
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO - BID

Proyecto de Saneamiento Básico de La Romana - Programa DR-L1158

Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS)

Abril de 2024



JGP Consultoria e
Participações Ltda.

Rua Américo Brasiliense, 615 - São Paulo
CEP 04715-003 - Fone / Fax 5546-0733
e-mail: jgp@jgpconsultoria.com.br

Proyecto de Saneamiento Básico de La Romana - Programa DR-L1158

Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS)

Abril de 2024

SUMÁRIO

1.0 Introducción	1
1.1 Justificación para la Implementación del Proyecto	2
2.0 Marco Institucional y Legal	3
2.1 Normas de Desempeño Ambiental y Social (NDAS) del BID Aplicables al Proyecto	3
2.2 Marco Legal Dominicano Aplicable	7
3.0 Estudio de Alternativas	11
3.1 Alternativas de Macroestructura de Recolección del Sistema de Alcantarillado	11
3.1.1 Alternativa 1 - Recolección 100% por Bombeo y PTAR	11
3.1.1.1 Alternativa 1A - Recolección 100% por Bombeo, PTAR y Colectores Maestros con Zanja Abierta	12
3.1.1.2 Alternativa 1B - Recolección 100% por Bombeo, PTAR y Colectores Maestros con Tramos en Microtunelación	14
3.1.2 Alternativa 2 - Recolección Mixta (Bombeo-gravedad) y PTAR	16
3.1.2.1 Alternativa 2A - Recolección Mixta (Bombeo-gravedad), PTAR y Colectores Maestros con Zanja Abierta	17
3.1.2.2 Alternativa 2B - Recolección Mixta (Bombeo-gravedad), PTAR y Colectores Maestros con Tramos en Microtunelación	19
3.1.3 Alternativa 3 - Recolección 100% por Bombeo, Pretratamiento Avanzado con Emisario Submarino	21
3.1.4 Comparación de las Alternativas	24
3.2 Ajuste Fino del Trazo de los Colectores o del Método Constructivo	26
3.3 Alternativas de Emplazamiento y de Tipo de tratamiento para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales – PTAR	34
3.3.1 Alternativas de Emplazamiento de la PTAR	34
3.3.2 Alternativas de Sistema de Tratamiento	39
3.3.2.1 Planta de Tratamiento de Nivel Terciario	39
3.3.2.2 Pretratamiento Avanzado	41
3.4 Alternativas de Ubicación y Longitud del Emisario Submarino	42
4.0 Descripción del Proyecto	60
4.1 Áreas de Drenaje (Cuencas de Contribución)	60
4.2 Datos Poblacionales y Caudales	63
4.2.1 Estudios de Población de Diseño	63
4.2.2 Parámetros de Proyecto	65
4.2.3 Caudales de Diseño	67
4.3 Unidades del Sistema de Alcantarillado Sanitario Previstas	68

4.3.1 Red de Alcantarillado	68
4.3.2 PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado	76
4.3.3 Emisario Submarino	80
4.4 Métodos Constructivos	85
4.4.1 Limpieza, Desbroce y Desmonte	85
4.4.2 Instalación de Tuberías de la Red de Alcantarillado	86
4.4.2.1 Excavaciones	86
4.4.2.1.1 Volúmenes de Movimientos de Tierra	92
4.4.2.2 Preparación de las Zanjas e Instalación de Tuberías	94
4.4.2.3 Microtunelación	95
4.4.3 Áreas de Préstamo y Áreas de Disposición de Material Excedente	101
4.5 Logística	102
4.5.1 Campamentos de Construcción	102
4.5.2 Mano de Obra	102
4.5.3 Cronograma	102
4.6 Inversiones	103
4.7 Operación y Mantenimiento del Proyecto	105
4.7.1 Sistema de Alcantarillado	105
4.7.2 Estaciones de Bombeo	107
4.7.3 PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado y Emisario	108
4.7.3.1 Operación	108
4.7.3.2 Mantenimiento	110
5.0 Diagnóstico Ambiental y Social	114
5.1 Definición de las Áreas de Influencia	114
5.2 Medio Físico	117
5.2.1 Área de Influencia Indirecta	117
5.2.1.1 Clima	117
5.2.1.1.1 Clasificación Climática	118
5.2.1.1.2 Precipitación y Temperatura	118
5.2.1.1.3 Eventos Extremos	121
5.2.1.2 Recursos Hídricos	125
5.2.1.2.1 Recursos Hídricos Superficiales	125
5.2.1.2.2 Recursos Hídricos Subterráneos	129
5.2.1.3 Geología	134
5.2.1.4 Geomorfología	144
5.2.1.5 Suelos	150
5.2.2 Área de Influencia Directa	155
5.2.2.1 Calidad del Agua Marina	155
5.3 Medio Biótico	161
5.3.1 Área de Influencia Indirecta	161
5.3.1.1 Vegetación y Flora	161
5.3.1.2 Fauna Terrestre	169
5.3.1.3 Fauna Acuática y Algas	182
5.3.2 Área de Influencia Directa y Área Directamente Afectada	186
5.3.2.1 Vegetación y Flora	186
5.3.2.2 Fauna Terrestre	212
5.3.2.3 Fauna Acuática	217

5.3.3 Área de Interés para la Biodiversidad	233
5.3.3.1 Áreas Protegidas (AP)	233
5.3.3.2 Otras Áreas de Interés para la Biodiversidad	246
5.3.4 Análisis y Determinación de Hábitats Críticos	248
5.3.4.1 Criterio 1	249
5.3.4.2 Criterio 2	250
5.3.5.3 Criterio 3	255
5.3.4.4 Criterio 4	255
5.3.5.5 Criterio 5	256
5.3.5.6 Criterio 6	257
5.4 Medio Socioeconómico	259
5.4.1 Área de Influencia Indirecta	260
5.4.1.1 Demografía	260
5.4.1.2 Salud	264
5.4.1.3 Educación	267
5.4.1.4 Vivienda y Servicios Básicos	270
5.4.1.5 Economía	273
5.4.2 Área de Influencia Directa y Área Directamente Afectada	276
5.4.2.1 Uso y Ocupación del Suelo en el AID/ADA	276
5.4.2.2 Condiciones de Salud y Contaminación Ambiental	280
5.4.2.2.1 Condiciones de salud	281
5.4.2.2.2 Contaminación ambiental	282
5.4.2.3 Análisis de Género y Condiciones de Riesgo de Violencia de Género, Explotación Sexual, Trata y Discriminación hacia Grupos Vulnerables	283
5.4.2.2 Información sobre Tenencia de los Predios	296
5.4.2.3 Establecimientos Comerciales	296
5.4.2.4 Garajes no Comerciales	308
5.4.2.5 Transporte	308
5.5 Participación e Información Pública	310
5.5.1 Consulta Pública del Proyecto	310
5.5.2 Mecanismos de Consulta y/o Participaciones Existentes en el Área de Influencia	310
5.5.3 Percepciones sobre el Proyecto	311
6.0 Análisis de los Impactos Ambientales y Sociales	312
6.1 Identificación y Caracterización de los Impactos	312
6.1.1 Referencia Metodológica General	312
6.1.2 Acciones Impactantes	317
6.1.3 Identificación de Impactos Potenciales y Análisis de los Impactos Resultantes	327
6.1.3.1 Medio Físico	329
6.1.3.2 Medio Biótico	338
6.1.3.3 Medio Socioeconómico	350
6.1.4 Identificación y Evaluación de Riesgos Asociados al Proyecto	372
6.1.4.1 Medio Físico	372
6.1.4.2 Medio Biótico	378
6.1.4.3 Medio Socioeconómico	386
6.1.5 Análisis de Riesgos de Desastres y Cambios Climáticos – La Romana	394

7.0 Plan de Gestión Ambiental y Social (PGAS)	412
7.1 P.01 - Plan de Control Ambiental de la Construcción	412
7.2 P.02 - Programa de Gestión Ambiental y Social	447
7.3 P.03 - Plan de Participación de las Partes Interesadas	459
7.4 P.04 – Programa de Salud y Seguridad Laboral	477
7.5 P.05 – Programa de Gestión del Trabajo y Condiciones Laborales	484
7.6 P.06 - Plan de Respuesta a Emergencias para la Fase de Construcción	494
7.7 P.07 - Plan de Reasentamiento y Compensaciones	499
7.8 P.08 - Programa de Reparación de Daños Causados por las Obras	507
7.9 P.09 - Plan de Respuesta a Emergencias para la Fase de Operación	510
7.10 P.10 - Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase de Operación	517
7.11 P.11 - Programa de Monitoreo de la Biota Acuática Marina	533
7.12 P.12 – Programa de Recuperación de Arrecifes de Coral	538
7.13 P.13 – Plan de Acción de Biodiversidad (PAB)	573
7.14 P.14 – Plan de Prevención y Atención de la Violencia de Género	575
8.0 Conclusión	580
9.0 Referencias Bibliográficas	583
10.0 Equipo Técnico	589
ANEXOS	
Anexo 1 – Marco Legal Dominicano Aplicable	
Anexo 2 – Plan de Consultas	
Anexo 3 – Percepciones sobre el Proyecto de Saneamiento La Romana	

1.0 Introducción

Este informe corresponde al Estudio de Impacto Ambiental y Social – EIAS elaborado para el Proyecto de Saneamiento Básico de La Romana, que consiste en la construcción de redes secundarias, interceptores y una planta de tratamiento de agua residual con disposición a través de emisario submarino.

Las obras de infraestructura que forman parte del Proyecto La Romana incluyen:

- Construcción del alcantarillado de los municipios de La Romana y Villa Hermosa, Provincia de La Romana: extensión y renovación de cerca de 30 km de colectores y líneas de impulsión; construcción de dos estaciones de bombeo (EDB) equipadas con bombas sumergidas; y construcción de 416.36 km de redes secundarias de alcantarillado.
- Construcción de planta de tratamiento de aguas residuales – PTAR y emisario submarino:
 - construcción de una PTAR; y
 - construcción de un emisario submarino de cerca de 1,540 metros de longitud que llevará las aguas residuales tratadas a un punto donde la pluma de contaminación está suficientemente alejada de la costa. La construcción del emisario se realizará mediante micro tunelamiento (*pipe jacket*).

El EIAS se elaboró siguiendo la estructura propuesta en los Términos de Referencia del BID y en el Plan de Trabajo aprobado, estando organizado como se describe a continuación.

A continuación de este **Capítulo 1.0**, de **Introducción y Antecedentes** y en el que se presentan las justificaciones para la implementación del Proyecto, está el **Capítulo 2.0 – Descripción del Proyecto**, incluyendo información sobre la red de alcantarillado a implementar, las estaciones de bombeo, la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y el Emisario Submarino a ser construidos. También incluye información sobre los principales métodos de construcción que se utilizarán para los diferentes componentes del Proyecto, y sobre la logística de construcción, incluidas las áreas de apoyo que se utilizarán, el cronograma de construcción y el número de trabajadores estimado.

El **Capítulo 3.0** presenta el **Estudio de Alternativas** realizado para algunos de los componentes del Proyecto, incluyéndose alternativas de localización y tecnológicas.

El **Capítulo 4.0** presenta el **Marco Normativo** aplicable, incluyendo tanto la legislación dominicana como las normas de desempeño ambientales y sociales del Marco de Política del BID y otros estándares internacionales a cumplir.

El **Capítulo 5.0** incluye información primaria y secundaria sobre los diversos componentes de los Medios Físico, Biótico y Socioeconómico en las áreas de influencia del Proyecto, a fin de conformar un **Diagnóstico y Caracterización Socioambiental** de dichas áreas que sirva de base para la **Identificación y Evaluación de los Impactos del Proyecto**, que se presenta en el **Capítulo 6.0** siguiente.

El **Capítulo 7.0** presenta el conjunto de Programas Socioambientales y las respectivas medidas de prevención, mitigación, control, monitoreo y compensación propuestas en vista de los

impactos del Proyecto identificados. Estos programas están consolidados en el **Plan de Gestión Ambiental y Social - PGAS**.

El **Capítulo 8.0** presenta las **Conclusiones** sobre la viabilidad ambiental y social del proyecto, el Capítulo 9.0 las **Referencias Bibliográficas** y el **Capítulo 10.0** el **Equipo Técnico** responsable de la elaboración del estudio.

1.1

Justificación para la Implementación del Proyecto

La Provincia de La Romana, formada por los municipios La Romana, Guaymate y Villa Hermosa, por los Distritos Municipales La Caleta y Km. 10 de Cumayasa y por la isla Saona, tenía 287,915 habitantes en 2022, según el último censo¹.

De acuerdo con el Plan Estratégico de COAROM 2021-2024, la Provincia presenta déficit en el servicio de agua potable y alcantarillado, principalmente en cuanto a la cobertura del último, cuya situación es considerada grave. En la región Yuma hay 10.2% de viviendas conectadas al alcantarillado sanitario y de ese total, La Romana tiene solo el 0.01% con respecto a la población total de la provincia. Eso es grave siendo ésta una provincia turística. La Romana cuenta con una sola planta de tratamiento, en el municipio Guaymate, que actualmente está inhabilitada. En la ciudad de la Romana, municipio cabecera, no hay planta de tratamiento de aguas residuales.

Según el Informe básico 2022 de ENHOGAR², solo el 3.6% de los hogares de la Provincia La Romana tiene inodoros conectados al sistema de alcantarillados, con la gran mayoría de hogares conectados a pozos sépticos. En el municipio de la Romana, la solución utilizada por la población son los pozos sépticos, que contribuyen a contaminación del subsuelo y las aguas subterráneas porque no se realiza un tratamiento adecuado para su descarga y eso mismo sucede con un porcentaje mínimo de sistema de alcantarillado de proyectos privados.

El Plan Estratégico asume que esta es una problemática social que corresponde a la COAROM como responsable de la administración del agua potable y alcantarillado en la Provincia. La deficiencia de ambos servicios, según el Plan, se presenta en dos formas:

- Población con insuficiencia del servicio: segmento de la población que tiene el servicio instalado en la vivienda, pero le llega con intermitencia.
- Población con inexistencia total del servicio a través de la red pública.

Según el Plan Estratégico, los esfuerzos orientados a estructurar acciones para enfrentar la problemática de cobertura de saneamiento en la Provincia La Romana se han quedado en planteamiento hasta el momento. Sin embargo, en el periodo 2021-2024 COAROM tiene la visión de ir cerrando brechas de desigualdad en la cobertura del agua potable, y también en la cobertura de alcantarillado en La Romana, siendo este último una necesidad para el desarrollo de esa Provincia turística.

La implementación del alcantarillado de los Municipios de la Romana y Villa Hermosa y la construcción de la planta de tratamiento en ambos municipios, además de la rehabilitación de

¹ ONE. X Censo. Boletín Censal N° 26. Agosto de 2023.

² ONE. Encuesta Nacional de Hogares de Propósitos Múltiples - ENHOGAR. Informe básico 2022.

la planta de tratamiento de Guaymate se indicaban en el Plan Estratégico 2021-2024 como acciones a ser incluidas en la proyección de inversiones de CORAAROM con el objetivo de alcanzar el mejoramiento ambiental y de salubridad.

2.0

Marco Institucional y Legal

2.1

Normas de Desempeño Ambiental y Social (NDAS) del BID Aplicables al Proyecto

Las Normas de Desempeño Ambiental y Social (NDAS) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) que deben ser observadas en el ámbito de ejecución del Proyecto La Romana son:

- **NORMA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL Y SOCIAL (NDAS) 1 - Evaluación y Gestión de los Riesgos e Impactos Ambientales y Sociales**

Se relaciona con la gestión del desempeño ambiental y social durante un proyecto. Requiere el establecimiento y mantenimiento de un Sistema de Gestión Ambiental y Social (SGAS) para gestionar los riesgos e impactos ambientales y sociales del proyecto de una manera estructurada, sistemática y constante y para identificar y apoyar a los terceros que tienen la responsabilidad de evaluar y gestionar algunos riesgos e impactos ambientales y sociales relacionados con el proyecto.

Según el nivel de riesgo e impacto del proyecto, se exige la utilización de uno o más instrumentos e impactos como, entre otros, una evaluación de impactos ambientales y sociales, una evaluación ambiental y social estratégica, una evaluación de impacto ambiental y social regional, una evaluación del riesgo de desastres, un plan de gestión ambiental y social, un plan de reasentamiento, un plan de gestión del riesgo de desastres y planes sobre pueblos indígenas.

La NDAS 1 también establece que los proyectos y sus impactos no deben infringir los derechos humanos de los demás y requiere el establecimiento de mecanismo de manejo de reclamos efectivo, que puede facilitar una indicación temprana (y una solución rápida) para quienes consideren que las acciones del proyecto los han perjudicado.

- **NORMA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL Y SOCIAL (NDAS) 2 - Trabajo y Condiciones Laborales**

Establece Políticas y procedimientos de gestión laboral, considerando derechos y deberes de los trabajadores de acuerdo con la legislación nacional en el ámbito laboral y de empleo; el principio de la no discriminación e igualdad de oportunidades; medidas para orientar la reducción de la fuerza laboral en el término del proyecto; y el establecimiento de un mecanismo de reclamación para los trabajadores.

También requiere el establecimiento e implementación de procedimientos de salud y seguridad en el trabajo, incluyendo la identificación de peligros para los trabajadores, el establecimiento de medidas de prevención y protección, la capacitación de los trabajadores en SST, medidas de prevención, preparación y respuesta en casos de emergencia, además de la gestión de Trabajadores contratados por terceros y de Trabajadores en la cadena de suministro principal.

- NORMA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL Y SOCIAL (NDAS) 3 - Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención de la Contaminación

Enfoca en la gestión de recursos (agua, energía), en la prevención y control de la contaminación, y en evitar y minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero.

Requiere la adopción de medidas, tecnologías y prácticas de mitigación adecuadas para utilizar los recursos de forma eficiente y eficaz, prevenir y controlar la contaminación, y evitar y minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero, en consonancia con tecnologías y prácticas difundidas a escala internacional.

- NORMA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL Y SOCIAL (NDAS) 4 - Salud y Seguridad de la Comunidad

Establece la necesidad de medidas para evitar o minimizar los riesgos e impactos que las actividades relacionadas con el proyecto puedan suponer para la salud y la seguridad de la comunidad y, en particular, para los grupos vulnerables, además de medidas para evitar o minimizar los riesgos e impactos para el proyecto que puedan derivarse de amenazas naturales o el cambio climático.

Exige una evaluación de los riesgos e impactos del proyecto para la salud y la seguridad de las personas afectadas y la proposición de medidas de mitigación acordes con la naturaleza y magnitud de estos riesgos e impactos, incluyendo la gestión y seguridad de materiales peligrosos. Se requiere también la evaluación de los riesgos a las comunidades relacionados a impactos del proyecto en servicios ecosistémicos (ejemplos: cambios en el uso de la tierra; disminución o degradación de los recursos naturales, como disponibilidad de agua dulce, por ejemplo).

Requiere medidas para evitar la exposición de la comunidad a enfermedades, y un Plan con medidas de preparación y respuesta ante emergencias; además de medidas para contratación, normas de conducta, capacitación, equipamiento y supervisión de trabajadores directos o contratados para brindar seguridad.

- NORMA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL Y SOCIAL (NDAS) 5 - Adquisición de Tierras y Reasentamiento Involuntario

Aborda los impactos de la adquisición de tierras relacionadas con el proyecto, incluidas las restricciones sobre el uso del suelo y el acceso a bienes y recursos naturales, que pueden causar el desplazamiento físico (reubicación, pérdida de tierras o morada) o el desplazamiento económico (pérdida de tierras, bienes o restricciones en el uso del suelo, bienes y recursos naturales, lo que ocasiona la pérdida de fuentes de ingreso u otros medios de subsistencia). Establece la adopción de un conjunto extenso de medidas, entre ellas las siguientes:

- Elaborar y ejecutar un plan de acción de reasentamiento de restablecimiento de los medios de subsistencia;
- Considerar diseños para evitar o minimizar el desplazamiento físico o económico, con especial atención a los impactos sobre grupos pobres y vulnerables;
- Normas de indemnización transparentes y aplicadas de manera uniforme a todas las personas afectadas por el proyecto, incluyendo la indemnización de bienes al costo

total de reposición y la indemnización con tierras para personas desplazadas que dependan de la tierra o si la propiedad de la tierra fuera colectiva; el pago de la indemnización antes de tomar posesión de la tierra adquirida; apoyo para el restablecimiento de las redes sociales y otros bienes intangibles a los desplazados; entre otras;

- Establecer un proceso de participación de las partes interesadas durante la planificación, ejecución, seguimiento y evaluación de los pagos indemnizatorios, las actividades de restablecimiento de los medios de subsistencia y el reasentamiento;
- Establecer un mecanismo de reclamación específico de las personas desplazadas y miembros de las comunidades receptoras;
- Presentar y aprobar una auditoría final de conclusión del plan de acción de reasentamiento de restablecimiento de los medios de subsistencia.

