implementar el plan de control de la calidad del aire. 	PTAR y de la red de alcantarillado sanitario.
Flora		
Alteración de la flora	<p><u>Mantenimiento de las áreas verdes</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Se deberá realizar el mantenimiento y cuidado de los árboles y de las áreas verdes, para evitar el crecimiento de la maleza e impedir el deterioro de andenes, muro perimetral de la PTAR, etc. 	Áreas verdes
Fauna		
Alteración de la fauna	<p><u>Control de calidad de las aguas residuales.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Se deberá controlar la calidad de las aguas residuales en el punto de descarga, para evitar efectos sobre el cuerpo de agua receptor y por ende sobre la fauna terrestre circundante y acuática. 	Punto de descarga de las aguas residuales
Paisaje		
Pérdida calidad del paisaje	<p><u>Manejo y mantenimiento preventivo de los componentes del sistema de alcantarillado</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar el mantenimiento preventivo de acuerdo con un programa basado en las características de los componentes del sistema del alcantarillado y la PTAR. Se deberá de realizar el mantenimiento de las tuberías y válvulas, de manera preventiva, para evitar que colapsen. Las reparaciones de los desperfectos deberán ser atendidos a los inmediato para evitar la contaminación y la pérdida del paisaje 	Redes colectoras y PTAR
Socioeconómico		

Actividad impactante	Factor ambiental/Alcances de medidas de mitigación ambiental	Ubicación espacial
Riesgo a accidentes	<p><u>Establecer un cronograma y registro de mantenimiento</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Dotar a los operarios de la planta de los equipos de protección personal requeridos para desarrollar las diferentes actividades. Disponer de un plan de contingencias para ante derrames, incendios, sismos, etc. Realizar simulacros periódicos de acuerdo con la frecuencia establecida en el plan. Implementar capacitaciones sobre los temas necesarios para evitar posibles accidentes 	Redes colectoras y PTAR
Daño a la infraestructura	<p><u>Implementar el plan de contingencias</u></p> <ul style="list-style-type: none"> El sistema de tratamiento de aguas residuales se deberá mantener en buenas condiciones, también los equipos electromecánicos de las estaciones de bombeo de aguas residuales. Si hubiera fallos en el funcionamiento que genere una situación de emergencia, se accionara el plan de contingencia. 	
Generación de empleos	<p><u>Contratación de personal</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Se contratará y entrenará personal para las tareas de mantenimiento y vigilancia, en la medida de lo posible Se recomienda dar prioridad al personal que participó en la construcción de la obra. 	

Tabla 37: Medidas ambientales ambiental de la etapa de operación

4.3 ETAPA DE ABANDONO

La Tabla 39 tiene las medidas de mitigación de que se deberán de aplicar para el cierre de la PTAR

Actividad impactante	Factor ambiental/Alcances de medidas de mitigación	Ubicación espacial
Cierre de la PTAR	<ul style="list-style-type: none"> Se requiere el abandono de las actuales instalaciones por no ser necesario y por el cumplimiento de su vida útil, previniendo la contaminación ambiental para lo cual se implementarán todas las medidas mitigación ambiental para cada uno de los factores ambientales abióticos, bióticos y sociales de la etapa de construcción. Se emprenderán actividades específicas dirigidas a recuperar el sitio, para que recobre las características naturales que alguna vez existieron, luego de que la planta finalice sus operaciones. se llevarán a cabo las siguientes actividades: <ol style="list-style-type: none"> Extracción de las agua residuales y de los logos de los diferentes componentes. Tratarlas en sistema de agua residuales en funcionamiento Demolición de las estructuras Traslado de los escombros hacia el relleno sanitario, previo permiso de la alcaldía de Camoapa Relleno, nivelación y conformación de suelos. Restauración del paisaje mediante la reforestación del sitio con especies pioneras propias del entorno. 	Predio de la PTAR actual de Camoapa