- **NORMA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL Y SOCIAL (NDAS) 6 - Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de Recursos Naturales Vivos**

Establece la necesidad de medidas para protección y conservación de la biodiversidad, el mantenimiento de los servicios ecosistémicos y la gestión sostenible de los recursos naturales vivos.

Requiere la aplicación de la jerarquía de mitigación de impactos, con aplicación de medidas adecuadas de evitación, minimización y restauración y solo después medidas de compensación equivalente de biodiversidad; sin embargo, indica que la compensación equivalente de biodiversidad no es aceptable en los casos de hábitats críticos. Para todo proyecto en cualquier tipo de hábitat natural, se debe aplicar medidas para lograr una pérdida neta cero de biodiversidad.

Requiere la evaluación de afectación de hábitats críticos por el proyecto. Para esto, la NDAS 6 lista los 6 criterios que definen un hábitat crítico por su alto valor de biodiversidad. La norma establece también los 5 requisitos a ser cumplidos por los proyectos para que se permita que tenga actividades desarrolladas en hábitats críticos y otros requisitos para que un proyecto pueda estar ubicado en un área legalmente protegida o una zona internacionalmente reconocida. Entre estos requisitos, se indica que el prestatario no puede realizar actividades en hábitat crítico antes haber demostrado que no habrá impactos adverso cuantificable sobre los valores de biodiversidad para los cuales se identifiquen hábitats críticos.

Establece la necesidad de identificar los servicios ecosistémicos prioritarios afectados por el proyecto a través de un proceso de participación de las partes interesadas y adoptar medidas para minimizar los efectos sobre los mismos y medidas que incrementen la eficiencia del uso de los recursos en sus operaciones.

- **NORMA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL Y SOCIAL (NDAS) 7 - Pueblos Indígenas**

No se aplica al Proyecto de Saneamiento La Romana.

- NORMA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL Y SOCIAL (NDAS) 8 - Patrimonio Cultural

Establece medidas de protección al patrimonio cultural a llevar a cabo durante las actividades de los proyectos.

Requiere el cumplimiento de la legislación pertinente respecto de la protección del patrimonio cultural, incluida la legislación nacional, y la aplicación de prácticas internacionales reconocidas para la protección, los estudios de campo y la documentación del patrimonio cultural.

Si se determina que existe una posibilidad de impactos del proyecto sobre el patrimonio cultural, se debe contratar a profesionales competentes para que colaboren en la identificación y protección de dicho patrimonio.

Se debe ubicar y diseñar el proyecto de forma que se eviten impactos adversos importantes para el patrimonio cultural.

Si el proyecto está localizado en zonas donde se espera encontrar elementos del patrimonio cultural durante la construcción o la operación, se debe elaborar un procedimiento de hallazgos fortuitos, para gestionar los hallazgos de patrimonio cultural descubiertos posteriormente.

La NDAS 8 también aborda las medidas necesarias en caso de que se impida el acceso de la comunidad al patrimonio cultural; la retirada de patrimonio cultural reproducible e irreproducible; la afectación de patrimonio cultural crítico; y el uso del patrimonio cultural por parte del proyecto, además de los casos que requieren la consulta con las personas afectadas.

- NORMA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL Y SOCIAL (NDAS) 9 - Igualdad de género

Se debe realizar un análisis previo del proyecto para determinar si entraña posibles riesgos e impactos de género que puedan afectar desproporcionadamente a mujeres, niñas y minorías sexuales y de género. Evaluar la manera en que las relaciones de género en la zona de influencia del proyecto pueden traducirse en impactos desproporcionados por género.

El análisis de género también debe evaluar las medidas más idóneas para gestionar los riesgos e impactos de género, en función de la jerarquía de mitigación, incluyendo:

- I) evitar, minimizar o mitigar los impactos negativos identificados, o bien brindar compensación al respecto con mecanismos que promuevan la igualdad de género; y
- II) asegurarse de que las personas de distintos géneros, incluidas las mujeres y las minorías sexuales y de género, que puedan verse afectadas por el proyecto, reciban beneficios sociales y económicos iguales a los recibidos por otros miembros de la comunidad, evitando con ello reforzar las desigualdades de género.

Se requiere gestionar los impactos desproporcionados en situaciones de reasentamiento físico involuntario o desplazamiento económico, y evaluar y gestionar la violencia sexual y de género relacionada con los proyectos.

Además, los procesos de consulta deben considerar la participación equitativa de personas de todos los géneros.

- NORMA DE DESEMPEÑO AMBIENTAL Y SOCIAL (NDAS) 10 - Participación de las Partes Interesadas y Divulgación de Información

Requiere que se elabore y ejecute un plan de participación de las partes interesadas acorde con la naturaleza y escala del proyecto y sus posibles riesgos e impactos, y con las circunstancias a nivel de proyecto para dicha participación.

El plan debe prever la Identificación y análisis de las partes interesadas y la descripción de los métodos de interacción con dichas partes durante todo el ciclo de vida del proyecto, incluyendo:

- Divulgación de información;
- Un proceso de consulta significativa que brinde a las personas afectadas por el proyecto y a otras partes interesadas pertinentes la oportunidad de manifestar sus opiniones sobre los riesgos, impactos y medidas de mitigación del proyecto, así como sobre el acceso a oportunidades potenciales y beneficios de desarrollo, sin temor a sufrir represalias, y que permita al prestatario considerarlas y darles respuesta.
- Establecimiento de un Mecanismo de reclamación.

2.2

Marco Legal Dominicano Aplicable

En el **Anexo 1** se presenta un listado exhaustivo de las principales leyes y reglamentos dominicanos sobre temas que incluyen: Legislación Específica del Sector de Saneamiento; Licenciamiento Ambiental; Control de la Contaminación (manejo de residuos sólidos, gestión de productos peligrosos, protección de recursos hídricos y suelos, calidad del aire y control de ruido); Protección de la Biodiversidad; Patrimonio Histórico, Cultural y Arqueológico; Procesos de Expropiación y Reasentamiento; Salud Ocupacional y Seguridad del Trabajo; Legislación Laboral; Género; Gases de Efecto Invernadero; y Gestión de Desastres Naturales y Respuesta a Emergencias.

En el **Cuadro 2.2.a** siguiente se resumen las principales normativas que regulan las acciones que deben llevarse a cabo para obtener permisos y autorizaciones necesarios para el Proyecto.

Cuadro 2.2.a

Resumen de la normativa que requiere acciones a ser llevadas a cabo para el cumplimiento legal del Proyecto

Tema	Normativa	Observaciones
Licenciamiento Ambiental	Ley N° 64/2000, ley general sobre medio ambiente y recursos naturales	Las obras a ser realizadas en el marco del Proyecto La Romana, al implicar mejoras de las instalaciones existentes, requerirán un Informe Ambiental y un Plan de Manejo y Adecuación Ambiental (PMAA) y obtención de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA).
	Resolución N° 05/2002, que crea el reglamento del sistema de permisos y licencias ambientales y establece los procedimientos para la tramitación del permiso ambiental de instalaciones existentes	Según el Anexo B da Resolución N° 02/2011, que define las categorías de proyectos o actividades, las obras que se llevarán a cabo como parte del Proyecto pueden clasificarse como Categoría A (proyecto con impactos potenciales significativos, a los cuales se les requiere un Estudio de Impacto Ambiental, y le corresponde una Licencia Ambiental). Incluyen, entre otras obras, las de: <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de alcantarillado sanitario para servir poblaciones de más de 100,000 habitantes equivalentes • Planta de tratamiento de aguas residuales municipales para servir poblaciones de más de 100,000 habitantes equivalentes • Emisarios Submarinos
	Resolución N° 02/2011, que promulga el Reglamento del Sistema de Autorizaciones Ambientales, y sus Anexos: A. el Procedimiento de Autorizaciones Ambientales y B. el Listado de Proyectos o Actividades por Categoría	
	Resolución N° 13/2014, que emite el “Compendio de Reglamentos y Procedimientos para Autorizaciones Ambientales de la República Dominicana. Deroga la Resolución N° 09/2013. Modificado por la Resolución N° 0053/2022	El Anexo A de la Resolución N° 13/2014 confirma como Categoría A los Sistemas de alcantarillado sanitario para servir poblaciones de más de 100,000 habitantes equivalentes y los emisarios submarinos. Sin embargo, no incluye las Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en la lista de actividades. <p>Vista pública - Se requiere por lo menos una vista pública en la zona de influencia del Proyecto Categoría A (Art. 37).</p> <p>Informes de cumplimiento - El titular de la licencia ambiental deberá tener un responsable ambiental, cumplir con el PMAA y presentar los informes de cumplimiento ambiental (ICA) en la periodicidad establecida en la autorización.</p> <p>Procedimiento para las autorizaciones temáticas ambientales – se necesitará solicitar:</p>

Cuadro 2.2.a

Resumen de la normativa que requiere acciones a ser llevadas a cabo para el cumplimiento legal del Proyecto

Tema	Normativa	Observaciones
		<ul style="list-style-type: none"> • Autorización para investigaciones relacionadas con las áreas protegidas y la biodiversidad del Viceministerio de Áreas Protegidas y Biodiversidad; • Autorización para investigaciones en zona costero-marina del Viceministerio de Recursos Costeros y Marinos; • Durante las obras, se necesitarán las siguientes autorizaciones del Viceministerio de Suelos y Agua: <ul style="list-style-type: none"> – Autorización para transporte y disposición final de escombros; – Autorización de aprovechamiento de materiales de la corteza terrestre
	Resolución N° 0053/2022, que modifica los requisitos del procedimiento de evaluación ambiental y de las autorizaciones temáticas que emite el MIMARENA	<p>Según el Art. 1º de la Resolución N° 0053/2022, ya no es necesario incluir la Carta de no-objeción de uso de suelo del ayuntamiento correspondiente en la documentación para ingresar al proceso de evaluación ambiental (ítem 3.1 del Procedimiento de Evaluación Ambiental).</p> <p>Los beneficiarios de las Licencias y Permisos Ambientales emitidos por MIMARENA, así como los beneficiarios de las Autorizaciones temáticas, tendrán la responsabilidad de gestionar y obtener por ante el Ayuntamiento correspondiente la Certificación de No Objeción de Uso de Suelo para iniciar las operaciones y/o la construcción de la obra y/o proyecto.</p> <p>Las obras que se realizarán en el Proyecto La Romana requerirán la obtención de Certificación de No Objeción de Uso de Suelo de los Ayuntamientos de La Romana y Villa Hermosa.</p>
	-	<p>Autorización de las respectivas Municipalidades para el emplazamiento de depósitos de materiales y áreas de descanso de trabajadores.</p> <p>Autorización de las respectivas Municipalidades para la realización de las obras.</p>
Control de la Contaminación	Resolución N° 13/2014, que emite el “Compendio de Reglamentos y Procedimientos para Autorizaciones Ambientales de la República Dominicana. Deroga la Resolución N° 09/2013. Modificado por la Resolución N° 0053/2022	<p>El procedimiento para las autorizaciones temáticas ambientales establece la necesidad de obtención de algunos permisos del Viceministerio de Suelos y Agua por parte de los Contratistas antes del inicio de las obras:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Permiso para transporte y disposición final de escombros (requisitos en el ítem 4.5.2); – Permiso de construcción y explotación de pozos para uso de aguas subterráneas (requisitos en el ítem 4.5.3); – Permiso de descarga de aguas residuales al suelo y subsuelo (requisitos en el ítem 4.5.4).

Cuadro 2.2.a

Resumen de la normativa que requiere acciones a ser llevadas a cabo para el cumplimiento legal del Proyecto

Tema	Normativa	Observaciones
	Resolución N° 02/2006, que promulga el reglamento para la gestión de sustancias y desechos químicos peligrosos en la Republica Dominicana	Requiere el registro y el permiso de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales para la gestión de sustancias, materiales o residuos peligrosos. Este permiso deberá ser requerido en caso de implementación por parte de los Contratistas de depósitos de estos residuos en las áreas de apoyo a las obras.
	-	Autorización del ayuntamiento para disposición de residuos inertes de obra, disposición de residuos de talleres, de residuos de mantenimiento de equipos y otros.
Protección de la Biodiversidad	Resolución N° 13/2014, que emite el “Compendio de Reglamentos y Procedimientos para Autorizaciones Ambientales de la República Dominicana. Deroga la Resolución N° 09/2013. Modificado por la Resolución N° 0053/2022	Debido a los estudios y posteriormente las obras a realizar dentro del Santuario Marino Arrecifes del Sureste, se requiere la solicitud de un Permiso para estudios de investigaciones relacionadas con las áreas protegidas y la biodiversidad (requisitos en el ítem 4.1.3).
	Ley N° 333/2015. Ley Sectorial sobre Biodiversidad	La extracción de árboles para limpiar las áreas de intervención necesarias para las obras del Proyecto requiere una licencia de MIMARENA según lo establecido en el Art. 18 de la Ley N° 333/2015.
	Normas Técnicas Forestales	Según las Normas Técnicas Forestales, para el corte de árboles se necesita un permiso forestal solicitado a través de un Formulario de Solicitud de Permiso para Corte de Árboles, Limpieza de Terrenos y Desmontes.
	Ley N° 057/2018. Ley Sectorial Forestal de la República Dominicana	El Art. 25 establece que las personas físicas o jurídicas que se dediquen a la explotación de recursos naturales no renovables están obligadas a reforestar las áreas que utilicen conforme se elimine la cubierta arbórea y a proporcionarles mantenimiento durante un mínimo de 4 años, lo que deberá estipularse en la licencia ambiental o en el certificado que la autoriza.
Patrimonio Histórico, Cultural y Arqueológico	Reglamento de Investigaciones Arqueológicas, 2011	Si durante las obras se detecta un bien arqueológico o cultural y se procede con el Procedimiento de Hallazgos Fortuitos, habrá que contratar a un arqueólogo para que lo evalúe y elabore un Proyecto de Rescate o Salvamento , para el que se deberá obtener una autorización del Ministerio de Cultura.

3.0

Estudio de Alternativas

Este capítulo presenta los resultados de los estudios de alternativas realizados para los distintos componentes del Proyecto La Romana, considerando criterios técnicos, económicos y ambientales.

3.1

Alternativas de Macroestructura de Recolección del Sistema de Alcantarillado

Según el Estudio de Factibilidad del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de La Romana – Macroestructura (Paiva *et al.*, 2024), se han estudiado las siguientes alternativas para el diseño de la macroestructura de recolección del sistema de alcantarillado de La Romana.

3.1.1

Alternativa 1 - Recolección 100% por Bombeo y PTAR

En la Alternativa 1, las redes secundarias de las seis cuencas de contribución estarán conectadas a varios colectores maestros ubicados en cada una de las seis cuencas, dos interceptores y dos Estaciones de Bombeo.

La macroestructura de recolección y transporte tiene como destino final una estación de tratamiento de aguas residuales (PTAR) que proporciona un nivel avanzado de tratamiento para los efluentes sanitarios (nivel terciario).

En la Alternativa 1, el primer interceptor (**INT_01**) se ubica en la Avenida Libertad, teniendo como destino final la Estación de Bombeo ROMANA_01, a ser construida en un área en la intersección entre la Avenida Libertad y La Caleta. El interceptor INT_01 tiene una longitud total de 1,518.63 m y diámetro de 600 a 700 mm.

El interceptor **INT_02** recibe el efluente sanitario de la línea de impulsión de la Estación de Bombeo ROMANA_02. Se inicia en una zona al sur del barrio Cucama y finaliza en la entrada de la PTAR. El INT_02 tiene una longitud total de 3,192.21 m y un diámetro de 1,000 mm.

La macroestructura diseñada para la Alternativa 1 cuenta con un total de 11 colectores principales, con una longitud total de 25,485.03 m, con diámetros comprendidos entre 160 y 800 mm, y dos interceptores con longitud total de 4,710.84 m, totalizando 30,195.87 m (**Tabla 3.1.1.a**).

Para la Alternativa 1 se estudiaron dos variantes en cuanto al método de ejecución de las obras de los interceptores y colectores maestros, teniendo en cuenta su ubicación y profundidades y teniendo como referencia principal el estudio de estabilidad de las excavaciones llevado a cabo.

Tabla 3.1.1.a

Tabla resumen de interceptores y colectores maestros en la Alternativa 1

Tipo de Colector	Identificación	Longitud (m)
		Total
Interceptor	INT_01	1,518.63
	INT_02	3,192.21
Colector Maestro	Rio Dulce	1,937.51
	Caamaño Deño_01	884.41
	Padre Abreu	1,375.53
	Ferro Carril	6,399.92
	Central	2,398.66
	Carretera	3,426.13
	Juan Bosch_01	1,897.52
	Juan Bosch_02	345.89
	Doña Olga_01	5,478.11
	Doña Olga_02	213.51
	Cucama	1,127.84
TOTAL GENERAL		30,195.87

Fuente: Factibilidad del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de La Romana – Macroestructura (Paiva et al., 2024).

3.1.1.1

Alternativa 1A - Recolección 100% por Bombeo, PTAR y Colectores Maestros con Zanja Abierta

En la Alternativa 1A se consideró la ejecución de los 30,195.87 m de colectores principales e interceptores por el método tradicional, con zanjas a cielo abierto (ver **Figura 3.1.1.1.a**).

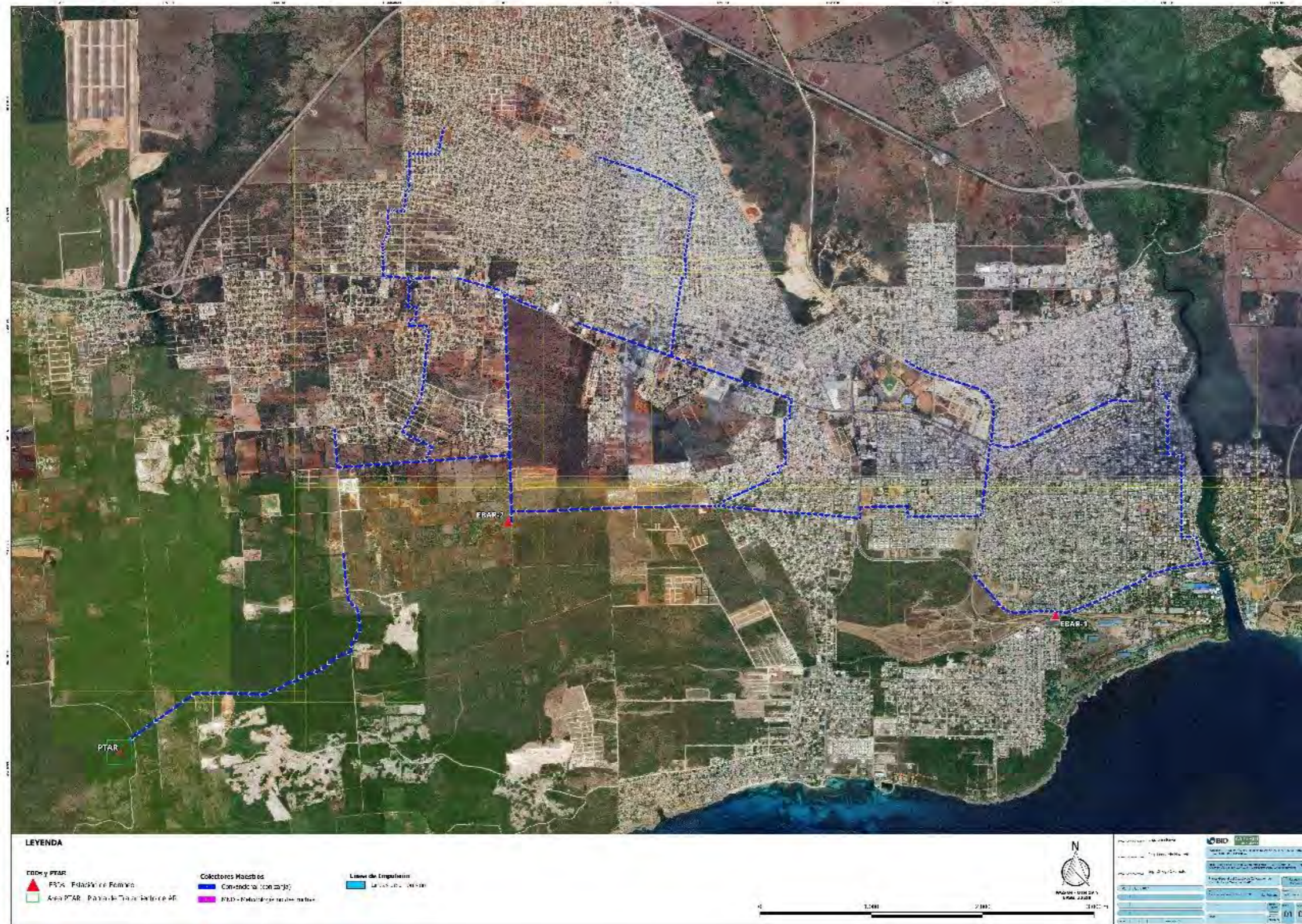
El dimensionamiento hidráulico de estos colectores e interceptores indicó que de la extensión de los colectores principales se tiene un total de 3.704,68 m de colectores con profundidades que varían de 5 a 12 m, para los cuales, según el estudio de estabilidad de las excavaciones, habría que adoptar el modelo de excavación con inclinaciones de 1H:1.5V.

La adopción de este modelo de excavación, con talud, implica la apertura de zanjas con anchuras muy grandes en superficie, con impacto en la circulación de personas, vehículos y mercancías, ya que sería necesario cerrar completamente las calles durante largos periodos de tiempo para realizar las obras.

Debido a que estos colectores están situados en zonas urbanas densamente ocupadas, las actividades de movimiento de tierras durante la apertura de las zanjas podrían poner en peligro la estabilidad de los edificios situados a su alrededor, pudiendo causar daños físicos a estas estructuras, lo que además de daños materiales a la población podría dar lugar a procedimientos judiciales de indemnización.

Teniendo en cuenta los impactos y riesgos sociales y ambientales esperados para esta alternativa, la misma fue descartada.

Figura 3.1.1.1.a
Macroestructura de la Alternativa 1 A



Fuente: Estudio de Factibilidad del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de La Romana – Macroestructura (Paiva et al., 2024).

3.1.1.2

Alternativa 1B - Recolección 100% por Bombeo, PTAR y Colectores Maestros con Tramos en Microtunelación

En esta variante de la Alternativa 1, se ha definido la construcción de los colectores principales con profundidades comprendidas entre 5 y 12 m utilizando el método de microtunelación.

En esta Alternativa 1B, parte de los colectores principales se construyen con zanjas a cielo abierto y parte con tecnología no destructiva (microtunelación). Las cantidades de los componentes para la macroestructura de la Alternativa 1B son las siguientes (**Tabla 3.1.1.2.a**):

Tabla 3.1.1.2.a

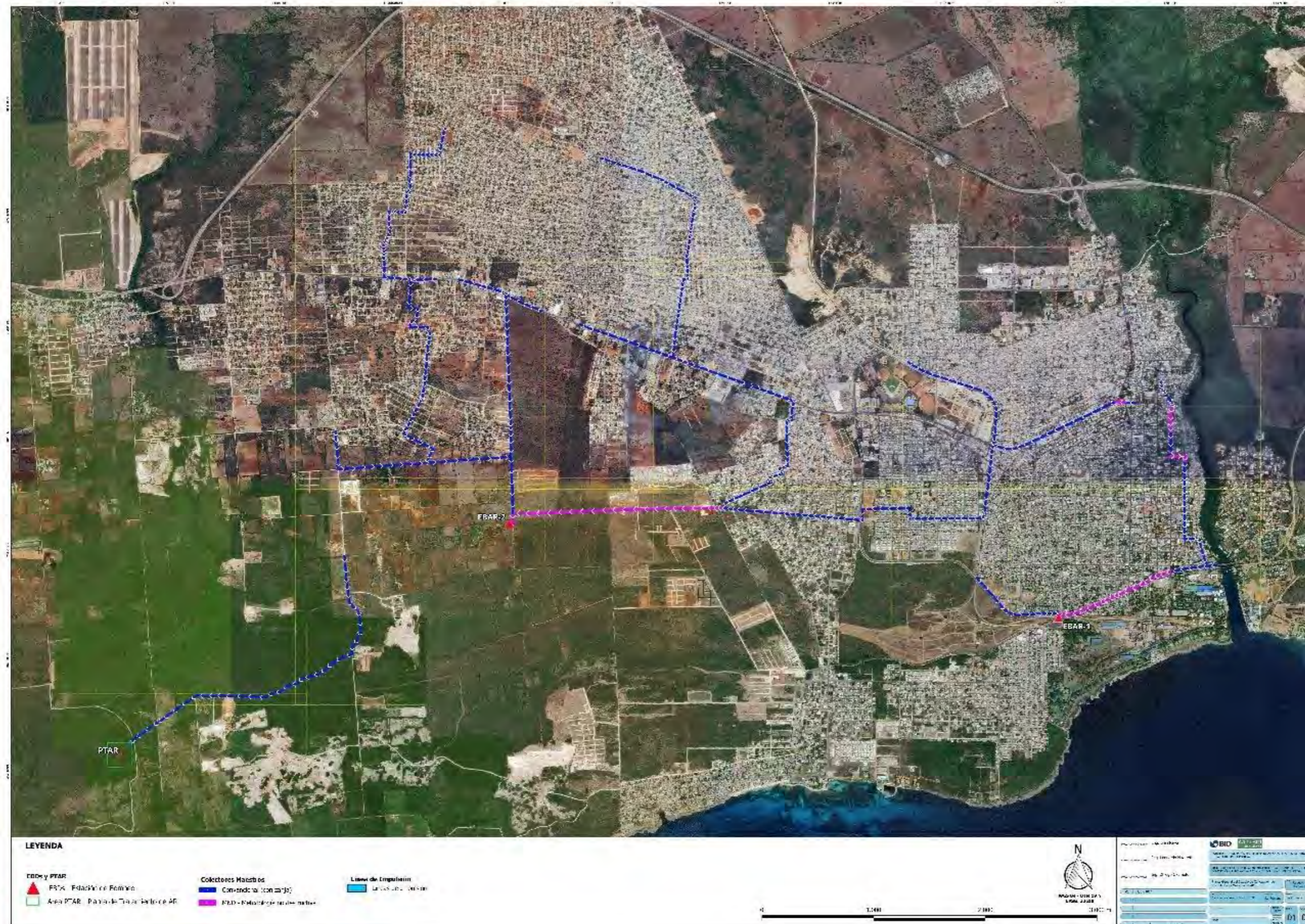
Tabla resumen de interceptores y colectores maestros en la Alternativa 1B

Tipo de Colector	Identificación	Longitud (m)		
		Convencional	MND	Total
Interceptor	INT_01	422.00	1,096.63	1,518.63
	INT_02	3,192.21	0.00	3,192.21
Colector Maestro	Río Dulce	1,519.66	417.85	1,937.51
	Caamaño Deño_01	884.41	0.00	884.41
	Padre Abreu	1,287.74	87.79	1,375.53
	Ferro Carril	4,350.37	2,049.55	6,399.92
	Central	2,398.66	0.00	2,398.66
	Carretera	3,407.91	18.22	3,426.13
	Juan Bosch_01	1,881.88	15.64	1,897.52
	Juan Bosch_02	345.89	0.00	345.89
	Doña Olga_01	5,459.11	19.00	5,478.11
	Doña Olga_02	213.51	0.00	213.51
Cucama	1,127.84	0.00	1,127.84	
TOTAL GENERAL		26,491.19	3,704.68	30,195.87

Fuente: Factibilidad del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de La Romana – Macroestructura (Paiva et al., 2024).

La **Figura 3.1.1.2.a** muestra la concepción de la macroestructura de la Alternativa 1B. Los colectores en color magenta son los indicados para construcción por microtunelación.

Figura 3.1.1.2.a
Macroestructura de la Alternativa 1B



Fuente: Estudio de Factibilidad del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de La Romana – Macroestructura (Paiva *et al.*, 2024).

Las Estaciones de Bombeo ROMANA_01 y ROMANA_02 en la Alternativa 1 tienen las características de caudales medios y de diseño que se muestran en la siguiente **Tabla 3.1.1.2.b**.

Tabla 3.1.1.2.b
Caudales promedios y de diseño de las EBAR en la Alternativa 1

EBD	Qmed2024 (l/s)	Qdiseño2024 [Qp + Inf.] (l/s)	Qmed2054 (l/s)	Qdiseño2054 [Qp + Inf.] (l/s)
EBD-01	124.87	287.19	149.54	331.15
EBD-02	450.23	849.04	549.10	993.42

La Estación de Bombeo ROMANA_01 está ubicada en un área en la intersección entre la Avenida Libertad y La Caleta, en el punto final del interceptor INT_01, encargado de bombear el caudal procedente de las redes de recolección secundaria de las cuencas 1 y 2.

Para la Alternativa 1, la EBAR-01 tiene las características de Hman y potencia de 47.11 m y 237.12 kW. La línea de impulsión en la Alternativa 1 tiene una longitud total de 1,433.33 m y un diámetro de 400 mm.

La Estación de Bombeo ROMANA_02 está ubicada en una zona al sur del barrio Cucama, en el punto final del colector maestro Ferro Carril, encargado de bombear el caudal de las redes de recolección secundaria de todas las cuencas en la Alternativa 1. Para la Alternativa 1, la EBAR-02 tiene las características de Hman y potencia de 31.17 m y 473.49 kW.

3.1.2

Alternativa 2 - Recolección Mixta (Bombeo-gravedad) y PTAR

En esta Alternativa 2, las redes secundarias de las seis cuencas de contribución estarán conectadas a varios colectores maestros ubicados en cada una de las seis cuencas, dos interceptores y dos Estaciones de Bombeo.

La macroestructura de recolección y transporte tiene como destino final una PTAR que proporciona un nivel avanzado de tratamiento para los efluentes sanitarios (nivel terciario).

En esta Alternativa 2, el interceptor **INT_01** tiene las mismas características que en la Alternativa 1. El interceptor **INT_02**, a su vez, en esta Alternativa 2 permite que las redes secundarias de las Cuencas 5 y 6, que comprende todos los barrios del Municipio de Villa Hermosa, se conecten directamente a la PTAR, por gravedad, sin necesidad de pasar por la Estación de Bombeo. El INT_02 recibe el efluente sanitario de la línea de impulsión de la Estación de Bombeo ROMANA_02, así como directamente los caudales del colector maestro Doña Olga.

La macroestructura diseñada para la Alternativa 2 cuenta con un total de 11 colectores principales, con longitud total de 25,761.82 m y diámetros comprendidos entre 160 y 800 mm, y dos interceptores con longitud total de 4,710.84 m, totalizando 30,472.66 m (**Tabla 3.1.2.a**).

Los colectores maestros **Rio Dulce, Caamaño Deño_01, Padre Abreu, Ferro Carril, Central, Carretera, Juan Bosch_02 y Doña Olga_02** son comunes a las dos alternativas estudiadas, con la misma longitud y diámetro.

Los colectores maestros **Juan Bosch_01, Doña Olga_01 y Cucama** tienen características diferentes en el diseño de la Alternativa 2, con trazados ajustados para que los caudales generados en el Municipio de Villa Hermosa sean conducidos directamente por gravedad a la PTAR.

Tabla 3.1.2.a

Tabla resumen colectores maestros e interceptores en la Alternativa 2

Tipo de Colector	Identificación	Longitud (m)
		Total
Interceptor	INT_01	1,518.63
	INT_02	3,192.21
Colector Maestro	Rio Dulce	1,937.51
	Caamaño Deño_01	884.41
	Padre Abreu	1,375.53
	Ferro Carril	6,399.92
	Central	2,398.66
	Carretera	3,426.13
	Juan Bosch_01	2,652.90
	Juan Bosch_02	345.89
	Doña Olga_01	5,791.91
	Doña Olga_02	213.51
	Cucama	335.45
TOTAL GENERAL		30,472.66

Fuente: Factibilidad del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de La Romana – Macroestructura (Paiva et al., 2024).

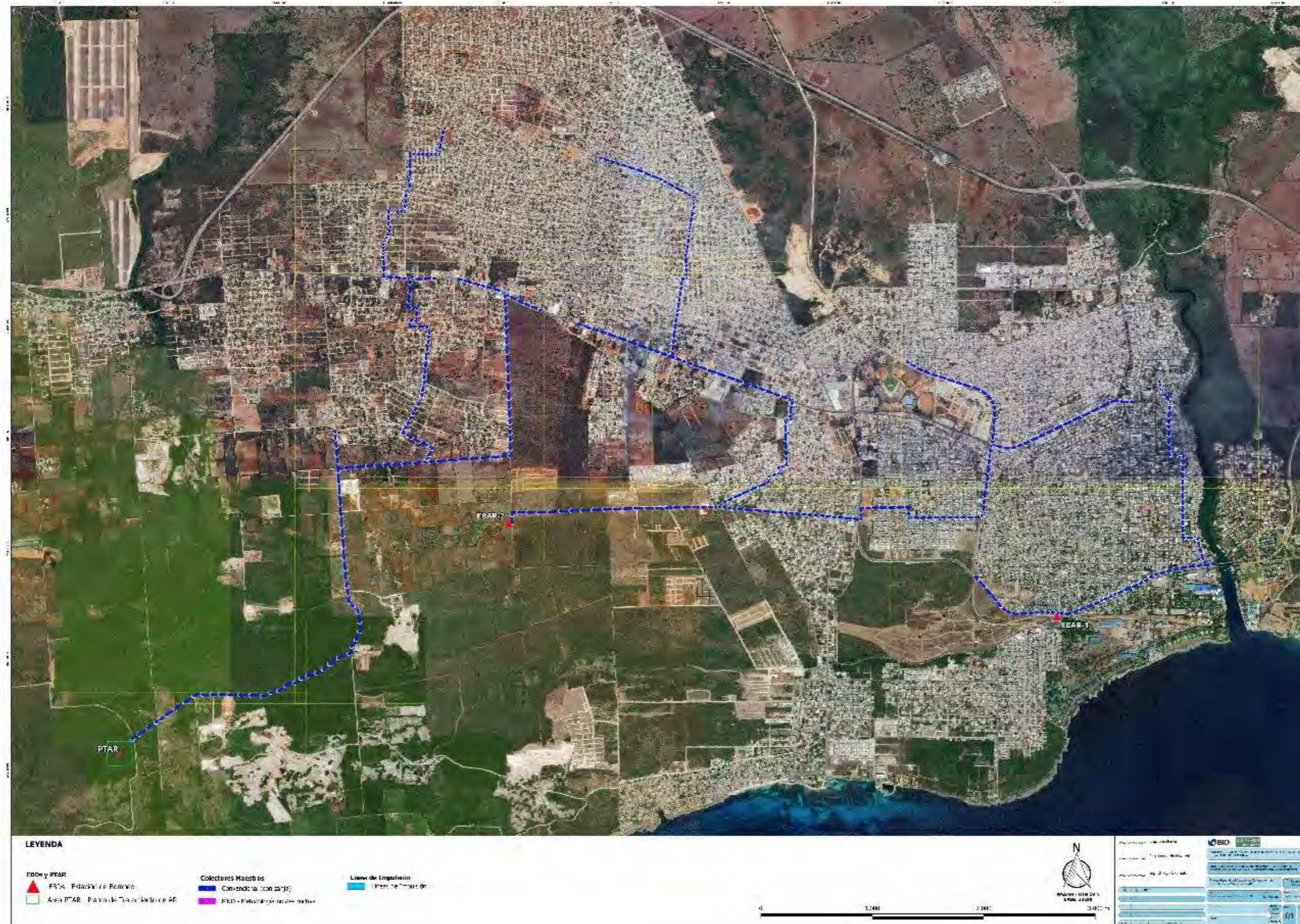
Para esta Alternativa 2 también se estudiaron dos variantes en cuanto al método de ejecución de las obras de los interceptores y colectores maestros, teniendo en cuenta su ubicación y profundidades y teniendo como referencia principal el estudio de estabilidad de las excavaciones mencionado anteriormente.

3.1.2.1

Alternativa 2A - Recolección Mixta (Bombeo-gravedad), PTAR y Colectores Maestros con Zanja Abierta

En esta alternativa se consideró la ejecución de los 30.472,66 m de colectores principales e interceptores por el método tradicional, con zanjas a cielo abierto (ver **Figura 3.1.2.1.a**).

Figura 3.1.2.1.a
Macroestructura de la Alternativa 2A



Fuente: Estudio de Factibilidad del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de La Romana – Macroestructura (Paiva *et al.*, 2024).

El dimensionamiento hidráulico de estos colectores indicó que de la extensión de los colectores principales se tiene un total de 5.672,06 m de colectores con profundidades que varían de 5 a 12 m, para los cuales, según el estudio de estabilidad de las excavaciones, habría que adoptar el modelo de excavación con inclinaciones de 1H:1.5V.

Así como para la alternativa 1A, la adopción de este modelo de excavación, con talud, implica la apertura de zanjas con anchuras muy grandes en superficie, con impacto en la circulación de personas, vehículos y mercancías, ya que sería necesario cerrar completamente las calles durante largos periodos de tiempo para realizar las obras. Estando en zonas urbanas altamente ocupadas, las actividades de movimiento de tierras durante la apertura de las zanjas podrían poner en peligro la estabilidad de los edificios situados a su alrededor, pudiendo causar daños físicos a estas estructuras, lo que además de daños materiales a la población podría dar lugar a procedimientos judiciales de indemnización.

Teniendo en cuenta los impactos y riesgos sociales y ambientales esperados para la Alternativa 2A, la misma fue descartada.

3.1.2.2

Alternativa 2B - Recolección Mixta (Bombeo-gravedad), PTAR y Colectores Maestros con Tramos en Microtunelación

En esta variante de la Alternativa 2, se ha definido la construcción de los colectores principales con profundidades comprendidas entre 5 y 12 m utilizando el método de microtunelación.

En esta Alternativa 2B, parte de los colectores principales se construyen con zanjas a cielo abierto y parte con tecnología no destructiva (microtunelación). Las cantidades de los componentes para la macroestructura de la Alternativa 1B son las siguientes (**Tabla 3.1.2.2.a**):

Tabla 3.1.2.2.a

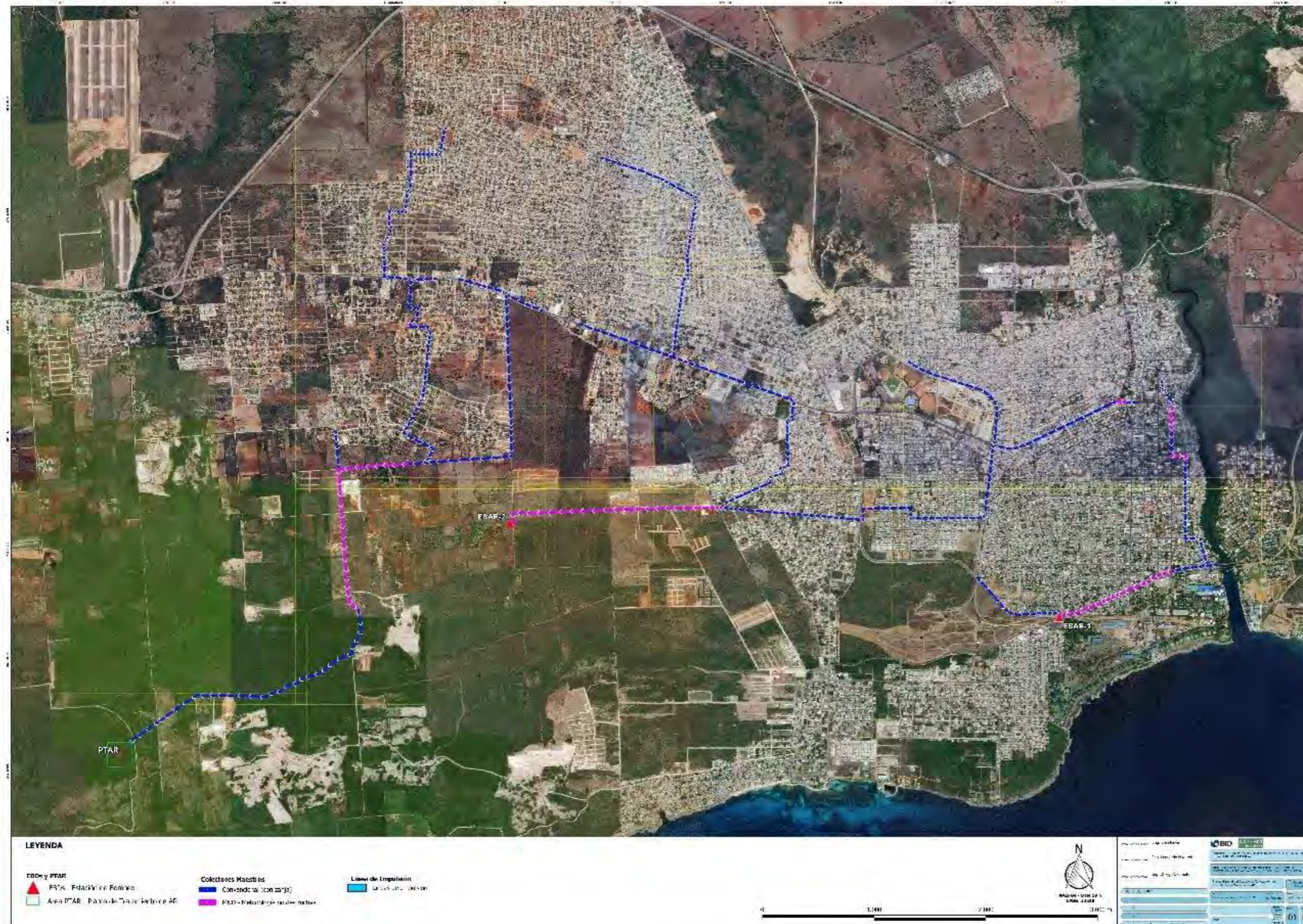
Tabla resumen de interceptores y colectores maestros en la Alternativa 2B

Tipo de Colector	Identificación	Longitud (m)		
		Convencional	MND	Total
Interceptor	INT_01	422.00	1,096.63	1,518.63
	INT_02	2,665.69	526.52	3,192.21
Colector Maestro	Río Dulce	1,519.66	417.85	1,937.51
	Caamaño Deño_01	884.41	0.00	884.41
	Padre Abreu	1,287.74	87.79	1,375.53
	Ferro Carril	4,350.37	2,049.55	6,399.92
	Central	2,398.66	0.00	2,398.66
	Carretera	3,407.91	18.22	3,426.13
	Juan Bosch_01	2,637.26	15.64	2,652.90
	Juan Bosch_02	345.89	0.00	345.89
	Doña Olga_01	4,377.05	1,414.86	5,791.91
	Doña Olga_02	213.51	0.00	213.51
	Cucama	335.45	0.00	335.45
TOTAL GENERAL		24,845.60	5,627.06	30,472.66

Fuente: Factibilidad del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de La Romana – Macroestructura (Paiva et al., 2024).