Tabla 38: Medidas ambientales ambiental de la etapa de abandono

5 BIBLIOGRAFÍA

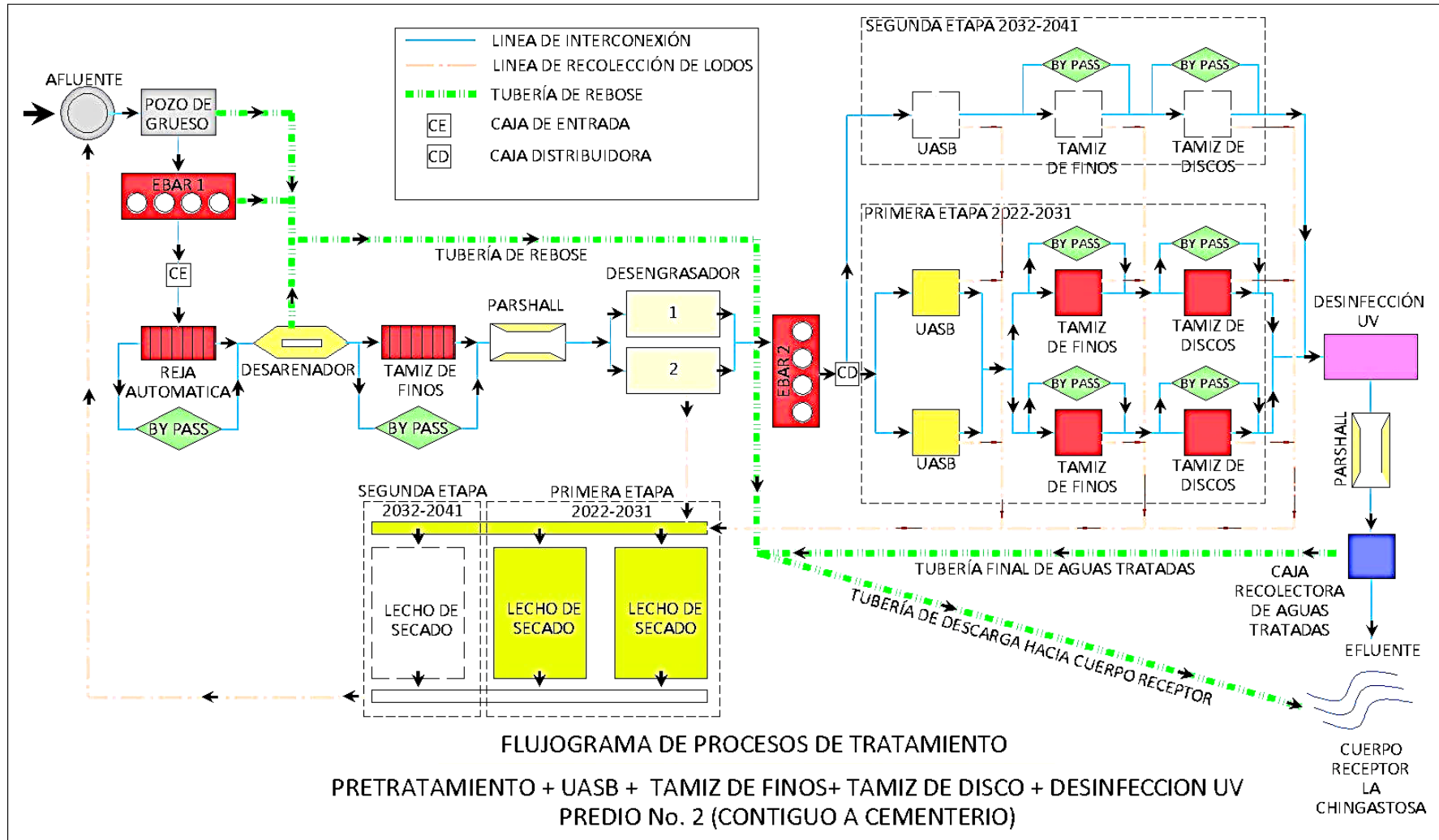
- CEMEX. 2017. Hoja de datos de seguridad de materiales cemento Portland. 11 p.
- Flores-Alés, V. 2015. Análisis de impactos ambientales producidos durante la fase de ejecución en edificación: operaciones de limpieza y recuperación de aguas de lavado de hormigones en España. Vol. 67, No 538 (2015). 17 p.
- ICA-VIELCA. 2020. Informe “Estudio de factibilidad del proyecto del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Camoapa. 143 p
- Ingeniería y Construcción. Manejo manual de materiales de construcción.
<https://civilgeeks.com/2011/12/03/manejo-manual-de-materiales-de-construccion/>
- La Gaceta No. 229. 2017. Decreto No. 21-2017.Reglamento en el que se establecen las Disposiciones para el Vertido de Aguas Residuales, 48 p.
- MARENA. 2017. Decreto No. 21-2017. Reglamento en el que se establecen las Disposiciones para el Vertido de Aguas Residuales. 15 p.
- MARENA. 2017. Decreto No. 20-2017. Sistema de Evaluación Ambiental de Permisos y Autorizaciones para el Uso Sostenible de los Recursos Naturales. 39 p.
- Oropeza G. 2006. Lodos residuales: estabilización y manejo. Caos Conciencia 1: 51-58. 10 p.
- SIKA. 2011. Hoja de datos de seguridad de materiales Sika 2. 6 p.
- SIKA. 2011. Hoja de datos de seguridad de materiales Sikadur 32 Gel. 11 p.
- SIKA. 2011. Hoja de datos de seguridad de materiales Sikalite. 7 p.

6 Apéndices

6.1 APÉNDICE 1: CAUDALES DE GENERACIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA EL 100% DE LA POBLACIÓN

Años	Población Proyectada	Consumo Doméstico AP	Generación AR	Q _{max.} Doméstico	Caudal			Infiltración	Mínimo	Q _{medio}	Diseño
					Comercial	Público	Industria				
	habitantes	lps	lps	lps	lps	lps	lps	lps	lps	lps	lps
2022	19,940	30.46	24.37	59.71	1.71	1.71	0.49	1.80	4.87	30.08	65.42
2023	20,438	35.72	28.58	70.01	2	2	0.57	1.80	5.72	34.95	76.38
2024	20,949	36.61	29.29	71.76	2.05	2.05	0.59	1.80	5.86	35.78	78.25
2025	21,473	37.53	30.02	73.55	2.1	2.1	0.6	1.80	6.00	36.62	80.15
2026	22,010	38.47	30.77	75.39	2.15	2.15	0.62	1.80	6.15	37.49	82.11
2027	22,560	39.43	31.54	77.28	2.21	2.21	0.63	1.80	6.31	38.39	84.13
2028	23,124	40.41	32.33	79.21	2.26	2.26	0.65	1.80	6.47	39.30	86.18
2029	23,702	41.42	33.14	81.19	2.32	2.32	0.66	1.80	6.63	40.24	88.29
2030	24,295	42.46	33.97	83.22	2.38	2.38	0.68	1.80	6.79	41.21	90.46
2031	24,902	43.52	34.82	85.30	2.44	2.44	0.7	1.80	6.96	42.20	92.68
2032	25,525	44.61	35.69	87.43	2.50	2.50	0.71	1.80	7.14	43.20	94.94
2033	26,163	45.72	36.58	89.62	2.56	2.56	0.73	1.80	7.32	44.23	97.27
2034	26,817	46.87	37.49	91.86	2.62	2.62	0.75	1.80	7.50	45.28	99.65
2035	27,487	48.04	38.43	94.16	2.69	2.69	0.77	1.80	7.69	46.38	102.11
2036	28,174	49.24	39.39	96.51	2.76	2.76	0.79	1.80	7.88	47.50	104.62
2037	28,879	50.47	40.38	98.92	2.83	2.83	0.81	1.80	8.08	48.65	107.19
2038	29,601	51.73	41.39	101.40	2.9	2.9	0.83	1.80	8.28	49.82	109.83
2039	30,341	59.70	47.76	117.01	3.34	3.34	0.96	1.80	9.55	57.20	126.45
2040	31,099	61.19	48.95	119.93	3.43	3.43	0.98	1.80	9.79	58.59	129.57
2041	31,877	62.72	50.18	122.93	3.51	3.51	1.00	1.80	10.04	60.00	132.75