La **Figura 3.1.2.2.a** muestra la concepción de la macroestructura de la Alternativa 2B. Los colectores en color magenta son los indicados para construcción por microtunelación.

Figura 3.1.2.2.a
Macroestructura de la Alternativa 2B



Fuente: Estudio de Factibilidad del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de La Romana – Macroestructura (Paiva *et al.*, 2024).

Las Estaciones de Bombeo ROMANA_01 y ROMANA_02 en la Alternativa 2 tienen las características de caudales medios y de diseño que se muestran en la siguiente **Tabla 3.1.2.2.b**.

Tabla 3.1.2.2.b

Caudales promedios y de diseño de las EBAR en la Alternativa 2

EBD	Qmed2024 (l/s)	Qdiseño2024 [Qp + Inf.] (l/s)	Qmed2054 (l/s)	Qdiseño2054 [Qp + Inf.] (l/s)
EBD-01	124.87	287.19	149.54	331.15
EBD-02	349.01	679.49	420.12	787.10

La ubicación de las Estaciones de Bombeo en la Alternativa 2 es la misma que en la Alternativa 1. La EBAR-01 también tiene las mismas características de Hman y potencia (47.11 m y 237.12 kW). La EBAR-02, a su vez, tiene diferentes características de Hman y potencia en la Alternativa 2, de 22.20 m y 267.15 kW. La línea de impulsión en la Alternativa 2 tiene una longitud total de 1,635.12 m y un diámetro de 700 mm.

3.1.3

Alternativa 3 - Recolección 100% por Bombeo, Pretratamiento Avanzado con Emisario Submarino

El diseño del sistema colector en la Alternativa 3 es exactamente igual al de la Alternativa 1. La diferencia que presenta esta alternativa es que el efluente sanitario recolectado en la Estación de Bombeo EBAR 02 se direcciona a una unidad de tratamiento preliminar avanzado a ser construida en la misma área de la EBAR 02. Después de pasar por esta unidad de pretratamiento, el efluente es transportado hasta un emisario submarino, destino final del sistema en la Alternativa 3.

En esta Alternativa 3, el interceptor **INT_01** tiene las mismas características que en las Alternativas 1 y 2.

El interceptor **INT_02**, a su vez, recibe el efluente sanitario de la unidad de pretratamiento avanzado y lo transporta a la primera cámara del emisario submarino.

Los colectores principales de la Alternativa 3 son exactamente los mismos que en la Alternativa 1, con diámetros comprendidos entre 160 y 800 mm y las longitudes presentadas en la **Tabla 3.1.1.a**. En la Alternativa 3 el INT_02 tiene una longitud total de 5,692.92 m y un diámetro de 1,000 mm, debido al ajuste de su trazado para acceder directamente a la cámara inicial del emisario. Como resultado, la longitud total de la Alternativa 3 es de 32,696.58 m.

Considerando los análisis realizados en las dos alternativas anteriores en cuanto a los métodos constructivos de los colectores principales, en que se descartó la posibilidad de ejecutarlos sólo con metodologías de zanjeo convencional, en la Alternativa 3 se considerara el mismo criterio de ejecutar parte de los colectores con zanjeo abierto y parte con el uso de microtunelación (**Tabla 3.1.3.a**). La **Figura 3.1.3.a** muestra la concepción de la macroestructura de la Alternativa 3. Los colectores en color magenta son los indicados para construcción por microtunelación.

Tabla 3.1.3.a

Tabla resumen de interceptores y colectores maestros en la Alternativa 3

Tipo de Colector	Identificación	Longitud (m)		
		Convencional	MND	Total
Interceptor	INT_01	422.00	1,096.63	1,518.63
	INT_02	5,692.92	0.00	5,692.92
Colector Maestro	Río Dulce	1,519.66	417.85	1,937.51
	Caamaño Deño_01	884.41	0.00	884.41
	Padre Abreu	1,287.74	87.79	1,375.53
	Ferro Carril	4,350.37	2,049.55	6,399.92
	Central	2,398.66	0.00	2,398.66
	Carretera	3,407.91	18.22	3,426.13
	Juan Bosch_01	1,881.88	15.64	1,897.52
	Juan Bosch_02	345.89	0.00	345.89
	Doña Olga_01	5,459.11	19.00	5,478.11
	Doña Olga_02	213.51	0.00	213.51
	Cucama	1,127.84	0.00	1,127.84
TOTAL GENERAL		28,991.90	3,704.68	32,696.58

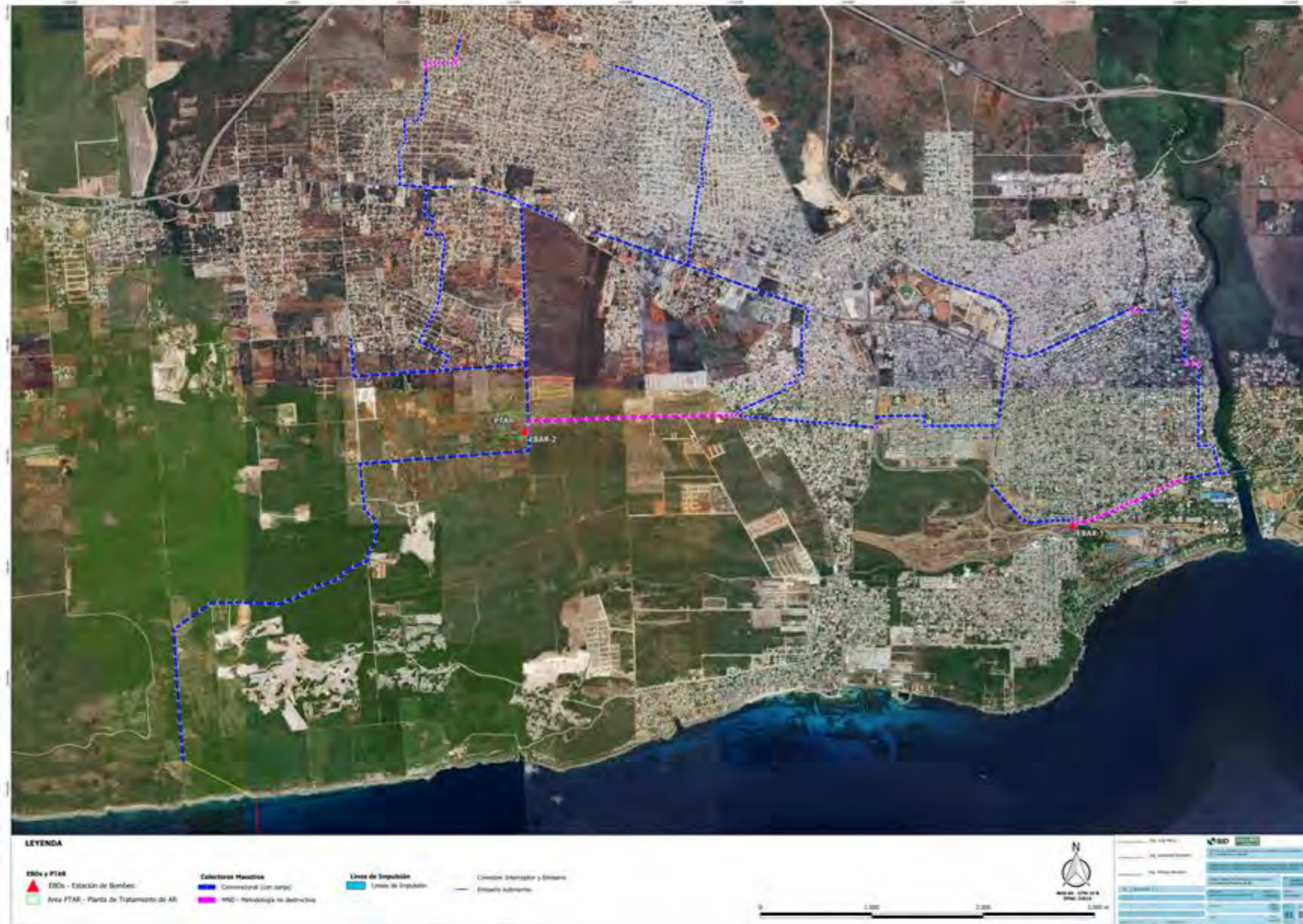
Fuente: Factibilidad del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de La Romana – Macroestructura (Paiva et al., 2024).

La **Figura 3.1.3.a** muestra la concepción de la macroestructura de la Alternativa 3. Los colectores en color magenta son los indicados para construcción por microtunelación.

Las Estaciones de Bombeo ROMANA_01 y ROMANA_02 en la Alternativa 3 tienen las mismas características de caudales medios y de diseño que en la Alternativa 1, que se muestran la **Tabla 3.1.1.2.b** en la **Sección 3.1.1.2**.

La ubicación de las Estaciones de Bombeo en la Alternativa 3 es la misma que en las Alternativas 1 y 2. La EBAR-01 también tiene las mismas características de Hman y potencia (47.11 m y 237.12 kW). La EBAR-02, a su vez, en la Alternativa 3 está ubicada junto a la PTAR, como muestra la **Figura 3.1.3.a**, y tiene características de Hman y potencia de 17.60 m y 267.35 kW. En la Alternativa 3 la línea de impulsión tendrá una longitud total de 17.00 m metros y un diámetro de 700 mm.

Figura 3.1.3.a
Macroestructura de la Alternativa 3



Fuente: Estudio de Factibilidad del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de La Romana – Macroestructura (Paiva *et al.*, 2024).

3.1.4**Comparación de las Alternativas**

A partir del dimensionamiento hidráulico de los colectores maestros e interceptores, con la definición de los diámetros y profundidades de instalación de estas redes colectoras, fue posible definir los métodos de construcción técnicamente recomendados, lo que permitió elaborar estimaciones de costes para la ejecución de las obras. A partir de los estudios realizados para la PTAR y para el emisario submarino, que se presentan en las siguientes **Secciones 3.2 y 3.3**, también se definieron los costes de implantación y operación de estos componentes.

En las **Tablas 3.1.4.a y 3.1.4.b** a continuación se resumen los costes de cada una de las alternativas.

Basándose en una comparación de los costes de inversión y operación de las tres alternativas, se seleccionó la Alternativa 3 para la implantación del sistema de alcantarillado de La Romana. Además de los menores costes totales, esta alternativa ofrece una considerable simplificación en la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento.

Las ventajas relacionadas con la ubicación de la PTAR en la Alternativa 3 comparadas al emplazamiento elegido en las otras Alternativas se presentan en la **Sección 3.2.1**.

Tabla 3.1.4.a
Resumen de los costes generales de las tres alternativas

Alternativa	Descripción	Componentes del sistema											Total
		Colectores	Estación de Bombeo		Línea de Impulsión	Red secundaria	Ramales	PTAR		Pretratamiento Avanzado		Emisario submarino	
			Inversión	Opex				Inversión	Opex	Inversión	Opex		
1	Recolección 100% por bombeo,PTAR y colectores maestros con tramos en microtunelación	29,686,003.37	5,588,137.50	5,489,651.97	3,527,628.99	33,358,525.80	24,658,400.00	17,140,126.11	6,230,199.33			6,364,293.12	132,042,966.18
2	Recolección mixta (bombeo-gravedad), PTAR y colectores maestros con tramos en microtunelación	36,342,885.30	4,748,350.00	3,709,437.03	3,527,628.99	33,358,525.80	24,658,400.00	17,140,126.11	6,230,199.33			6,364,293.12	136,079,845.68
3	Recolección 100% por bombeo, Pretratamiento avanzado com emisario submarino	38,622,444.04	5,168,243.75	3,806,947.01	1,179,185.26	33,358,525.80	24,658,400.00			2,608,209.70	842,631.71	16,302,348.97	126,546,936.23

Fuente: Paiva *et al.* (2024).

Tabla 3.1.4.b
Resumen de los costes generales de las tres alternativas (solo inversiones)

Alternativa	Descripción	Componentes del sistema								Total
		Colectores	Estación de Bombeo	Línea de Impulsión	Red secundaria	Ramales	PTAR	Pretratamiento Avanzado	Emisario submarino	
1	Recolección 100% por bombeo,PTAR y colectores maestros con tramos en microtunelación	29,686,003.37	5,588,137.50	3,527,628.99	33,358,525.80	24,658,400.00	17,140,126.11		6,364,293.12	120,323,114.88
2	Recolección mixta (bombeo-gravedad), PTAR y colectores maestros con tramos en microtunelación	36,342,885.30	4,748,350.00	3,527,628.99	33,358,525.80	24,658,400.00	17,140,126.11		6,364,293.12	126,140,209.32
3	Recolección 100% por bombeo, Pretratamiento avanzado com emisario submarino	38,622,444.04	5,168,243.75	1,179,185.26	33,358,525.80	24,658,400.00		2,608,209.70	16,302,348.97	121,897,357.51

Fuente: Paiva *et al.* (2024).

3.2

Ajuste Fino del Trazo de los Colectores o del Método Constructivo

Una vez elegida la alternativa de macroestructura del sistema de alcantarillado, se iniciaron los trabajos de campo para la línea base del EIAS, durante los cuales, concretamente en el levantamiento de los comercios situados a lo largo de las calles en las que se trabajará mediante el método convencional con apertura de zanjas, se identificaron algunos problemas en puntos del trazado inicialmente propuesto. Estos problemas se relacionan con los usos de la calle, su configuración o con los usos del entorno, que llevaron a la necesidad de realizar algunos ajustes en el trazado de algunos tramos o en el método constructivo. A continuación, se describen estos ajustes y sus motivos.

Ajuste 1
Colector Carretera, en el tramo al sur de la Avenida Prof. Juan Bosch

Método de instalación previsto: convencional, con excavación de zanjas
Diámetro de la tubería: 700 mm

Observación:

- Sobre el sector remarcado en círculo de color rojo en la **Figura 3.2.a** a continuación, la calle es muy estrecha (un solo carril) (ver **Foto 01**) por donde se emplazan viviendas.
- Posible afectación al acceso vehicular y peatonal por la instalación de tuberías de D700mm a cielo abierto.

Figura 3.2.a
Alternativa de ajuste del trazo del Colector Carretera



Foto 01: Calle donde inicialmente se propuso instalar este tramo del colector Carretera.

Alternativa:

Con el fin de no afectar el acceso peatonal a las viviendas y reducir el trazo paralelo a la Av. Prof. Juan Bosch, vía de alto tránsito, se propuso la alternativa de trazo de línea punteada en rojo, a través de la calle paralela a la Av. Prof. Juan Bosch y después por la Carretera Silvestre Sarmiento.

Ajuste 2

Colector Doña Olga_01, en el tramo final antes de su conexión al Colector Cucama

Método de instalación previsto: convencional, con excavación de zanjas

Diámetro de la tubería: 500 mm

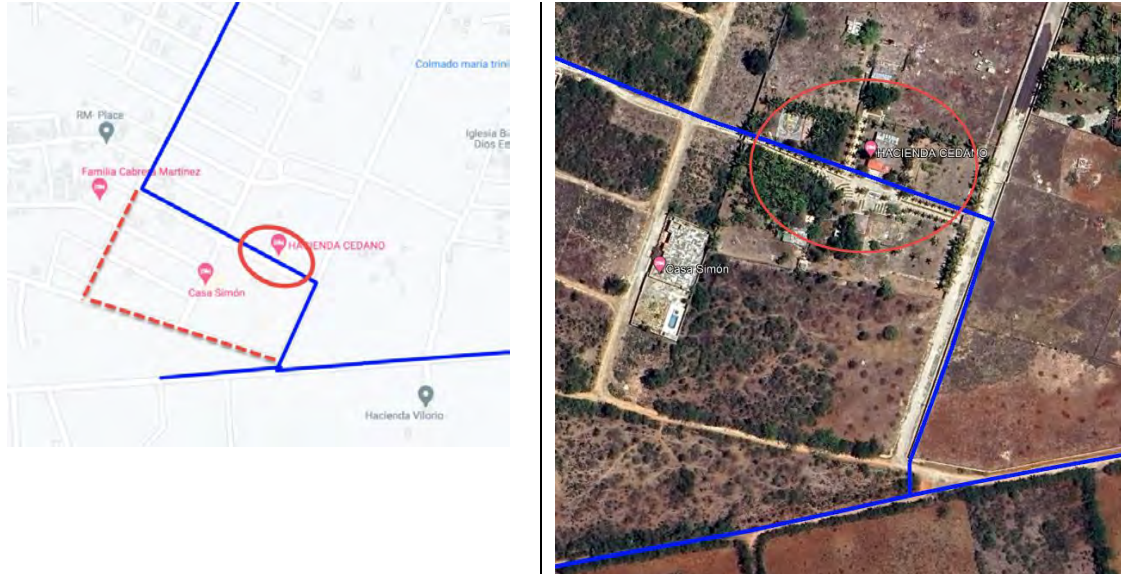
Observación:

- Sobre el sector remarcado en círculo de color rojo en la **Figura 3.2.b** a continuación, se observa la afectación de la Hacienda Cedano.



Foto 02: Entrada de la Hacienda Cedano.

Figura 3.2.b
Alternativa de ajuste del trazo del Colector Doña Olga_01



Alternativa:
 Con el fin de no afectar la hacienda se propuso la alternativa de trazo de línea punteada en rojo.

Ajuste 3
Colector Ferrocarril, en el inicio del tramo a lo largo de la Calle Mayobanex

Método de instalación previsto: convencional, con excavación de zanjas
Diámetro de la tubería: 800 mm

Observación:

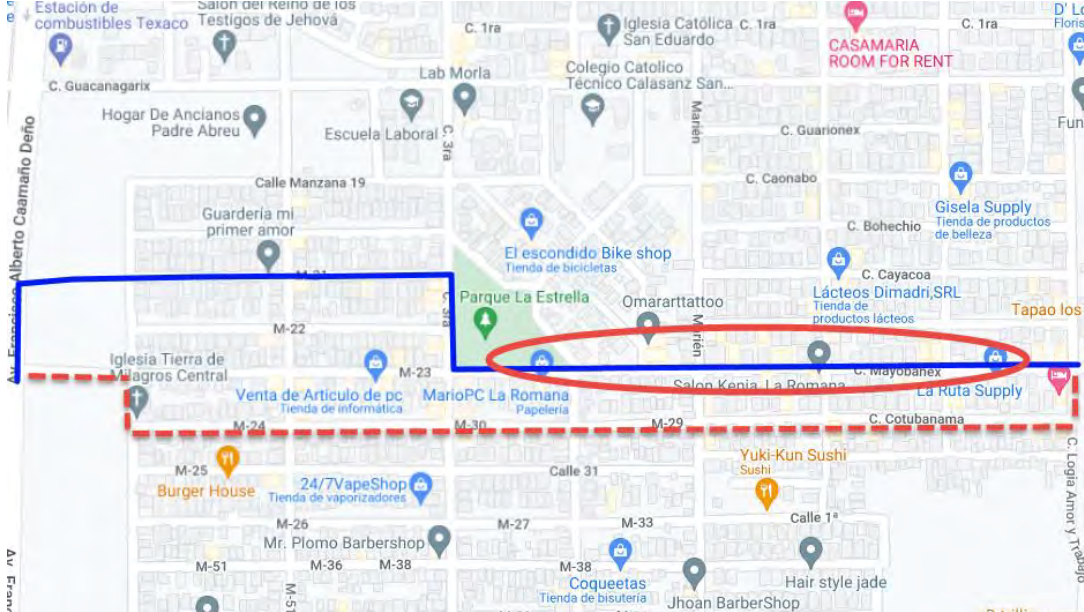
- Sobre el sector remarcado en círculo de color rojo en la **Figura 3.2.c** a continuación, se observó la afectación a negocios. La calle Mayobanex es muy comercial y de alto tránsito de vehículos y colectivos (transporte público en auto) (**Foto 03**).



Foto 03: Vista de la Calle Mayobanex.

Figura 3.2.c

Alternativa de ajuste del trazo del Colector Ferrocarril



Alternativa:

Con el fin de no afectar los negocios y el transporte público, se propuso la alternativa de trazo de línea punteada en rojo que es un trazo más recto por la Avenida Cotubánama, y de uso residencial.

Ajuste 4
Colector Ferrocarril, en la confluencia de la Carretera Sagrario Díaz con la Avenida Cotubánama

Observación:

- Además del Ajuste 3, en el tramo de cerca de 56.8 metros de este mismo Colector Ferrocarril, entre las Calles Sagrario Díaz y Logia, Amor y Trabajo (tramo resaltado con el círculo rojo en la **Figura 3.2.d**), la construcción con el método convencional a cielo abierto afectará el paso de los trenes en la línea de ferrocarril paralela a estas calles (**Foto 04**).

Figura 3.2.d

Tramo del Colector Ferrocarril con cambio del método constructivo a microtunelación





Foto 04: Detalle del cruce de la avenida con la vía del tren.

Alternativa:

Con el fin de no afectar el paso de los trenes, se propuso ejecutar la instalación mediante microtunelación en el tramo que se muestra en rosa en la **Figura 3.2.e**.

Figura 3.2.e

Tramo del Colector Ferrocarril que con cambio del método constructivo a microtunelación



Ajuste 5

Interceptor 02 (INT_02) en el tramo después de la PTAR

Método de instalación previsto: convencional, con excavación de zanjas

Diámetro de la tubería: 1,000 mm

Observación:

- Sobre el sector remarcado en círculo de color rojo en la **Figura 3.2.f**, la carretera es muy estrecha (3 m de ancho) (**Fotos 05 y 06**) por donde se emplazan 8 haciendas o casas de campo (**Foto 07**).
- Afectación al acceso vehicular y posiblemente peatonal por la instalación de la tubería de D1,000mm a cielo abierto.

Figura 3.2.f

Tramo del INT_02 objeto del Ajuste 5



Fotos 05 y 06: Vista de la calle.



Foto 07: Entrada de uno de los predios existentes en la calle.

Alternativa:

En este tramo, la profundidad de excavación fue reducida a 1.9 m, lo que permitirá excavar sin talud, reduciendo la superficie de la carretera a impactar. Como resultado, será posible realizar los trabajos en un lado de la carretera, dejando el otro disponible para el tráfico de vehículos. Se usará el método de entibado (ver descripción en la **Sección 4.4.2.1**) para garantizar la seguridad del frente de trabajo y de los vehículos que utilizarán la otra parte de la carretera. Para acceso a las propiedades que están en el mismo lado de la calle donde se excavará, se instalarán pasarelas metálicas.

Ajuste 6

Interceptor 02 (INT_02) en el tramo siguiente al del Ajuste 5, hasta la Mina Hnos. Ms & Asociados, S.R.L.

Método de instalación previsto: convencional, con excavación de zanjas

Diámetro de la tubería: 1,000 mm

Observación:

- Sobre el sector remarcado en círculo de color rojo en la **Figura 3.2.g**, la instalación del INT-02 de D1,000 mm a cielo abierto afectará al paso continuo de volquetes que transportan material proveniente de las canteras existentes en la zona.

Figura 3.2.g

Tramo del INT_02 objeto del Ajuste 6

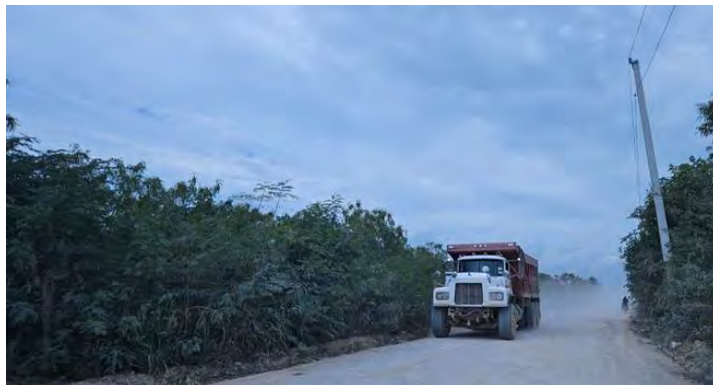


Foto 08: Vista de la carretera y del volquete pasando.

Alternativa:

En este tramo se adoptará la misma solución del tramo anterior, es decir, la profundidad de excavación fue reducida a 1.9 m, lo que permitirá excavar sin talud, reduciendo la superficie de la carretera a impactar. Como resultado, será posible realizar los trabajos en un lado de la carretera, dejando el otro disponible para el tráfico de los volquetes. Se usará el método de entibado (ver descripción en la **Sección 4.4.2.1**) para garantizar la seguridad del frente de trabajo y de los vehículos que utilizarán la otra parte de la carretera. Como se trata de un tramo con entorno desocupado, el Contratista puede ensanchar un poco más la carretera en el mismo.

Ajuste 7

Interceptor 02 (INT_02) antes del tramo final

Método de instalación previsto: convencional, con excavación de zanjas

Diámetro de la tubería: 1,000 mm

Observación:

- Sobre el sector remarcado en círculo de color rojo en la **Figura 3.2.h**, el trazo se superpone a propiedad privada.

Figura 3.2.h

Tramo del INT_02 objeto del Ajuste 7

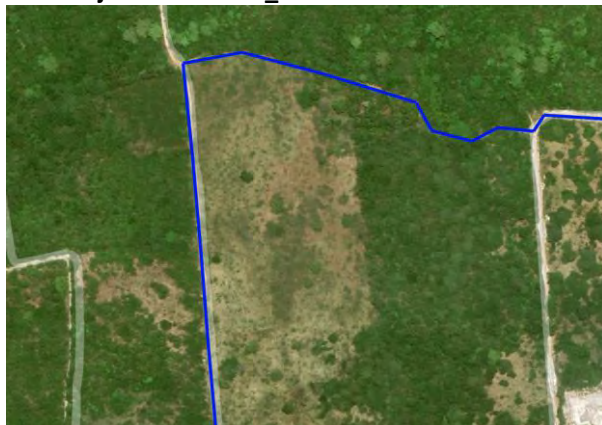


Alternativa:

El trazado del INT-02 se ajustó para seguir la carretera, y ya no pasa por dentro de propiedad privada.

Figura 3.2.i

Tramo ajustado del INT_02



3.3

Alternativas de Emplazamiento y de Tipo de tratamiento para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales – PTAR

3.3.1

Alternativas de Emplazamiento de la PTAR

De acuerdo con el estudio de alternativas de concepción de la macroestructura del sistema de alcantarillado, se evaluaron dos emplazamientos para la ubicación de la PTAR, uno para la Planta de Tratamiento de Nivel Terciario (PTAR de Nivel Terciario) considerada en las Alternativas 1 y 2 y un segundo para la Planta de Pretratamiento Avanzado (PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado) considerado en la Alternativa 3.

En la primera alternativa, la PTAR de Nivel Terciario está localizada a sudoeste del área urbana del municipio de Villa Hermosa, como se muestra en la **Figura 3.3.1.a**, en un área libre de ocupación, con solo una propiedad cercana (ver **Figura 3.3.1.b**).

Figura 3.3.1.a

Ubicación de la PTAR de Nivel Terciario (Alternativas 1 y 2 de Sistema de Alcantarillado)



Leyenda:




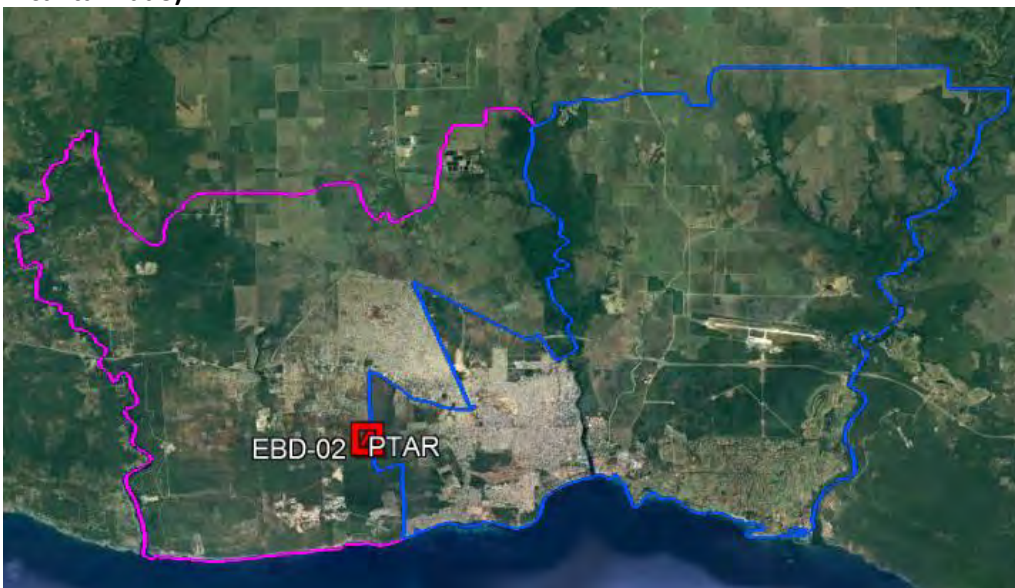
-  Límite del municipio Villa Hermosa
-  Límite del municipio La Romana
-  Ubicación de la PTAR

Figura 3.3.1.b
Detalle de la zona de ubicación de la PTAR de Nivel Terciario



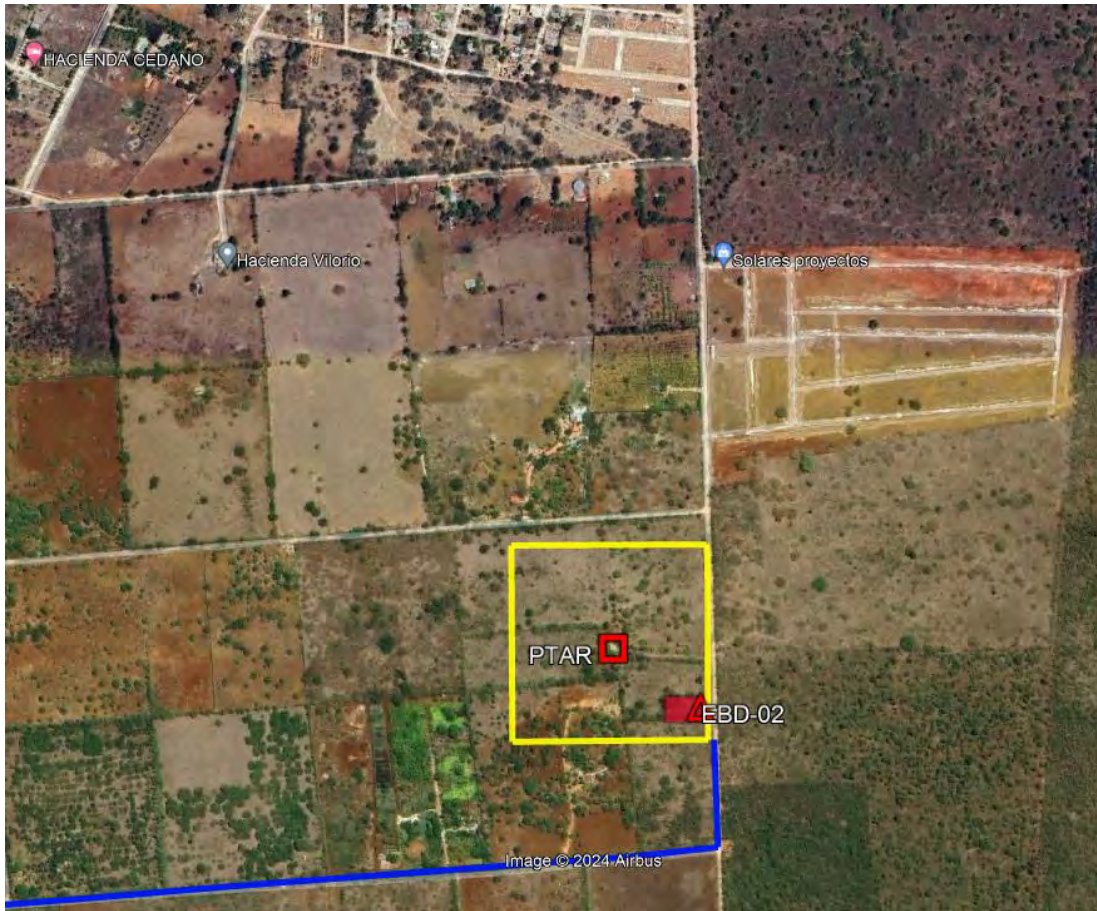
En la segunda alternativa, la PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado está localizada en la misma zona donde se construirá la Estación de Bombeo de La Romana_02, al sur del barrio Cucama, en el límite entre los municipios de La Romana y Villa Hermosa (ver **Figura 3.3.1.c**).

Figura 3.3.1.c
Ubicación de la PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado (Alternativa 3 del Sistema de Alcantarillado)



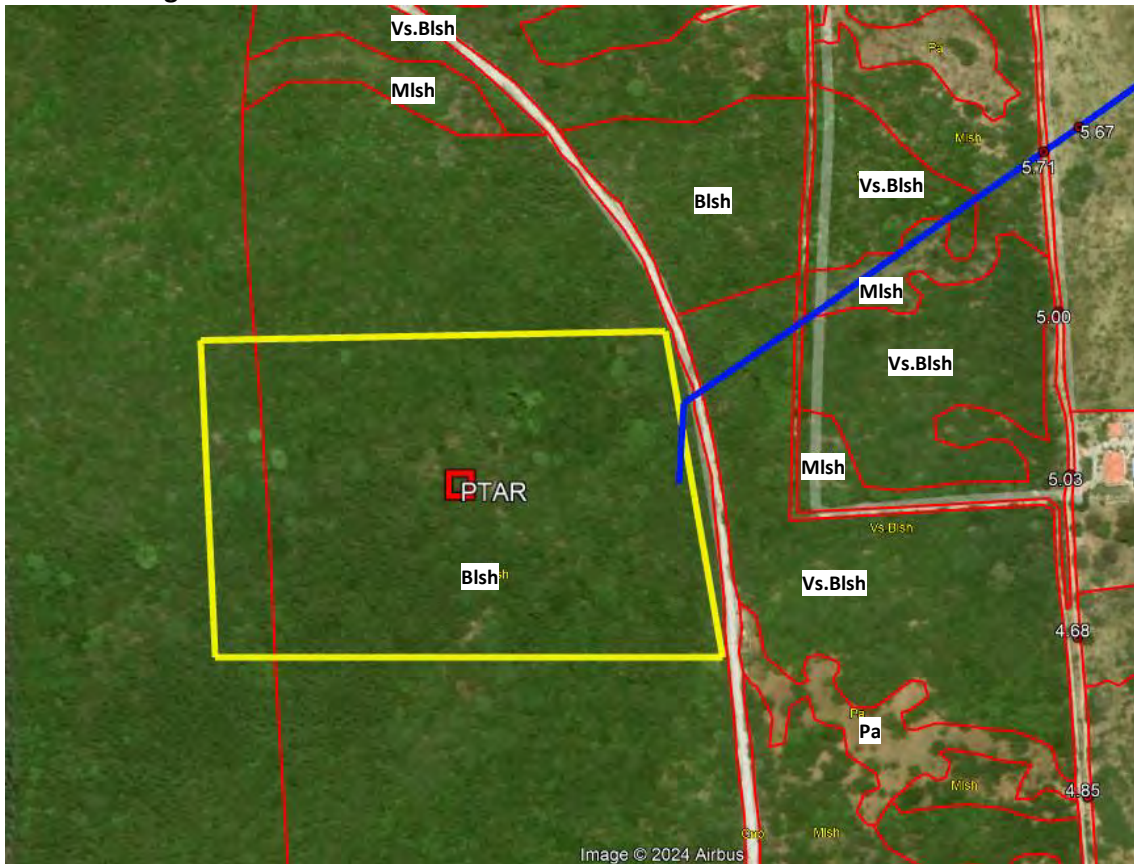
Como muestra la **Figura 3.3.1.d**, el área es libre de ocupación, con solo tres pequeñas ocupaciones aisladas que están relativamente cerca y los límites del barrio Cucama a aproximadamente 500 m al norte.

Figura 3.3.1.d
Detalle de la zona de ubicación de la PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado y de la EBAR-02



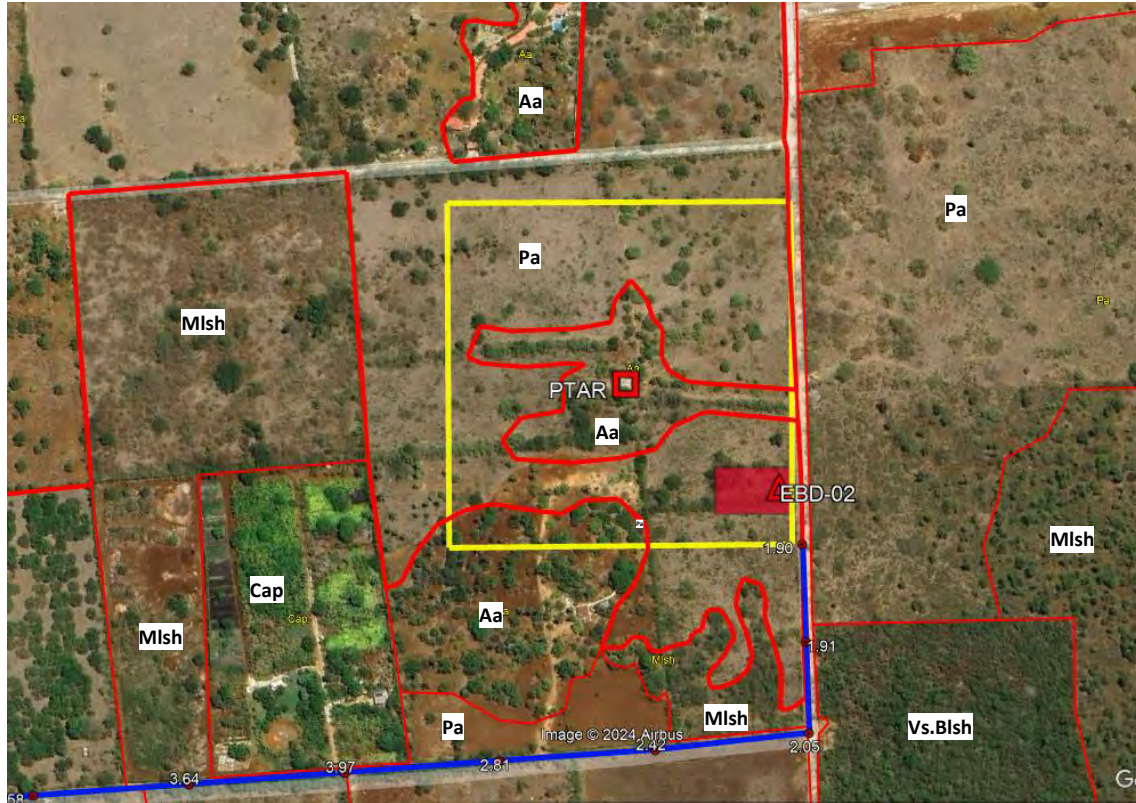
Comparando las dos alternativas de ubicación en términos de cobertura vegetal, se observa que el terreno de la PTAR de Nivel Terciario está completamente cubierto por vegetación nativa del tipo Bosque Latifoliado Semihúmedo (**Figura 3.3.1.e**). Por otro lado, el mapeo de la cobertura en el terreno de la PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado dio como resultado que el mismo está completamente antropizado, cubierto principalmente por pasto, con dos parches de agrupación de árboles (**Figura 3.3.1.f**).

Figura 3.3.1.e
Cobertura vegetal en el terreno de la PTAR de Nivel Terciario



Leyenda:
Blsh = Bosque Latifoliado Semi Húmedo
Vs.Blsh = Vegetación Secundaria del Bosque Latifoliado Semi Húmedo
Mlsh = Matorral Latifoliado Semi Húmedo
Pa = pasto

Figura 3.3.1.f
Cobertura vegetal en el terreno de la PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado y de la EBAR-02



Legenda:

Pa = pasto

Aa = agrupación de árboles

Cap = Cultivo Agrícola Perenne

Vs.Blsh = Vegetación Secundaria del Bosque Latifoliado Semi Húmedo

Mlsh = Matorral Latifoliado Semi Húmedo

Considerando la necesidad de limpiar toda el área para construir la PTAR, el impacto sobre la vegetación nativa en la ubicación de la PTAR de Nivel Terciario es mucho mayor. Considerando que el terreno en esta alternativa tiene 6 ha, esto implicaría la supresión de 6 ha de Bosque Latifoliado Semi Húmedo. En cuanto a la ubicación de la PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado, además de que el terreno es menor, debido a que el sistema de tratamiento es menos complejo, resultando un área de 4.86 ha, su limpieza implicaría la supresión de vegetación antrópica (agrupación de árboles, pasto y vegetación herbácea antropogénica) y 23 m² de “Matorral Latifoliado Semi Húmedo”.