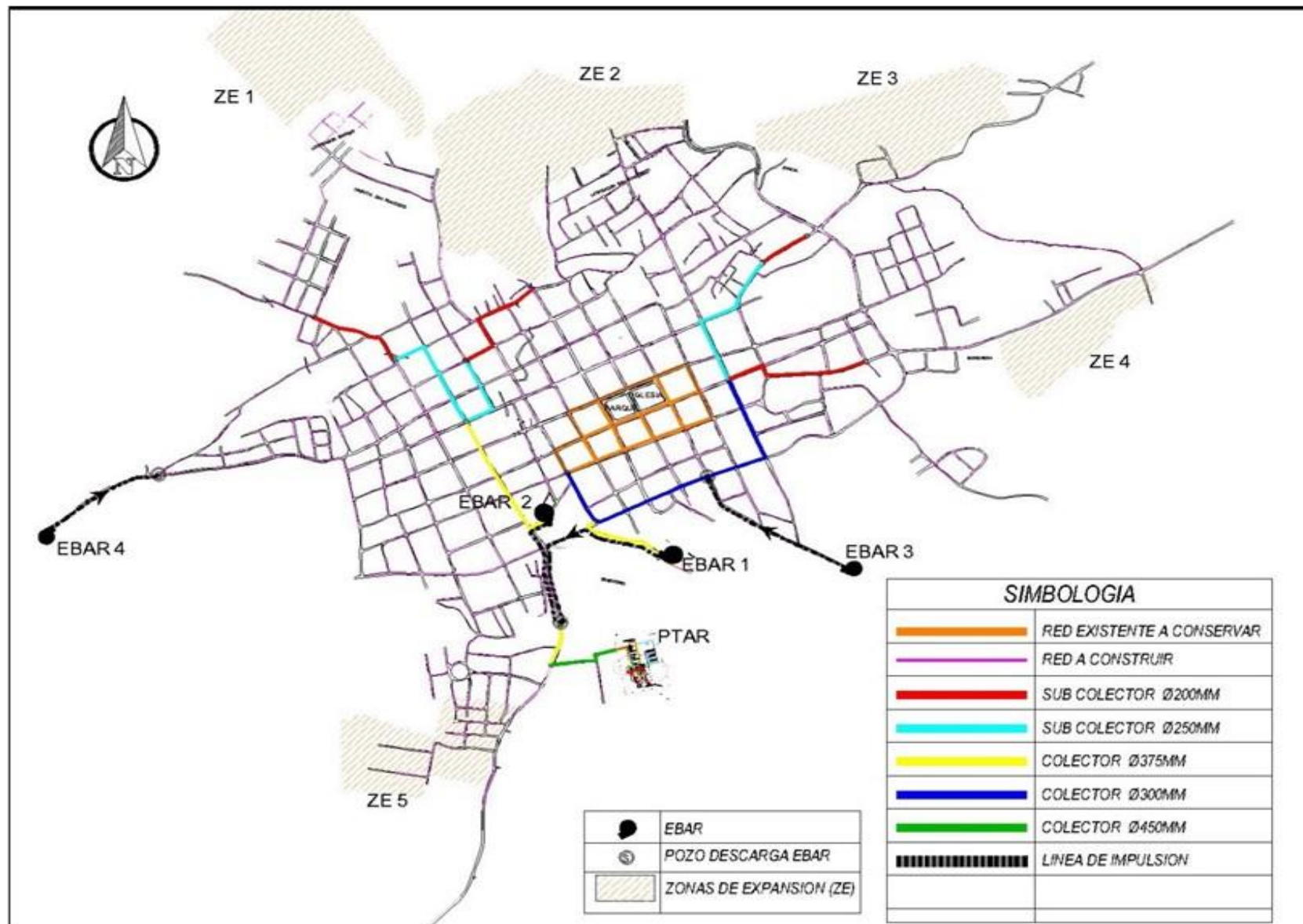
6.2 APÉNDICE 2: FLUJOGRAMAS DEL PROCESO DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES



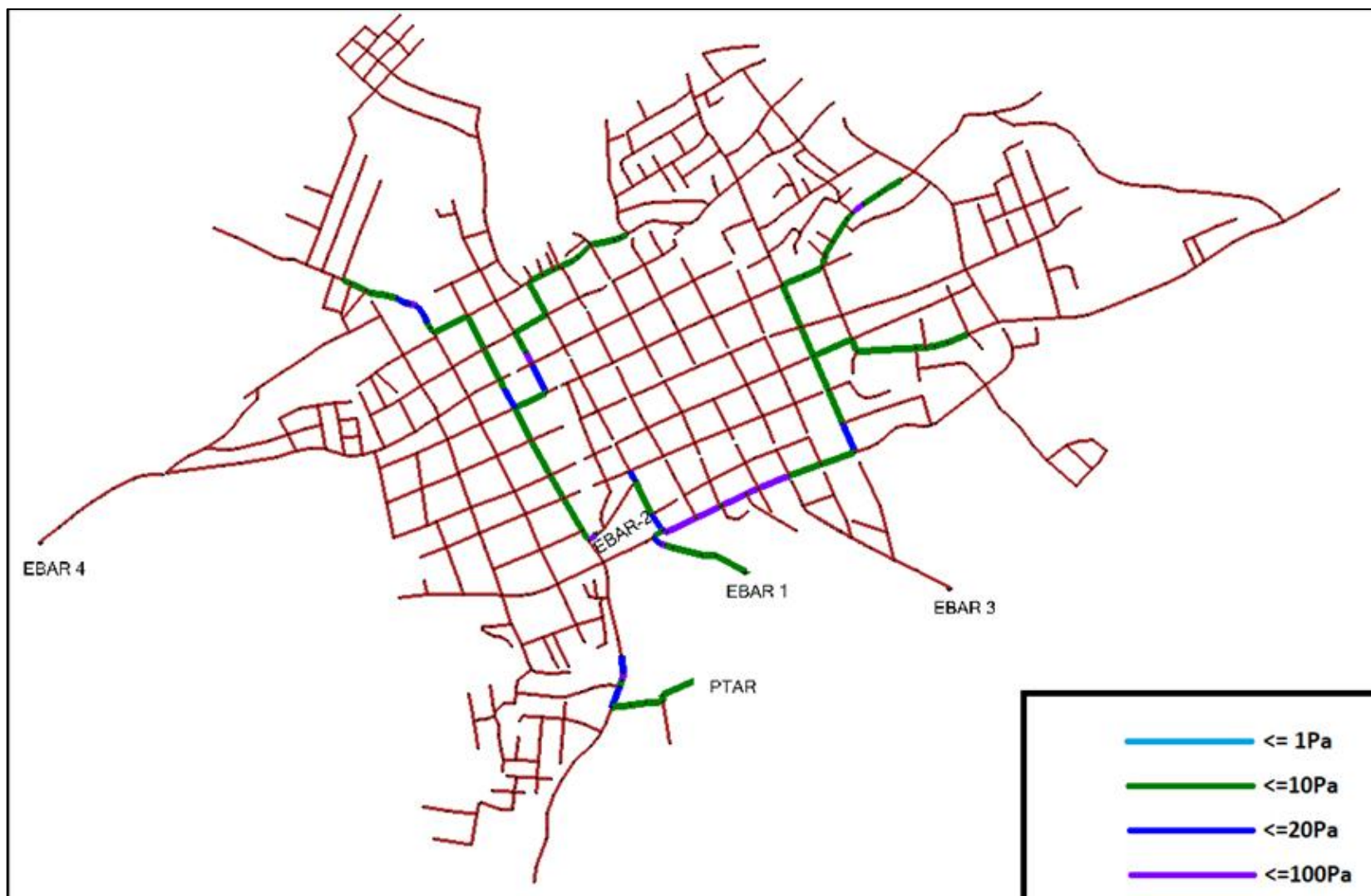
6.3 APÉNDICE 3: CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA PROYECTO CAMOAPA