Esto demuestra que la ubicación de la PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado que es la correspondiente a la Alternativa 3 de Macroestructura del Sistema, además de la ventaja en relación a los costes ya mencionada en la **Sección 3.1.4**, también presenta ventajas en términos de vegetación, reduciendo en impacto en vegetación nativa.

Por otro lado, la desventaja de esta alternativa es que está más cerca de tres propiedades aisladas, mientras que la alternativa de la PTAR de Nivel Terciario está más cerca de una sola.

Esto aumentaría el número de personas que podrían estar susceptibles a molestias por olores y ruido en caso de mal funcionamiento del proceso de tratamiento. Pero esto es posible prevenir con las medidas que se proponen como parte del PGAS.

3.3.2

Alternativas de Sistema de Tratamiento

3.3.2.1

Planta de Tratamiento de Nivel Terciario

Como se menciona en la **Sección 3.2.1**, el emplazamiento estudiado para la construcción de la PTAR de nivel terciario, resultante de la concepción de las Alternativas 1 y 2 para la macroestructura del sistema de alcantarillado, está ubicado a sudoeste del área urbana de Villa Hermosa, en un área libre de ocupación, conforme muestran las **Figuras 3.3.1.c y 3.3.1.d** en la **Sección 3.3.1**.

Estudio de concepción para la implantación de la PTAR de Nivel Terciario

La definición del proceso de tratamiento para la PTAR de La Romana fue el resultado del caudal esperado en el horizonte de final del proyecto, adoptado como el año de 2054, de acuerdo con los datos presentados en la **Tabla 3.3.2.1.a** a continuación. De acuerdo con los estudios realizados, el caudal de fin de proyecto definido para la planta es de 850 l/s.

Tabla 3.3.2.1.a

Caudales de diseño de la PTAR de Nivel Terciario

Población	321,516 hab.
Caudal Pro medio	476 l/s
Caudal máximo	850 l/s

Fuente: Paiva *et al.* (2024).

El Estudio de Concepción desarrollado evaluó varias alternativas para el proceso de tratamiento de las aguas residuales de PTAR. Este estudio concluyó que la mejor opción que combinaba los criterios técnicos, económicos y ambientales sería el uso del proceso de tratamiento de aguas residuales de nivel terciario, incluyendo el Tratamiento Preliminar, Reactores Anaerobios de Flujo Ascendente y Reactores de Lodos Activados, con la remoción de Fósforo y Nitrógeno, incluyendo aún una etapa final de Desinfección.

El efluente tratado será vertido en el mar, por medio de un emisario submarino corto.

El proyecto básico para la PTAR de Nivel Terciario se basó en los valores de calidad del afluente crudo que se presentan en la **Tabla 3.3.2.1.b** a continuación.

Tabla 3.3.2.1.b
Características del afluente

Per Capitas adoptados					
DBO ₅	DQO	SST	Nitrógeno total (NTK)	Fósforo total (PT)	Coliformes
(g/hab.día)	(g/hab.día)	(g/hab.día)	(g/hab.día)	(g/hab.día)	
50.00	90.00	45.00	11.00	1.20	
Carga Diaria					
(kg/d)	(kg/d)	(kg/d)	(kg/d)	(kg/d)	
14.468,22	26.042,80	13.021,40	3.183,01	347,24	
Concentración					
(mg O ₂ /l)	(mg O ₂ /l)	(mg SST/l)	(mg NTK/l)	(mg PT/l)	(NMP/100ml)
348,87	627,96	313,98	76,75	8,37	1,00E+07

Fuente: Paiva *et al.* (2024).

Eficiencia requerida para el tratamiento

La unidad de tratamiento deberá proporcionar un nivel avanzado de tratamiento para los efluentes sanitarios de las ciudades de La Romana y Villa Hermosa. El tratamiento de nivel terciario incluye la remoción de los nutrientes fósforo y nitrógeno, además de los organismos patógenos hasta el nivel que permite el contacto directo con el efluente tratado, logrando las concentraciones de contaminantes en el efluente que se muestran en la **Tabla 3.3.2.1.c**.

Tabla 3.3.2.1.c
Características del efluente tratado en la PTAR de Nivel Terciario

Parámetro	Valor promedio mensual
DBO	20 mg / l
DQO	70 mg / l
Sólidos Suspendedos	20 mg / l
Nitrógeno total	12 mg / l
Fósforo (P-PO ₄)	1 mg / l
Coliformes Totales	1,000 NMP/100ML

Fuente: Paiva *et al.* (2024).

Descripción del proceso de tratamiento

La descripción de las unidades de tratamiento previstas en la PTAR de Nivel Terciario se presenta a continuación. La PTAR propuesta consiste en un sistema que combina varios pasos distintos de tratamiento, que incluyen:

- Tratamiento de la fase líquida del efluente:
 - Tratamiento preliminar con cribado grueso mecanizado, seguido de caja de arena en canal aireado y cribado mecánico fino mecanizado;
 - Reactores Anaerobios de Flujo Ascendente – tipo RAFA;
 - Lodos Activados Terciario, con eliminación simultánea de fósforo y nitrógeno;
 - Desinfección del efluente tratado por medio de luz ultravioleta.

- Tratamiento de la fase sólida del efluente:
 - Estabilización del lodo de los reactores anaerobio y aerobio;
 - Espesamiento por gravedad;
 - Condicionamiento químico;
 - Deshidratación mecánica de los lodos por prensa de tornillo.

La adopción del proceso que combina los reactores RAFA con el sistema de lodos activados terciario seguido de desinfección se basó en la necesidad de cumplir los patrones de emisión establecidos por la legislación dominicana y región del Caribe, y también para optimizar el consumo de energía en la planta.

La inclusión del reactor RAFA busca la optimización del consumo de energía por medio del aprovechamiento del biogás generado en el reactor. La energía generada puede cubrir hasta cerca del 55% del consumo de energía eléctrica de la planta.

Al final de todo el proceso de tratamiento, se planificó un paso específico para cumplir el límite de 1,000 NMP/100 ml de coliformes totales establecido por la legislación nacional, de forma a permitir el contacto directo con el agua en el cuerpo receptor.

Esta unidad de desinfección final de efluentes utiliza un sistema de aplicación de luz ultravioleta, con la instalación de lámparas a lo largo de un canal de concreto, en la casa de desinfección, al final del proceso de tratamiento.

3.3.2.2

Pretratamiento Avanzado

Como se menciona en la **Sección 3.2.1**, el emplazamiento estudiado para la construcción de la PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado, resultante de la concepción de la Alternativa 3 para la macroestructura del sistema de alcantarillado, está en la misma zona donde se construirá la Estación de Bombeo de La Romana_02, conforme muestran las **Figuras 3.3.1.c y 3.3.1.d**.

Eficiencia requerida para el tratamiento

La PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado, combinada con el emisario submarino, deberá lograr una eficiencia que permita un efluente con concentración de coliformes totales de 1,000 NMP/100ML y concentraciones de coliformes totales y fecales de 1,000 NMP/100ML y 400 NMP/100ML, respectivamente, en la zona costera de Villa Hermosa y La Romana.

Descripción del proceso

La Unidad de Pretratamiento Avanzado incluirá una cámara de entrada seguida de un proceso de Tratamiento Preliminar compuesto por tres etapas de depuración:

- Retención mecánica de sólidos groseros por medio de rejillas mecanizadas con apertura de 2 cm;
- Remoción de arenas y grasas por medio de decantación/flotación en canales aireados de flujo controlado, dotados de lamelas de decantación;
- Retención complementaria de sólidos finos por medio de tamices del tipo “step-screen”.

Junto al tratamiento preliminar se instalarán los equipos de soporte, incluyendo contenedores de residuos retenidos, sopladores de aire, conjuntos separadores de arena, bombeo de retorno, etc.

3.4

Alternativas de Ubicación y Longitud del Emisario Submarino

El análisis de alternativas de ubicación y longitud del emisario submarino que se construirá como parte del Proyecto de Saneamiento de La Romana se basó en el informe del Estudio de viabilidad para la implantación de un emisario submarino para la disposición final de efluentes del sistema de desagües cloacales en la ciudad de La Romana – República Dominicana (MOLINAS, 2023).

Según el informe, la discusión sobre la elección del local del emisario se encuentra íntimamente ligada con la profundidad mínima de lanzamiento, que por su vez está condicionada por el alcance de las zonas eufólicas³, factor que se torna clave para el costo y eficacia del Proyecto.

Establecer el alejamiento mínimo de la costa implica definir el trazado desde la estación de pre-condicionamiento (ubicada a no más de 100 m de distancia de la costa, con cota del terreno superior a 6 m) hasta la localización de los difusores finales y consecuentemente la extensión del emisario.

Con las informaciones disponibles hasta el momento, se enunciaron las siguientes condiciones de localización del emisario:

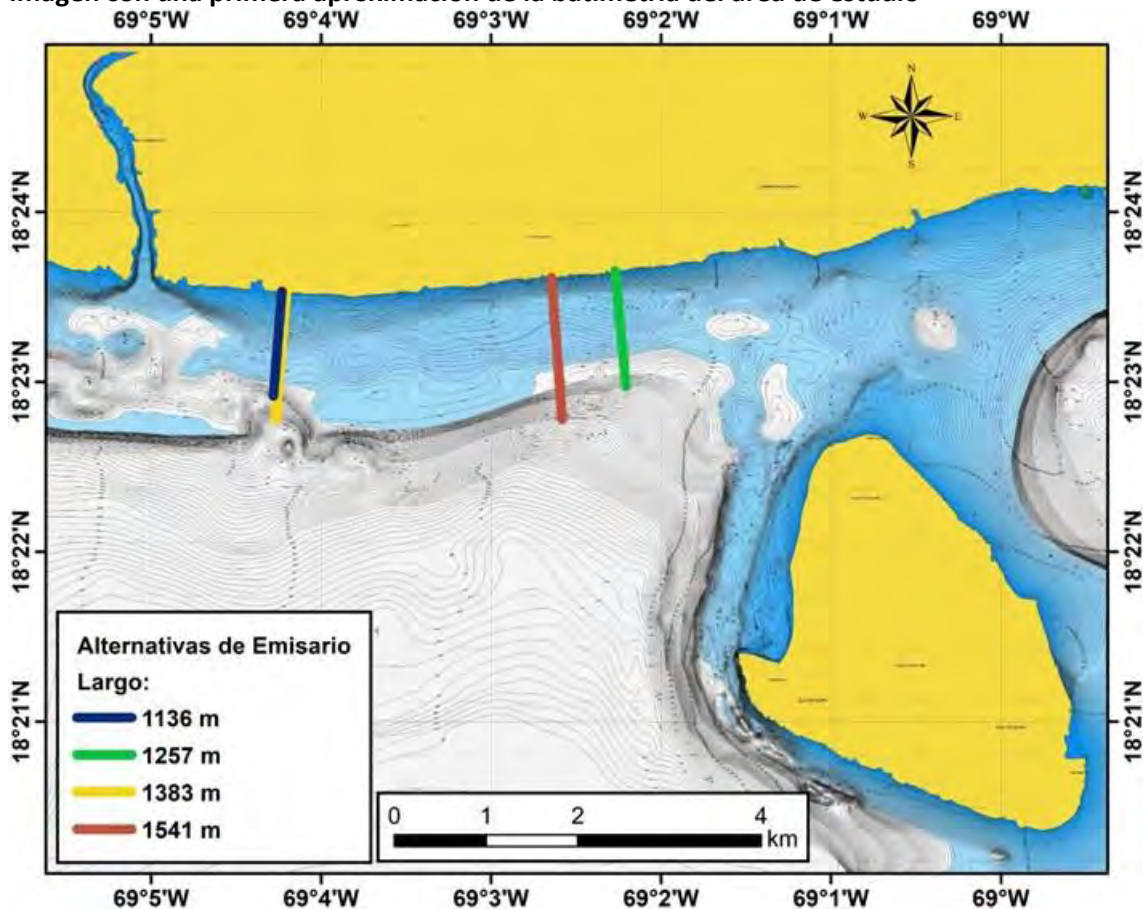
- El local de lanzamiento de los efluentes debe estar alejado lo suficiente de la costa para no producir impactos adversos en una faja de por lo menos 500 metros, distancia que debe ser confirmada como límite de lo que se denomina zona costera protegida, región donde se deben preservar estrictamente las actividades con contacto directo con el agua (Aguas Clase “E” según la Tabla 2.1 de la Norma Ambiental de Calidad de Aguas Superficiales y Costeras, emitida por la Resolución No. 22/2012);
- El local de lanzamiento debe estar en “mar abierto”, contemplado en las Clases “F” o “G” de aguas según la Norma, con valor máximo para Coliformes Fecales de 2,000 NMP/100 ml.
- En situaciones habituales (y para diferentes escenarios a ser formulados y discutidos con MIMARENA) la pluma de contaminación que alcance la zona costera (menos de 500 m de la costa) deberá atender a los límites de coliformes fecales establecidos en la Clase “E”, que alcanza los 400 NMP/ 100 ml según la Tabla 2.1 de la Norma Ambiental de Calidad de Aguas Superficiales y Costeras, y un el valor máximo permisible de descarga en el efluente de 1,000 NMP/ 100 ml según la Norma Ambiental de Control de Descargas a Aguas Superficiales, Alcantarillado Sanitario y Aguas Costeras, también emitida por la Resolución No. 22/2012);
- El local de lanzamiento deberá tener una profundidad entre -30 m y -50 m, dependiendo de que el MIMARENA considere como área de desarrollo coralino de aguas someras, cuyo límite de profundidad debe ser consensuado con los organismos de protección ambiental y vida marina.

³ Zona penetrada por la luz solar con intensidad suficiente para permitir la fotosíntesis (<https://www.infopedia.pt/>).

Con base en cartas batimétricas digitales disponibles de la región de Cumayasa e Isla Catalina en el sitio web de la empresa Navionics⁴ se seleccionaron dos áreas favorables en términos de extensión de la plataforma costera con profundidades que varían entre -30 m y -50 m. Según Molinas (2023), la precisión de esta información topo batimétrica se considera suficiente para evaluar trazados de emisarios a nivel de viabilidad (escalas 1:2.000 / 5.000). La **Figura 3.4.a** muestra una imagen del sitio web consultado con una primera aproximación de la batimetría del área de estudio.

Figura 3.4.a

Imagen con una primera aproximación de la batimetría del área de estudio



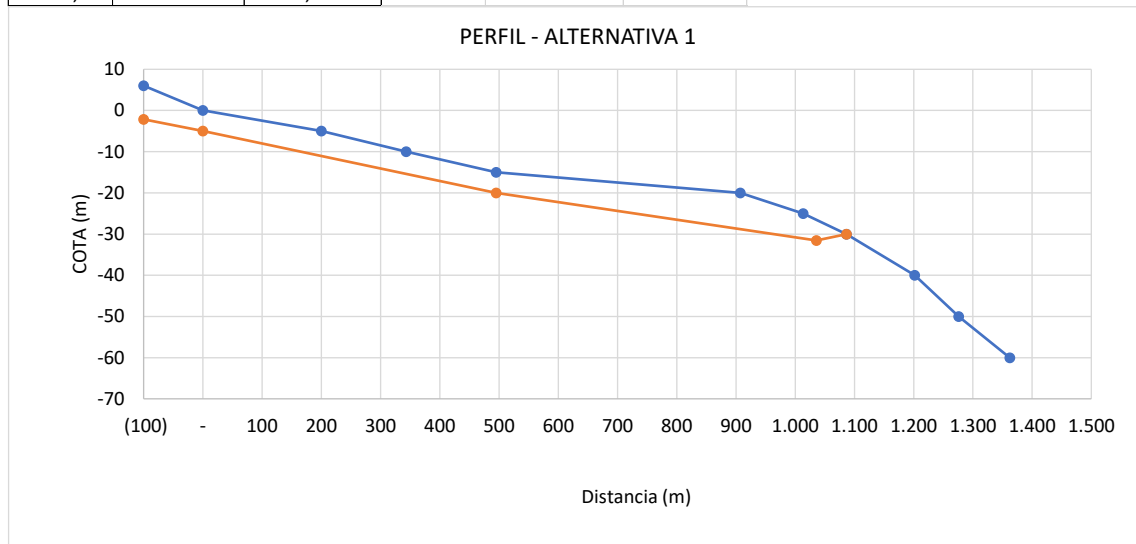
Fuente: Molinas (2023).

Inicialmente se destacó una región donde se detectó un *canyon* sumergido vinculado con un paleo cauce del río Cumayasa. La región fue escogida por presentar mayores profundidades a distancias menores de la costa. En esta región han sido propuestas dos alternativas para el trazado de emisario, denominadas 1 y 2 (Cumayasa) (mostradas en amarillo y azul en la **Figura 3.4.a**), ambas coincidentes en planta y diferenciadas por la profundidad máxima que alcanzan (-30 m y -50 m, respectivamente). Las **Figuras 3.4.b** y **3.4.c** a continuación describen los trazados de estas alternativas y sus perfiles gráficos.

⁴ https://webapp.navionics.com/#boating@9&key=y%60_oBpvedL que presenta cartas batimétricas de detalle de la región.

Figura 3.4.b
Perfil de la Alternativa 1 (Cumayasa)

ALTERNATIVA 1 (Canyon Cumayasa)					
Distancia	Profundidad del Terreno	Pendiente del talud	Distancia	Profundidad del Emisario	Pendiente del emisario
- 100,00	6		- 100,00	-2,15	
-	0	-6,00%	-	-5	-2,9%
200,00	-5	-2,50%	495,00	-20	-3,0%
343,10	-10	-3,49%	1.035,81	-31,53	-2,1%
495,00	-15	-3,29%	1.086,65	-30	3,0%
907,36	-20	-1,21%			
1.013,50	-25	-4,71%			
1.086,65	-30	-6,84%			
1.201,85	-40	-8,68%			
1.276,00	-50	-13,49%			
1.362,30	-60	-11,59%			

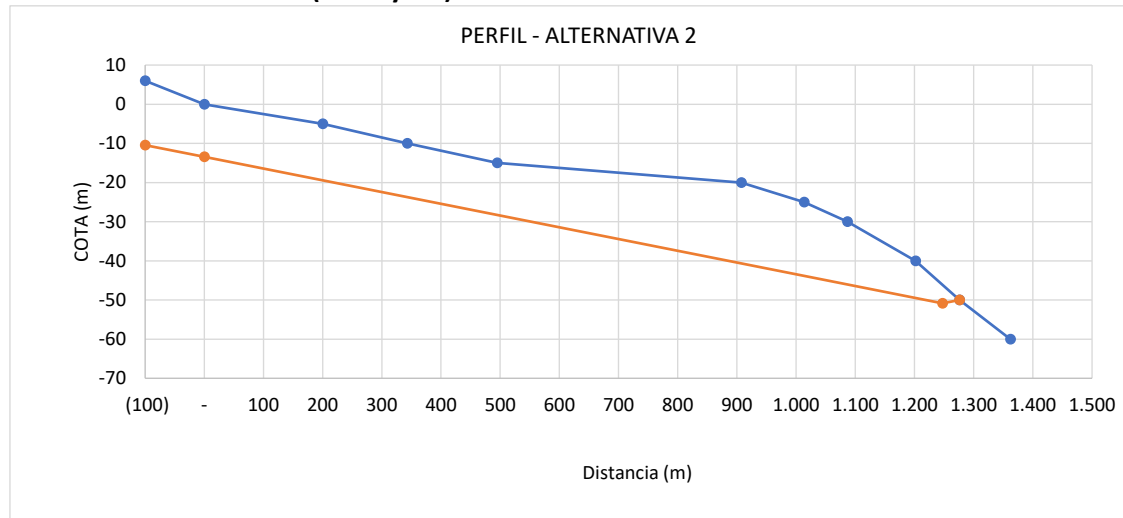


Fuente: Molinas (2023).

Figura 3.4.c
Perfil de la Alternativa 2 (Cumayasa)

ALTERNATIVA 2 (Canyon Cumayasa)					
Distancia	Profundidad del Terreno	Pendiente del talud	Distancia	Profundidad del Emisario	Pendiente del emisario
- 100,00	6		- 100,00	-10,43	
-	0	-6,00%	-	-13,41	-3,0%
200,00	-5	-2,50%	1.247,49	-50,86	-3,0%
343,10	-10	-3,49%	1.276,00	-50	3,0%
495,00	-15	-3,29%			
907,36	-20	-1,21%			
1.013,50	-25	-4,71%			
1.086,65	-30	-6,84%			
1.201,85	-40	-8,68%			
1.276,00	-50	-13,49%			
1.362,30	-60	-11,59%			

Figura 3.4.c
Perfil de la Alternativa 2 (Cumayasa)



Fuente: Molinas (2023).