N°	Concepto	u/m	Cantidad	Duración (meses)	2021												2022											
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	CONSTRUCCION DE OBRAS	Global	1																									
1.0	RED DE ALCANTARILLADO Y COLECTORES	M	45,839.6	21	[Bar chart showing construction progress from month 1 to 21]																							
	INICIO			0																								
	PRELIMINARES	Global	1.0	1	[Bar chart showing progress from month 1 to 1]																							
	EXCAVACIÓN	M3	130,708.0	17	[Bar chart showing progress from month 1 to 17]																							
	RELLENO Y COMPACTACIÓN	M3	129,672.0	18	[Bar chart showing progress from month 1 to 18]																							
	BOTADO DE TIERRA	M3	33,016.1	18	[Bar chart showing progress from month 1 to 18]																							
	COLECTORES PVC DE 150 MM A 450 MM	M	45,839.6	17	[Bar chart showing progress from month 1 to 17]																							
	POZOS DE VISITA	C/U	932.0	12	[Bar chart showing progress from month 1 to 12]																							
	CONEXIONES DOMICILIARES	C/U	5,751.0	6	[Bar chart showing progress from month 1 to 6]																							
	REMOCIÓN Y RESTAURACIÓN DE SUPERFICIES	M2	25,569.8	18	[Bar chart showing progress from month 1 to 18]																							
2.0	LÍNEAS DE IMPULSIÓN	M	1,058.0																									
	EXCAVACIÓN	M3	1,382.7	3	[Bar chart showing progress from month 1 to 3]																							
	RELLENO Y COMPACTACIÓN	M3	1,322.2	3	[Bar chart showing progress from month 1 to 3]																							
	BOTADO DE TIERRA	M3	1,266.9	3	[Bar chart showing progress from month 1 to 3]																							
	TUBERÍA PVC DE 300 Y 375 MM	M	1,058.0	2	[Bar chart showing progress from month 1 to 2]																							
3.0	ESTACIONES DE BOMBEO EN RED DE RECOLECCIÓN	C/U	2.0																									
	OBRAS CIVILES (CONCRETO REFORZADO)	M3	188.8	3	[Bar chart showing progress from month 1 to 3]																							
	EQUIPOS DE BOMBEO	C/U	6.0	2	[Bar chart showing progress from month 1 to 2]																							
	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	Global	2.0	1	[Bar chart showing progress from month 1 to 1]																							
4.0	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)	Global	1.0																									
	PRETRATAMIENTO	Global	1.0																									
	OBRAS CIVILES EN CONCRETO REFORZADO	M3	279.2	3	[Bar chart showing progress from month 1 to 3]																							
	EQUIPOS DE BOMBEO	C/U	3.0	6	[Bar chart showing progress from month 1 to 6]																							
	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	Global	1.0	2	[Bar chart showing progress from month 1 to 2]																							
	TRATAMIENTO PRIMARIO (UASB)	Global	1.0																									
	OBRAS CIVILES EN CONCRETO REFORZADO	M3	664.7	6	[Bar chart showing progress from month 1 to 6]																							
	EQUIPOS DE BOMBEO	C/U	3.0	3	[Bar chart showing progress from month 1 to 3]																							
	TRATAMIENTO SECUNDARIO (TAMIZ ROTATORIO Y BIODISCO)	Global	1.0																									
	OBRAS CIVILES EN CONCRETO REFORZADO	M3	110.5	2	[Bar chart showing progress from month 1 to 2]																							
	EQUIPOS	C/U	4.0	8	[Bar chart showing progress from month 1 to 8]																							
	DESINFECCIÓN	Global	1.0																									
	OBRAS CIVILES EN CONCRETO REFORZADO	M3	23.6	1	[Bar chart showing progress from month 1 to 1]																							
	LAMPARAS ULTRAVIOLETA Y ACCESORIOS	Global	1.0	3	[Bar chart showing progress from month 1 to 3]																							
	LECHO DE SECADO	Global	1.0																									
	CORTE DE TERRENO	M3	1,680.2	2	[Bar chart showing progress from month 1 to 2]																							
	OBRAS CIVILES EN CONCRETO REFORZADO	M3	302.5	1	[Bar chart showing progress from month 1 to 1]																							
	LECHO FILTRANTE	M3	360.0	1	[Bar chart showing progress from month 1 to 1]																							
	TUBERÍAS	M	45.5	1	[Bar chart showing progress from month 1 to 1]																							
	LOSETAS DE CONCRETO	M2	900.0	1	[Bar chart showing progress from month 1 to 1]																							
	COMPUERTAS REMOVIBLES	C/U	2.0	1	[Bar chart showing progress from month 1 to 1]																							
	INSTALACIONES ELECTRICAS	Global	1.0	5	[Bar chart showing progress from month 1 to 5]																							
	OBRAS CONEXAS		33.6																									
	CERCO Y PORTÓN DE MALLA CICLÓN	M	897.0	3	[Bar chart showing progress from month 1 to 3]																							
	ANDÉN DE CONCRETO	M2	2.0	0	[Bar chart showing progress from month 1 to 0]																							
	CASETA DE LABORATORIO, PANELES Y VIGILANCIA	M2		2	[Bar chart showing progress from month 1 to 2]																							
	ADOQUINADO	M2	520.9	3	[Bar chart showing progress from month 1 to 3]																							
	TUBERIA PVC SDR 41 250 MM Y 300 MM	M	291.5	3	[Bar chart showing progress from month 1 to 3]																							
	POZO DE VISITA	C/U	40.3	2	[Bar chart showing progress from month 1 to 2]																							
	CABEZAL DE DESCARGA	C/U	2.0	1	[Bar chart showing progress from month 1 to 1]																							

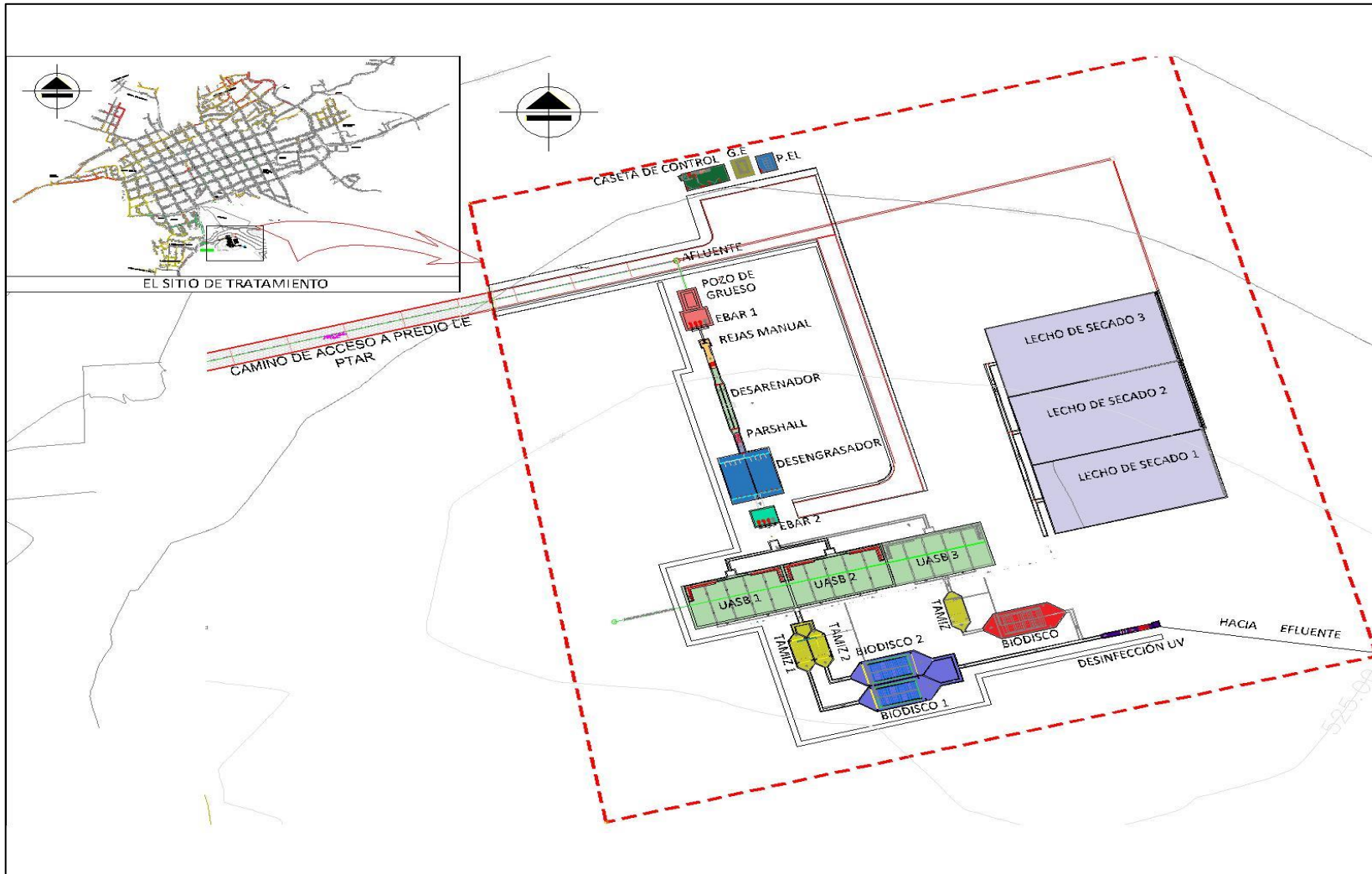
6.4 APÉNDICE 4: PLANO DE DISTRIBUCIÓN DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DE CAMOAPA



6.5 APÉNDICE 5: ESQUEMA DE TENSIÓN TRACTIVA DE COLECTORES Y SUBCOLECTORES



6.6 APÉNDICE 6: PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES



6.7 APÉNDICE 7: ALCANCES DEL PROYECTO MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AS CAMOAPA

No.	Descripción	Unidad Medida	Cantidad
	PRIMERA ETAPA CONSTRUCTIVA PARA EL PERÍODO 2021 -2032		
A	Construcción de obras	Global	1
1.0	Colectores y red de recolección	M	45,839.6
1.1	Excavación	m ³	130,708.0
1.2	Relleno y compactación	m ³	129,672.0
1.3	Botado de material sobrante (roca)	m ³	33,016.1
1.4	Colectores	m	45,839.6
	Tubería PVC F-949 de 150 mm (6")	m	41,266.4
	Tubería PVC F-949 de 200 mm (8")	m	1,404.3
	Tubería PVC F-949 de 250 mm (10")	m	1,143.2
	Tubería PVC F-949 de 300 mm (12")	m	840.9
	Tubería PVC F-949 de 375 mm (15")	m	905.1
	Tubería PVC F-949 de 450 mm (18")	m	279.7
	Protección de tubería en cruces de cauces y puentes	Global	1.0
1.5	Pozo de visita	c/u	985.00
1.6	Conexiones Domiciliares	c/u	5,751.0
1.7	Remoción y restauración de superficies	m ²	25,569.8
2.0	Líneas de impulsión	M	1,058.0
3.0	Estaciones de bombeo en red de recolección	C/U	2.0
4.0	Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR)	GLOBAL	1.0
	Pretratamiento	Global	1.0
	Tratamiento primario UASB	Global	1.0
	Tratamiento secundario (Tamiz rotatorio y biodisco)	Global	1.0
	Desinfección	Global	1.0
	Lecho de secado	Global	1.0
	Instalaciones eléctricas	Global	1.0
	Obras Conexas	Global	1.0
B	Terrenos	Has	1.93
	Terrenos estación de bombeo red	Has	0.04
	Terrenos PTAR	Has	1.9

No.	Descripción	Unidad Medida	Cantidad
	SEGUNDA ETAPA CONSTRUCTIVA PARA EL PERÍODO 2032 - 2041		
A	Construcción de obras	Global	1
1.0	Colectores y red de recolección	M	1,569.2
1.1	Excavación	m ³	2,430.1
1.2	Relleno y compactación	m ³	2,402.4
1.3	Botado de material sobrante (roca)	m ³	983.2
1.4	Red de Tubería PVC F-949 de 150 mm (6")	m	1,569.2
1.5	Pozo de visita	c/u	25.0
1.6	Conexiones Domiciliares	c/u	1,540.0
1.7	Remoción y restauración de superficies	m ²	3,180.4
2.0	Líneas de impulsión	M	940.7
3.0	Estaciones de bombeo en red de recolección	C/U	2.0
4.0	Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR)	GLOBAL	1.0
	Pretratamiento	Global	1.0
	Tratamiento primario UASB	Global	1.0
	Tratamiento secundario (Tamiz rotatorio y biodisco)	Global	1.0
	Desinfección	Global	1.0
	Lecho de secado	Global	1.0