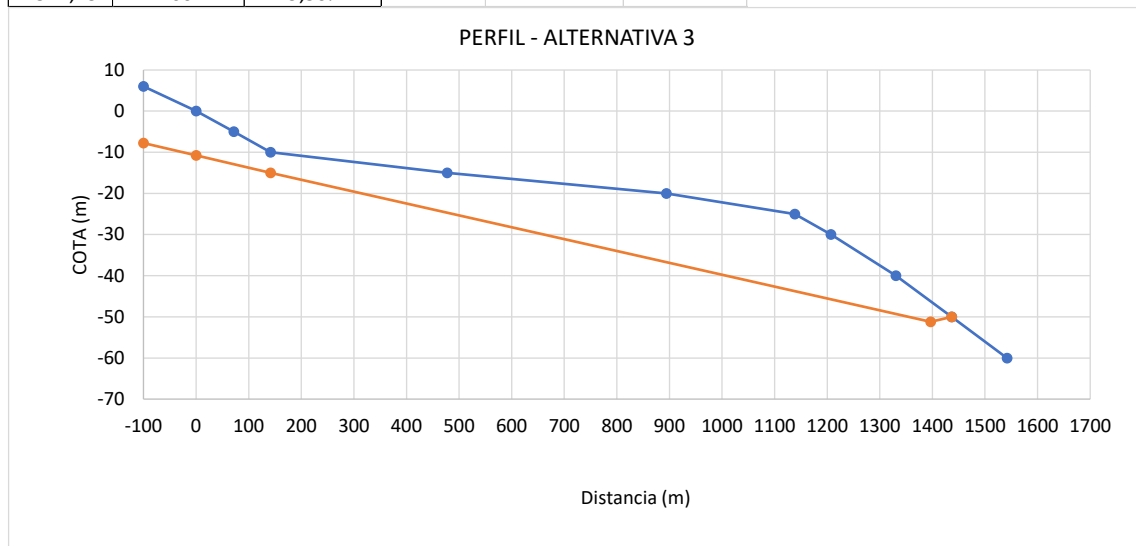
Las Alternativas 1 y 2 (Cumayasa) son las que arrojaron las menores extensiones de los emisarios posibles, con un trayecto mínimo de aproximadamente 1,100 m para alcanzar la profundidad de -30 m y un trayecto de 1,300 m para alcanzar la profundidad de -50 m.

La segunda área seleccionada para situar alternativas de trazado para el emisario fue la planicie submarina vecina a la Isla Catalina, junto a un paraje denominado Las Uvitas. Esta región es contigua al área inicialmente seleccionada para formular la alternativa de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, factor que facilitaría la integración de las diferentes alternativas.

En esta región se identificaron tres trazados posibles para el emisario, las alternativas denominadas 3 y 4 (Las Uvitas) (en rojo y verde en la **Figura 3.4.a**), diferenciadas en planta y en profundidad máxima alcanzando -30 m y -50 m, respectivamente y una alternativa orientada para el lanzamiento de efluentes tratados para ser incluida en los costes de una PTAR completa (descrita en la **Sección 3.2.2.1**), siguiendo las premisas de alejamiento mínimo de 500 m de la costa y mantenido el proceso constructivo de microtunelación de las otras alternativas. Las **Figuras 3.4.d**, **3.4.e** y **3.4.f** describen los trazados de estas alternativas y sus perfiles gráficos.

Figura 3.4.d
Perfil de la Alternativa 3 (Las Uvitas)

ALTERNATIVA 3 - Las Uvitas - PTAR					
Distancia	Profundidad del Terreno	Pendiente del talud	Distancia	Profundidad del Emisario	Pendiente del emisario
-100	6		-100	-7,76	
0	0	-6,00%	0	-10,76	-3,0%
71,76	-5	-6,97%	141,5	-15	-3,0%
141,5	-10	-7,17%	1396,87	-51,2	-2,9%
477,25	-15	-1,49%	1436,92	-50	3,0%
894	-20	-1,20%			
1138,6	-25	-2,04%			
1207,2	-30	-7,29%			
1330,7	-40	-8,10%			
1436,92	-50	-9,41%			
1542,23	-60	-9,50%			

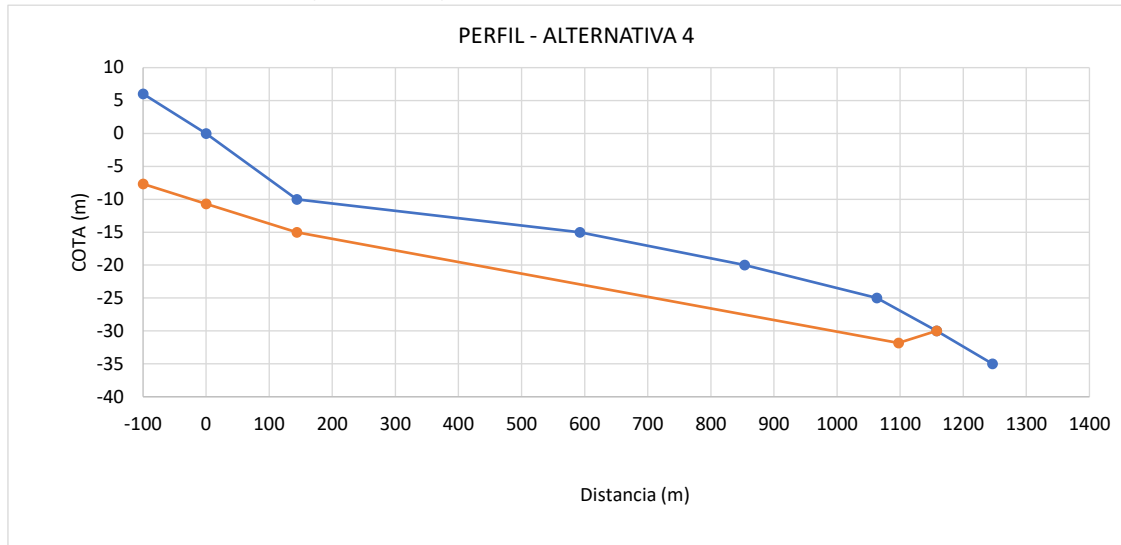


Fuente: Molinas (2023).

Figura 3.4.e
Perfil de la Alternativa 4 (Las Uvitas)

ALTERNATIVA 4 - Las Uvitas - PTAR					
Distancia	Profundidad del Terreno	Pendiente del talud	Distancia	Profundidad del Emisario	Pendiente del emisario
-100	6		-100	-7,68	
0	0	-6,00%	0	-10,68	-3,0%
143,86	-10	-6,95%	143,86	-15	-3,0%
592,3	-15	-1,11%	1097,37	-31,81	-1,8%
853,3	-20	-1,92%	1157,8	-30	3,0%
1063	-25	-2,38%			
1157,8	-30	-5,27%			
1246,26	-35	-5,65%			

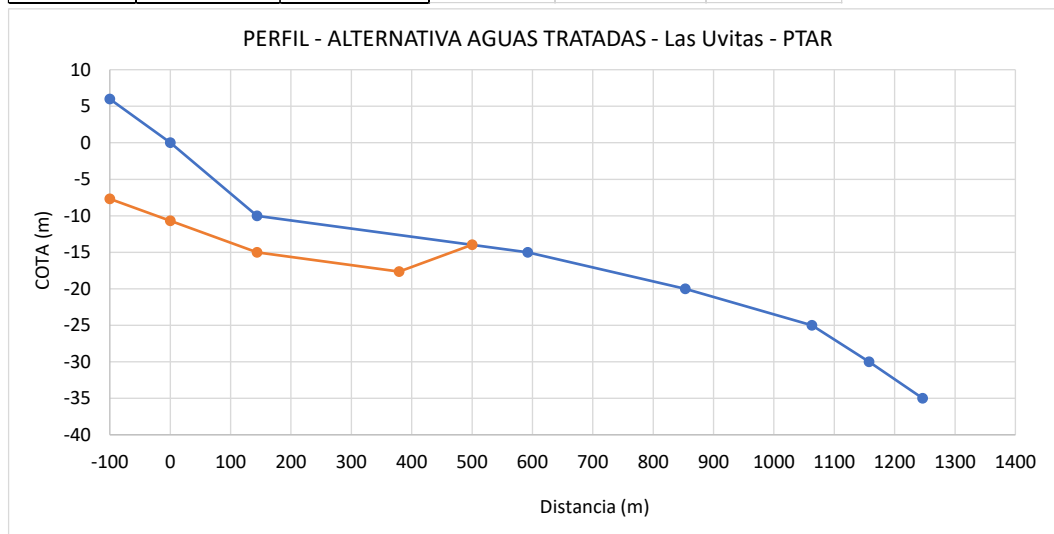
Figura 3.4.e
Perfil de la Alternativa 4 (Las Uvitas)



Fuente: Molinas (2023).

Figura 3.4.f
Perfil de la Alternativa de Aguas Tratadas - Las Uvitas - PTAR

ALTERNATIVA AGUA TRATADA - Las Uvitas - PTAR					
Distancia	Profundidad del Terreno	Pendiente del talud	Distancia	Profundidad del Emisario	Pendiente del emisario
-100	6		-100	-7,68	
0	0	-6,00%	0	-10,68	-3,0%
143,86	-10	-6,95%	143,86	-15	-3,0%
592,3	-15	-1,11%	379,2	-17,64	-1,1%
853,3	-20	-1,92%	500	-13,97	3,0%
1063	-25	-2,38%			
1157,8	-30	-5,27%			
1246,26	-35	-5,65%			

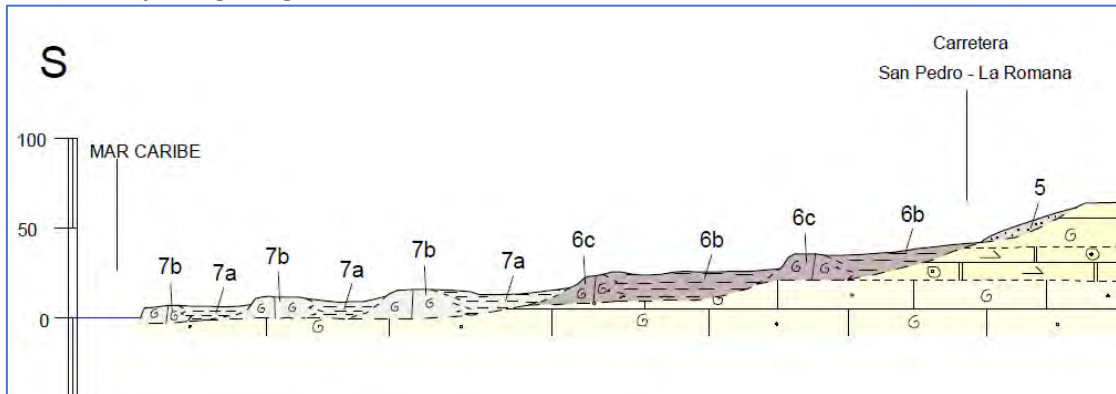


Fuente: Molinas (2023).

Las Alternativas 3 y 4 (Las Uvitas) arrojaron dimensiones del emisario con un trayecto mínimo de aproximadamente 1,300 m para alcanzar la profundidad de -30 m y un trayecto de 1,450 m para alcanzar la profundidad de -50 m. Son dimensiones superiores a las encontradas en las Alternativas 1 y 2 en el *canyon* de Cumayasa. Para la Alternativa llamada Aguas Tratadas - Las Uvitas – PTAR se considera una longitud de 600 m para el emisario, para garantizar el alejamiento mínimo de 500 m de la costa.

Aunque son más largas, las Alternativas 3 y 4 están en una región que tiene ventajas relacionadas a fundamentos geológicos. Según la hoja del Servicio Geológico Nacional que muestra la conformación geológica de la Planicie de Las Uvitas (SGN-Boca de Soco-6371-II), la misma está constituida por la Formación La Isabela, compuesta de sucesiones de Calizas bioclásticas localmente margosas (7a) con armazones (diques en diferentes plataformas) de corales (7b) sucesivos dispuestos de forma paralela a la costa (ver **Figura 3.4.g**).

Figura 3.4.g
Detalle del perfil geológico transversal a la costa



Fuente: Hoja geológica SGN-Boca de Soco-6371-II. Molinas (2023).

Esta composición geológica permite inferir que la planicie de Las Uvitas es menos propensa a la ocurrencia de depósitos profundos de arcillas, que suelen estar intercalados junto a antiguos *canyons* o acumulados en dolinas secundarias. Las **Figuras 3.4.h** y **3.4.i** muestran diferentes aspectos de la costa en el paraje de Las Uvitas.

Prospecciones de campo deben confirmar o descartar estas hipótesis de modo a permitir la excavación por microtunelación con el conocimiento de los riesgos geológicos asociados a los trayectos propuestos. No obstante, con las informaciones disponibles se puede inferir que por lo menos hasta los 30 – 50 m de profundidad, límite de la plataforma costera, el subsuelo se mantendrá con características similares a la formación continental, donde predominan los diques de caliza arrecifal fracturada con parches de sedimentos calcáreos retrabajados

Figura 3.4.h

Vista de la costa en Las Uvitas – Destaque para la zona de inundación excepcional



Fuente: Molinas (2023).

Figura 3.4.i

Vista de la costa en Las Uvitas – Destaque para el dique de calcáreo costero



Fuente: Molinas (2023).

Según el informe de Molinas (2023), una visita sobre el terreno a una mina a cielo abierto en las cercanías de Las Uvitas permitió conocer mejor el subsuelo, que no presentaba acuíferos aflorando (ausencia completa de niveles freáticos, según se observa en la **Figura 3.4.j**) y la ocurrencia de nódulos oriundos de precipitados ferrosos, considerados residuos de la minería (**Figura 3.4.k**).

Figura 3.3.j**Vista de la mina vecina a Las Uvitas – Destaque para la ausencia de niveles freáticos visibles**

Fuente: Molinas (2023).

Figura 3.4.k**Vista de la mina vecina a Las Uvitas – Destaque para los residuos ferrosos de la minería**

Fuente: Molinas (2023).

Este análisis muestra que las alternativas preferenciales son las situadas en Las Uvitas (Alternativas 3 y 4).

Estimativa de Costes

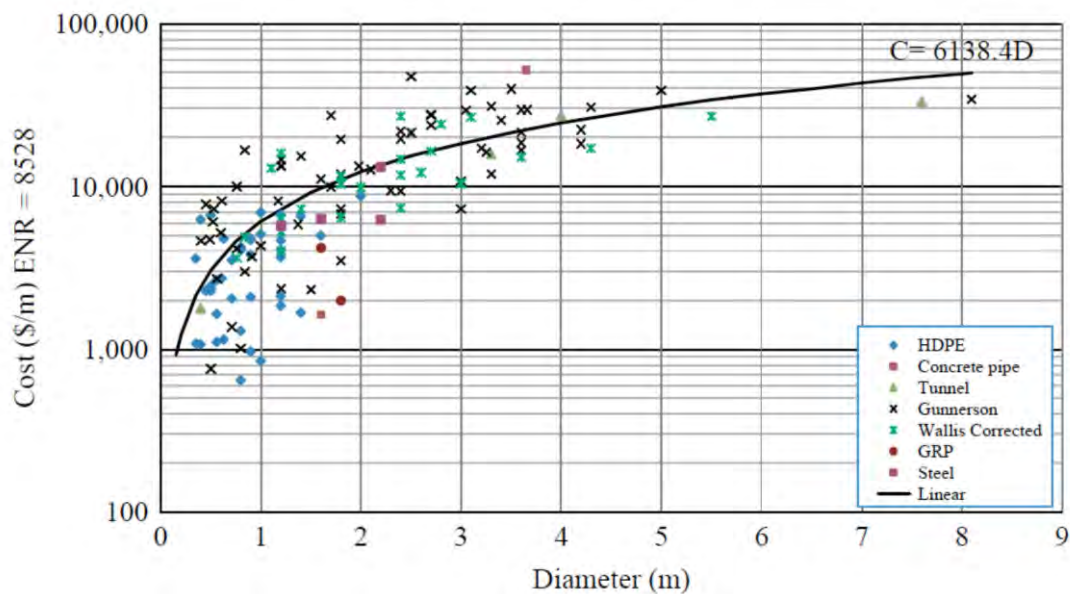
Según el informe de Molinas (2023), los costes de inversión para la implantación de un emisario submarino para el Proyecto La Romana fueron desagregados en dos componentes: una primera parcela de costes que refleja la inversión y operación para el Tratamiento del efluente, y una segunda parcela de costes variables asociados al diámetro y a la extensión adoptada para el emisario.

Para estimar los costes del emisario se utilizaron los datos de la publicación *Marine Wastewater Outfalls and Treatment Systems* (ROBERT *et al.*, 2010 *apud* MOLINAS, 2023), basados en el banco de datos de precios de emisarios submarinos del “Índice de Ingeniería News Record (ENR)”⁵, los cuales permitieron establecer correlaciones entre el costo unitario de construcción en dólares/metro de emisario y el diámetro interior en metros para condiciones costosas, ordinarias y económicas.

La **Figura 3.4.I** presenta el costo unitario por metro de emisario como una función del diámetro interno del emisario (m). Este ajuste corresponde a 145 emisarios estudiados y refleja una tendencia de comportamiento lineal en fusión del diámetro del emisario, permitiendo inferir el costo variable de implantación para el emisario del Proyecto La Romana.

Adoptándose un diámetro interno de la microtunelación de 1.60 m, correspondiente al diámetro nominal de 2 m, y suponiéndose que los costes comprenden también la posterior incorporación de una tubería HDPE de DE=900 mm, los costes unitarios lineales del emisario en estudio resultan en un poco menos de \$10.000 USD por metro lineal de esa estructura (\$9,821.44 USD/metro lineal de emisario).

Figura 3.4.I
Costo unitario por metro de emisario (USD) como una función del diámetro (en metros)



Fuente: Molinas (2023).

Así, los costos lineales totales asociados a las diferentes alternativas varían entre USD 11.7 y 15.1 millones (precios estimados sin tratamiento primario que se muestran en la **Tabla 3.4.a**). A estos valores se suma la parcela de costes que refleja la inversión para el tratamiento, considerando, según los datos del diseñador de la PTAR, USD 2.6 millones para el Tratamiento Primario (descrito en la **Sección 3.3.2.2**) y cerca de USD 20.5 millones para instalación de una

⁵ Engineering News Record (ENR) index

PTAR completa con tratamiento terciario⁶ (descrita en la **Sección 3.3.2.1**), resultando en los precios estimados totales que se muestran en la **Tabla 3.4.a**.

Tabla 3.4.a
Costos de las alternativas para el emisario

Datos	ALTERNATIVAS				
	ALTERNATIVA 1 (Canyon Cumayasa)	ALTERNATIVA 2 (Canyon Cumayasa)	ALTERNATIVA AGUA TRATADA Las Uvitas - PTAR	ALTERNATIVA 3 Las Uvitas - PTAR	ALTERNATIVA 4 Las Uvitas - PTAR
Extensión aproximada (m)	1.186,65	1.376,00	600,00	1.536,92	1.257,80
Profundidad del pozo de lanzamiento (m)	(-8,15)	(-16,43)	(-13,68)	(-13,76)	(-13,68)
Profundidad de cale (m)	30,00	50,00	13,97	50,00	30,00
Diámetro externo de la tubería definitiva al interior	900 mm (una tubería)	900 mm (una tubería)	900 mm (una tubería)	900 mm (una tubería)	900 mm (una tubería)
Precio estimado sin Tratamiento Primario (\$USD)	\$11.654.611,78	\$13.514.301,44	\$5.892.864,00	\$15.094.767,56	\$12.353.407,23
Precio estimado del Tratamiento Primario (USD)	\$2.600.000,00	\$2.600.000,00	\$20.419.361,00	\$2.600.000,00	\$2.600.000,00
Precio estimado Total (USD)	\$14.254.611,78	\$16.114.301,44	\$26.312.225,00	\$17.694.767,56	\$14.953.407,23
O&M	\$1.711.525,65	\$1.711.525,65	\$16.863.573,86	\$1.711.525,65	\$1.711.525,65

Fuente: Molinas (2023).

Con base en esta formulación, las alternativas localizadas en el *canyon* de Cumayasa (Alternativas 1 y 2) son sensiblemente más económicas, con costes cerca de 6% y 11% menores que los de las Alternativas 3 y 4 localizadas en Las Uvitas. No obstante, según Molinas (2023), aspectos constructivos como la posible localización de la torre de carga del emisario en sitio con una elevación que elimine o disminuya sensiblemente el bombeo, colocan las Alternativas 3 y 4 en gran ventaja¹². Según Molinas (2023), se confirmó en campo la viabilidad de localizar la torre de carga para el emisario junto a lo que se denomina Estación de Bombeo LA ROMANA_02, hecho que reduciría sensiblemente los costes de O&M del emisario evitando o reduciendo sensiblemente el bombeo, una vez que esta EBAR se sitúa en cota 28 msnm.