6.8 APÉNDICE 8: REQUERIMIENTO DE MATERIALES EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD DEMANDADA SEGÚN ETAPAS							
		TOTAL	COLECTORES	POZOS VISITA	CONEX DOM	OTROS	IMPULSION	ESTACIÓN BOMBEO	TRATAM.
MATERIAL SELECTO BANCO DE PRÉSTAMO	M3	22,547	22,547						
TUBERÍA 100 MM PVC ASTM F-949	M	46,128		0	46,010	0	0	0	118
TUBERÍA 150 MM PVC ASTM F-949	M	41,320	41,266	0	0	0	0	0	54
TUBERÍA 200 MM PVC ASTM F-949	M	1,440	1,404	0	0	0	0	0	36
TUBERÍA 250 MM PVC ASTM F-949	M	1,143	1,143	0	0	0	0	0	0
TUBERÍA 300 MM PVC ASTM F-949	M	1,243	841	0	0	0	0	0	402
TUBERÍA 375 MM PVC ASTM F-949	M	905	905	0	0	0	0	0	0
TUBERÍA 450 MM PVC ASTM F-949	M	280	280	0	0	0	0	0	0
TUBERÍA 600 MM PVC ASTM F-949	M	253	0	0	0	0	0	0	253
TUBERÍA 250 MM PVC SDR-26	M	662					662		
TUBERÍA 300 MM PVC SDR-26	M	396					396		
ACERO DE REFUERZO	KG	108,399		16,371				28,773	63,255
CONCRETO 2500 PSI	M3	53							53
CONCRETO 3000 PSI	M3	998		998					
CONCRETO 4000 PSI	M3	968						189	779
LADRILLO PARA CONO	C/U	665,448		665,448					
LADRILLO PARA CILINDRO	C/U	191,875		191,875					
MORTERO	M3	820		820					
TAPA DE POLIETILENO	C/U	932		932					
PELDAÑOS (3/4")	C/U	4,126		4,046					80
FORMALETA	M2	4,077		2,183					1,893
AGUA PARA PRUEBAS DE TUBERIAS	M3	1,127	1,026						102
AGUA PREPARACIÓN DE CONCRETO Y MORTEROS	M3	609	0	383	0	0	0	42	184

6.9 APÉNDICE 9: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA PTAR DE CAMOAPA

Fecha	Punto muestreo	Tipo de muestreo	pH	DBO	DQO	SS	SST	GyA	Nt	Pt	Ecoli
30/04/19	Compuesto 24 horas	Compuesto 24 horas	7.55	335	645.93	15.73	222	20	51.82	2.10	9.20E+04

6.10 APÉNDICE 10: REGISTROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICO DE LA PTAR DE CAMOAPA Y BOACO

REGISTRO HISTÓRICO CALIDAD DE AGUA AFLUENTE - CAMOAPA											
FECHA	PUNTO MUESTREO	TIPO DE MUESTREO	PH	DBO	DQO	SOLIDOS SEDIMENT	SÓLIDOS SUSPEND TOTALES	GRASA Y ACEITES	NITROG TOTAL	FOSFORO TOTAL	COLIF. FECALES
8-sep-15	EG	Puntual	8.39	443.00	1,031.36	-	522.00	87.00	-	-	7.90E+07
22-jun-16	EG	Puntual	7.13	494.00	912.74	3.00	246.00	75.00	-	6.35	1.10E+08
18-ago-16	EG	Puntual	7.03	470.00	701.34	4.00	262.00	63.00	-	5.54	2.70E+06
22-sep-16	EG	Puntual	-	548.00	735.71	4.50	270.00	39.00	-	-	7.00E+07
12-oct-16	EG	Puntual	6.00	446.00	600.97	5.50	138.00	38.00	-	-	1.30E+08
2-dic-16	EG	Puntual	6.00	437.00	826.45	6.10	267.00	84.00	-	-	1.30E+08
13-ene-17	EG	Puntual	-	313.00	710.96	3.50	715.00	44.00	-	-	2.40E+07
22-mar-17	EG	Puntual	-	358.00	823.34	4.50	300.00	34.00	-	-	3.30E+07
17-may-17	EG	Puntual	7.20	235.00	417.73	2.50	246.00	45.00	-	-	1.30E+08
28-jun-17	EG	Puntual	-	788.00	1,927.72	5.10	437.00	145.00	-	-	3.50E+08
12-jul-17	EG	Puntual	-	566.00	1,196.48	4.50	629.00	122.00	-	-	1.30E+08
23-ago-17	EG	Puntual	-	518.00	989.35	3.10	520.00	111.00	-	-	2.40E+08
27-sep-17	EG	Puntual	-	169.00	374.23	5.10	127.00	39.00	-	-	3.30E+07
24-ene-18	EG	Puntual	7.50	231.00	453.10	4.50	172.00	36.00	-	7.08	7.90E+07
3-oct-18	EG	Puntual	7.46	274.00	671.53	4.10	189.00	39.00	-	12.07	7.90E+07
PROMEDIO :			7.09	419.33	824.87	4.29	336.00	66.73	-	7.76	1.08E+08
MÁXIMO:			8.39	788.00	1,927.72	6.10	715.00	145.00	-	12.07	3.50E+08
MÍNIMO :			6.00	169.00	374.23	2.50	127.00	34.00	-	5.54	2.70E+06

REGISTRO HISTÓRICO CALIDAD DE AGUA AFLUENTE - BOACO											
FECHA	PUNTO MUESTREO	TIPO DE MUESTREO	PH	DBO	DQO	SOLIDOS SEDIMENT.	SÓLIDOS SUSPEND. TOTALES	GRASA Y ACEITES	NITROGENO TOTAL	FOSFORO TOTAL	COLIFORMES FECALES
12-13/01/2017	EG	Compuesto 24 Horas	-	645.00	1,161.94	2.70	275.00	31.00	-	9.72	3.50E+08
21-22/03/2017	EG	Compuesto 24 Horas	7.31	757.00	1,509.76	3.20	61.00	61.00	-	-	1.70E+08
16-17/05/2017	EG	Compuesto 24 Horas	7.32	450.00	963.75	2.30	277.00	63.00	-	-	4.90E+07
27-28/06/2017	EG	Compuesto 24 Horas	7.18	729.00	1,105.47	3.00	303.00	16.00	-	-	5.40E+08
11-12/07/2017	EG	Compuesto 24 Horas	7.17	432.00	967.38	4.70	404.00	60.00	-	-	7.90E+07
22-23/08/2017	EG	Compuesto 24 Horas	7.02	427.00	738.28	-	332.00	81.00	-	-	3.30E+07
23-24/01/2018	EG	Compuesto 24 Horas	7.26	608.00	1,077.20	3.60	630.00	78.00	45.41	17.84	7.90E+07
02-03/10/2018	EG	Compuesto 24 Horas	7.42	513.00	1,211.38	1.90	265.00	26.00	-	11.91	1.60E+09
PROMEDIO :			7.24	570.13	1,091.89	3.06	318.38	52.00	45.41	13.16	3.63E+08
MÁXIMO:			7.42	757.00	1,509.76	4.70	630.00	81.00	45.41	17.84	1.60E+09
MÍNIMO :			7.02	427.00	738.28	1.90	61.00	16.00	45.41	9.72	3.30E+07

REGISTRO HISTÓRICO CALIDAD DE AGUA AFLUENTE - BOACO											
FECHA	PUNTO MUESTREO	TIPO DE MUESTREO	PH	DBO	DQO	SOLIDOS SEDIMENT.	SÓLIDOS SUSPEND. TOTALES	GRASA Y ACEITES	NITROGENO TOTAL	FOSFORO TOTAL	COLIFORMES FECALES
12-13/01/2017	EG	Compuesto 24 Horas	-	645.00	1,161.94	2.70	275.00	31.00	-	9.72	3.50E+08
21-22/03/2017	EG	Compuesto 24 Horas	7.31	757.00	1,509.76	3.20	61.00	61.00	-	-	1.70E+08
16-17/05/2017	EG	Compuesto 24 Horas	7.32	450.00	963.75	2.30	277.00	63.00	-	-	4.90E+07
27-28/06/2017	EG	Compuesto 24 Horas	7.18	729.00	1,105.47	3.00	303.00	16.00	-	-	5.40E+08
11-12/07/2017	EG	Compuesto 24 Horas	7.17	432.00	967.38	4.70	404.00	60.00	-	-	7.90E+07
22-23/08/2017	EG	Compuesto 24 Horas	7.02	427.00	738.28	-	332.00	81.00	-	-	3.30E+07
23-24/01/2018	EG	Compuesto 24 Horas	7.26	608.00	1,077.20	3.60	630.00	78.00	45.41	17.84	7.90E+07
02-03/10/2018	EG	Compuesto 24 Horas	7.42	513.00	1,211.38	1.90	265.00	26.00	-	11.91	1.60E+09
PROMEDIO :			7.24	570.13	1,091.89	3.06	318.38	52.00	45.41	13.16	3.63E+08
MÁXIMO:			7.42	757.00	1,509.76	4.70	630.00	81.00	45.41	17.84	1.60E+09
MÍNIMO :			7.02	427.00	738.28	1.90	61.00	16.00	45.41	9.72	3.30E+07

6.11 APÉNDICE 11: INFORME DE CUMPLIMIENTO

Según el Decreto 20- 2017, con el fin de informar sobre el avance, efectividad y cumplimiento de la gestión de las aguas residuales a lo interno de la actividad regulada, así como las actividades de seguimiento y control, el ente regulador se obliga a presentar ante ANA y MARENA, un Informe de Cumplimiento (IC) con una periodicidad anual. El contenido del Informe de Cumplimiento se debe centrar en la verificación del cumplimiento y efectividad de los compromisos adquiridos en el Permiso de Vertido. El Informe de Cumplimiento deberá contener como mínimo lo siguiente:

Nombre	Alcance del Informe de cumplimientos
1. Carta de remisión.	– Remitida por la Persona Natural o Jurídica
2. Introducción.	<ul style="list-style-type: none"> – En la presentación del informe de cumplimiento inicial se deberá informar los nombres, cargos y nivel de estudio del personal responsable del cumplimiento y seguimiento del Permiso de Vertido. – Breve descripción de la actividad que se desarrolla, incluyendo materia prima, insumos y químicos que utilizan en su proceso de producción, marco legal relacionado y del objeto del Informe de Cumplimiento.
3. Antecedentes.	– Antecedentes legales del proyecto, obra o actividad, en especial los posteriores a la fecha de otorgamiento de Permiso de Vertido, aplicable únicamente al primer Informe de Cumplimiento
4. Aspectos técnicos.	<ul style="list-style-type: none"> – Registro de aforos, características, volumen de aguas residuales y lodos generados en el periodo informado. – Análisis de los resultados de los parámetros monitoreados en base al reporte emitido por el laboratorio con ensayos acreditados. Se deberá realizar un análisis comparativo del comportamiento de los contaminantes del efluente, con relación al último Informe de Cumplimiento. – Cumplimiento y efectividad de los compromisos adquiridos en el Permiso de Vertido. – Informar de los obstáculos o debilidades encontradas durante el período reportado, si las hubiese, así como de situaciones fortuitas o accidentes en el manejo y funcionamiento del sistema de tratamiento, que originen descargas de aguas residuales con niveles de contaminantes que contravengan los límites máximos permisibles.
5. Programación de actividades relacionadas con el cumplimiento.	<ul style="list-style-type: none"> – Para el primer Informe de Cumplimiento anexar el Cronograma de cumplimiento del Permiso de Vertido y el Cronograma del cumplimiento de los requerimientos de los actos administrativos establecidos por la autoridad ambiental. – Cronograma de Monitoreo y Seguimiento, se deberá informar en todos los Informes de Cumplimiento posteriores.
6. Conclusiones y Recomendaciones.	<ul style="list-style-type: none"> – Presentar las conclusiones de los resultados obtenidos del periodo que comprende el Informe de Cumplimiento – Evaluación del estado actual del sistema y las acciones correctivas y de control vinculadas a mejorar los obstáculos o debilidades encontradas durante el periodo reportado.
7. Apéndices.	– Incluir los reportes completos de los análisis de laboratorios y cualquier otro documento de interés para la autoridad ambiental.