Análisis del punto de vista ambiental

También se compararon las 4 ubicaciones alternativas para el emisario considerando algunas restricciones ambientales existentes en la región.

La **Figura 3.4.m** a continuación muestra las Áreas Protegidas existentes en el entorno del Proyecto. La posición de las alternativas estudiadas para el emisario se muestra con un polígono rojo en la Figura.

⁶Costes estimados de la PTAR y del Tratamiento Primario según el informe Intermedio del diseñador.

Figura 3.4.m
Áreas Protegidas en relación a las ubicaciones alternativas del emisario

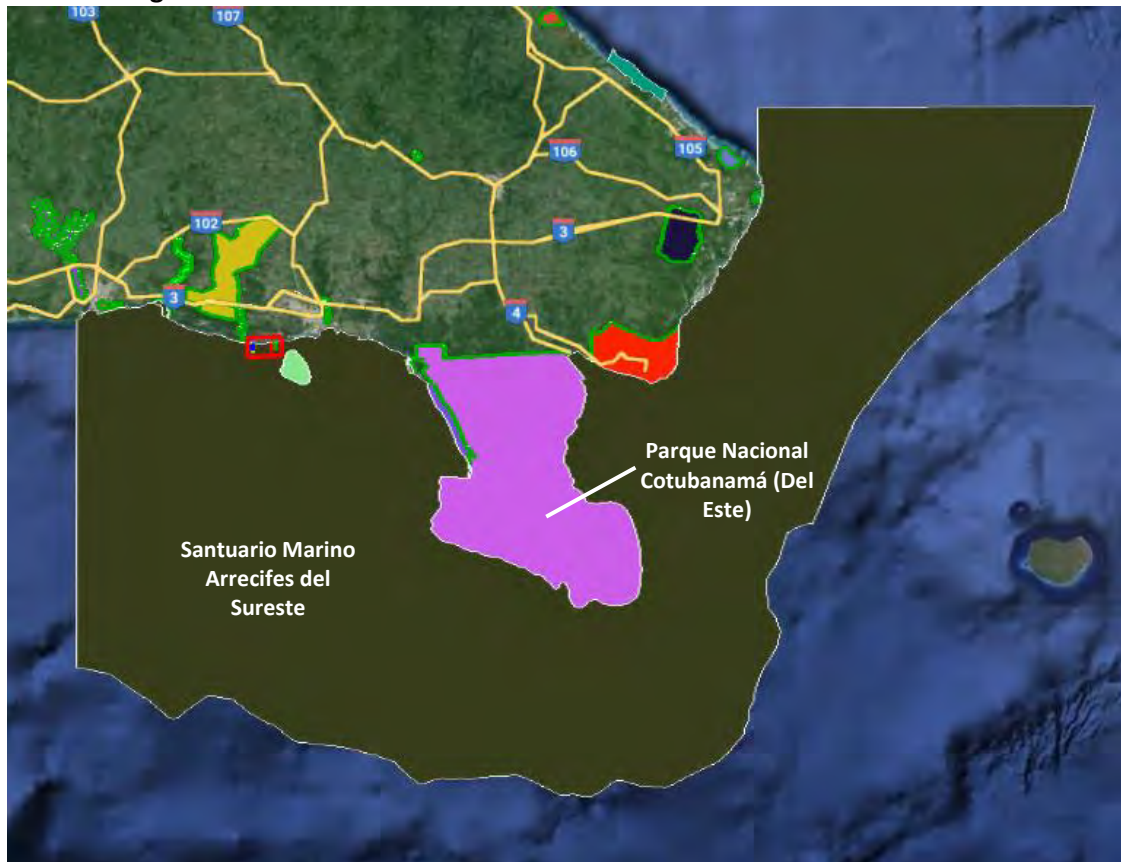
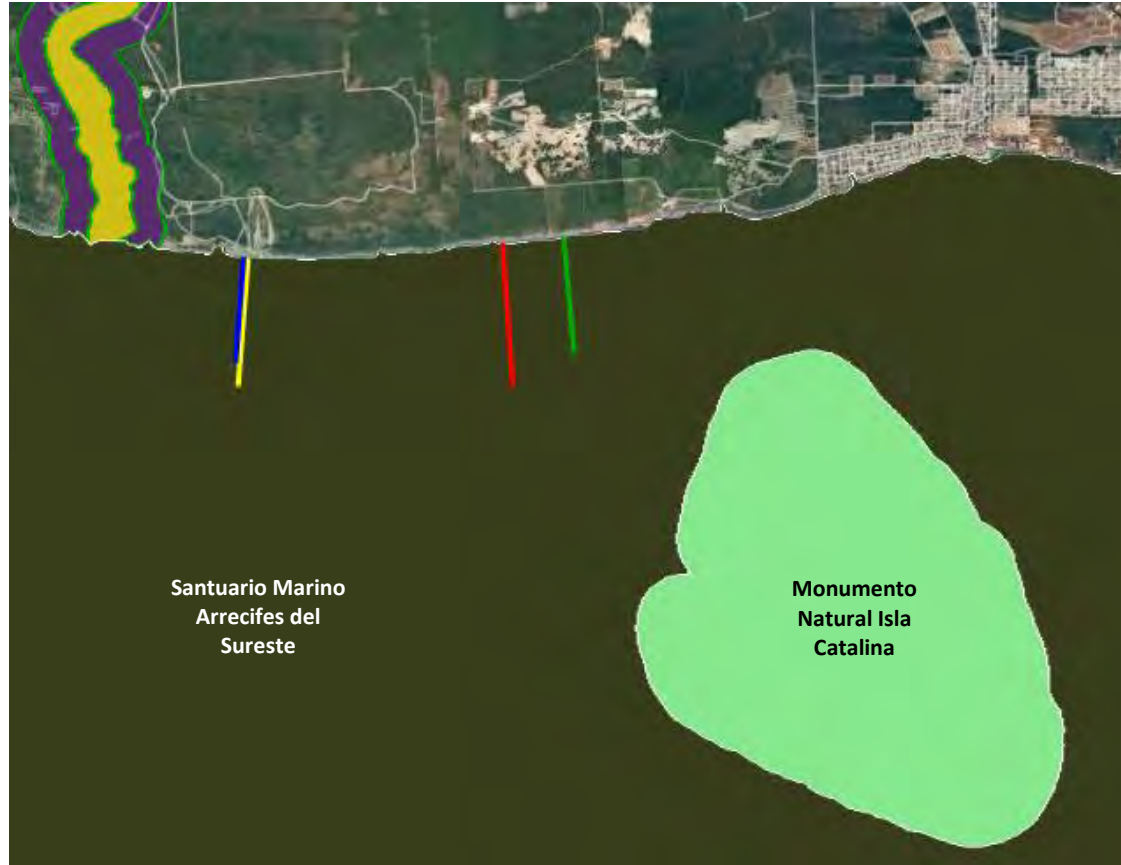


Figura 3.4.m

Áreas Protegidas en relación a las ubicaciones alternativas del emisario

Detalle



Fuente: sinap.ambiente.gob.do.

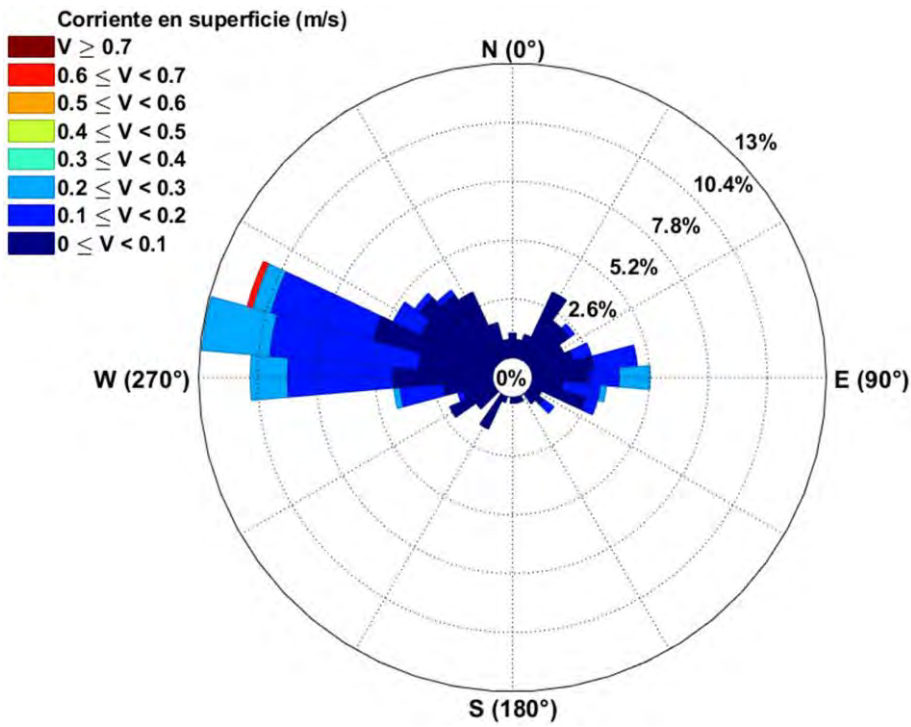
Comparando las alternativas en relación a su proximidad o interferencia con las Áreas Protegidas, se observa en el detalle de la Figura 3.4.m que los 4 trazados están totalmente insertos en el Santuario Marino Arrecifes del Sureste, sin ventaja de ningún trazado en relación a los demás.

En cuanto a la proximidad de las alternativas al Monumento Natural Isla Catalina, que también se encuentra integralmente insertado en el Santuario Marino, se ve en el detalle que las Alternativas 1 y 2 son más ventajosas, porque están más lejos del área protegida, a unos 5 kilómetros de ella, mientras que las Alternativas 3 y 4 están a cerca de 2.2 y 1.65 kilómetros, respectivamente. Sin embargo, cabe mencionar que las informaciones de corrientes y vientos levantadas durante el estudio de alternativas para el emisario (MOLINAS, 2023) dieron como resultado, teniendo en cuenta la componente zonal de las corrientes oceánicas, que existe una dominancia en subsuperficie del transporte en dirección al este, mientras que en la superficie ocurre una alternancia de la dirección, veces a este y otras a oeste.

Las Figuras 3.4.n y 3.4.o muestran histogramas polares (tipo rosa de los vientos) elaborados con base en la combinación de las dos componentes del flujo, que muestran que, pese a la existencia de algún grado una alternancia de direcciones, en la superficie dominan corrientes del orden de

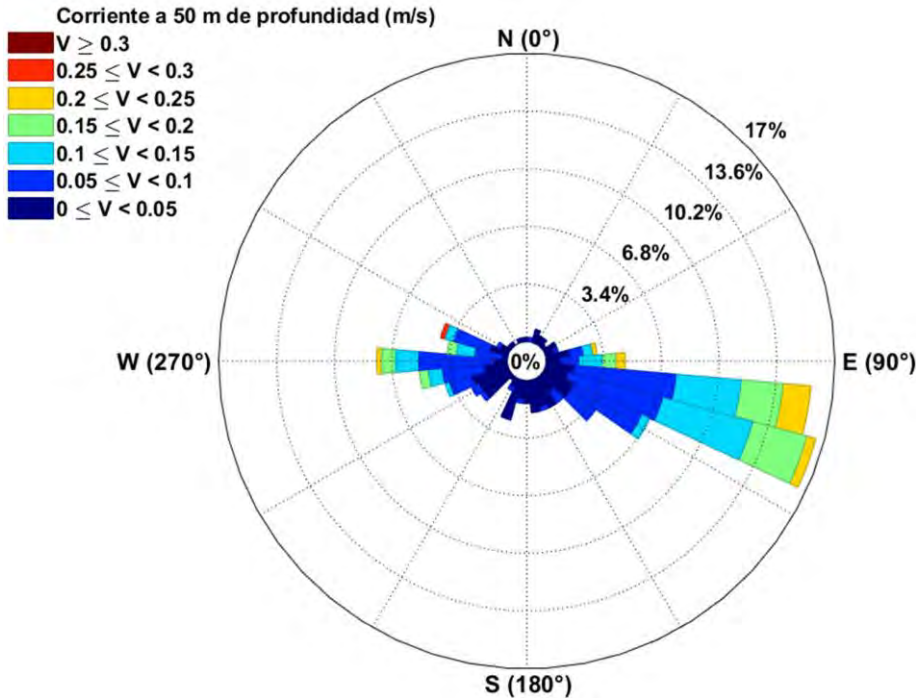
20 cm/s en la dirección oeste noroeste, mientras que a 50 metros de profundidad dominan corrientes también del orden de 20 cm/s pero en la dirección este-sureste.

Figura 3.4.n
Gráfico de rosa de corrientes superficiales (histograma polar)



Fuente: MOLINAS (2023).

Figura 3.4.o
Gráfico de rosa de corrientes a 50 metros de profundidad (histograma polar)



Fuente: MOLINAS (2023).

Se destaca que la intensidad de las corrientes oceánicas que caracterizan el borde de la plataforma continental sur de la República Dominicana son muy débiles, difícilmente superando los 20 cm/s. Siendo así, se espera que en la región costera los fenómenos oceánicos de larga escala tengan poca relevancia sobre regiones con profundidades menores que 50 metros, siendo el probablemente la principal forzante que actuará sobre el transporte de la pluma de efluentes del emisario submarino (MOLINAS, 2023).

Según el informe de Molinas (2023), considerando la variabilidad estacional de los vientos, los vientos promedios más intensos son observados en el invierno, mientras que octubre es el mes en que se observan los vientos más amenos. En términos de variabilidad de la dirección de los vientos, en invierno domina la dirección este-noreste, mientras que en el final de la primavera dominan los vientos de este y este-sureste. La conclusión es que el patrón de vientos es muy favorable para la dilución y dispersión de los efluentes vertidos por el emisario, haciendo con que estos fluyan predominantemente hacia la dirección oeste, alejándose de la Isla Catalina.

A la vista de lo anterior, se observa que la mayor proximidad de las Alternativas 3 y 4 a esta área protegida no es un punto decisivo para la elección de un trazado en detrimento de otro, ya que los vientos y corrientes deberían contribuir a que los efluentes vertidos por el emisario se dispersen en sentido contrario a Isla Catalina, no contribuyendo así a la contaminación de las aguas de esta área protegida y de uso turístico.

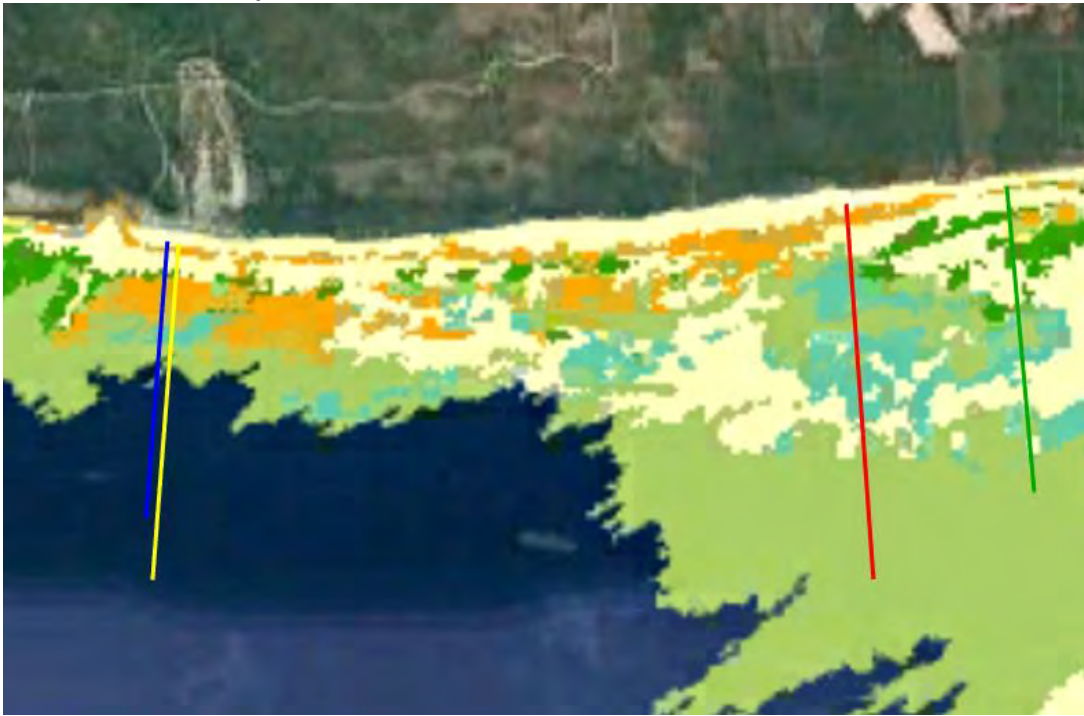
Considerando ahora el impacto del vertido de efluentes en la calidad del agua y, por consiguiente, en los organismos acuáticos, se evaluaron y compararon las alternativas en

relación con la cartografía de los hábitats bentónicos realizada por la organización *The Nature Conservancy*⁷, cuyos resultados se muestran a continuación en la **Figura 3.4.p**.

Como puede verse en la figura, las Alternativas 1 y 2 atraviesan una mayor extensión de áreas mapeadas como de Corales/Algas (en naranja en la figura), mientras que las Alternativas 3 y 4 atraviesan principalmente áreas de fondo duro con algas esparzas (en verde) y áreas de fondo duro de algas densas (en azul), que también son atravesadas por las Alternativas 1 y 2, además de rocas y arena. Al cruzar una extensión menor de áreas donde se indica la presencia de corales, las Alternativas 3 y 4 son más ventajosas a este respecto.

⁷ <https://tnccaribgis.users.earthengine.app/view/caribbean-reef-restoration-tool>.

Figura 3.4.p
Hábitats bentónicos predominantes



Clases de hábitats bentónicos

- Cresta del arrecife
- Arrecife delantero
- Arrecife trasero
- Coral / Alga
- Arrecife de espolones y ranuras
- Áreas de fondo duro con algas esparzas
- Áreas de fondo duro con algas densas
- Fondo fangoso
- Dragado
- Arena
- Rocas
- Hierba marina esparza
- Hierba marina densa

Fuente: Site "The Nature Conservancy" (<https://tnccaribgis.users.earthengine.app/view/caribbean-reef-restoration-tool>).

Conclusiones

El análisis presentado en esta Sección permite concluir que el emisario submarino con cualquier de los trazados correspondientes a las Alternativas 1 a 4, y utilizando los métodos de construcción propuestos, es una solución técnica, económica y ambientalmente viable, siendo sensiblemente competitiva en relación a la alternativa estudiada de un emisario corto, asociado

a una PTAR con tratamiento terciario, siendo capaz de lanzar los efluentes tratados en zonas costeras protegidas.

Con la adopción del método constructivo de microtunelación (*Pipe jacket* o *Direct Pipe*) es posible atravesar en profundidad la plataforma submarina, sin ningún tipo de interferencia con la fase de la planicie coralina, con excepción del corto tramo final donde será rescatado el trepano perforador e instalado un sistema de bicos difusores.

El trazado elegido fue el correspondiente a la Alternativa 3, que, si bien es más costosa que la Alternativa 4, también presenta las ventajas geológicas ya comentadas para la ubicación Las Uvitas, y tiene la ventaja de alcanzar una mayor profundidad, -50 m, y de atravesar un área más libre de corales.

El coste global estimado para la implantación de esta Alternativa 3 de emisario fue de USD 17.7 millones, siendo este valor muy similar, independientemente de la metodología usada.

Este valor debe ser comparado con los precios de un emisario corto, vinculado con una PTAR de Tratamiento Terciario, cuyo precio estimado es de cerca de USD 26 millones. Este valor se obtiene considerando un emisario de 600 m de extensión sumado a los costos asociados con la PTAR de Nivel Terciario. Sin mencionar el hecho de que los costos operacionales son siempre superiores para la alternativa que contempla PTAR completa en relación a un emisario submarino con tratamiento primario.

4.0

Descripción del Proyecto

A continuación, se describen las principales características del Proyecto en estudio, con énfasis en el análisis de los aspectos más pertinentes para la evaluación del impacto ambiental y social. Esta caracterización incluye las especificaciones y los procedimientos técnicos y de construcción del proyecto.

La información de diseño utilizada para componer las secciones del capítulo se obtuvo de la siguiente documentación:

- Estudio de Factibilidad del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de La Romana – Macroestructura (Paiva *et al.*, 2024).

Los componentes del Proyecto de Saneamiento La Romana se muestran en el **Mapa 4.0.a**, a continuación. Este Proyecto tiene alcance en los municipios La Romana y Villa Hermosa.

4.1

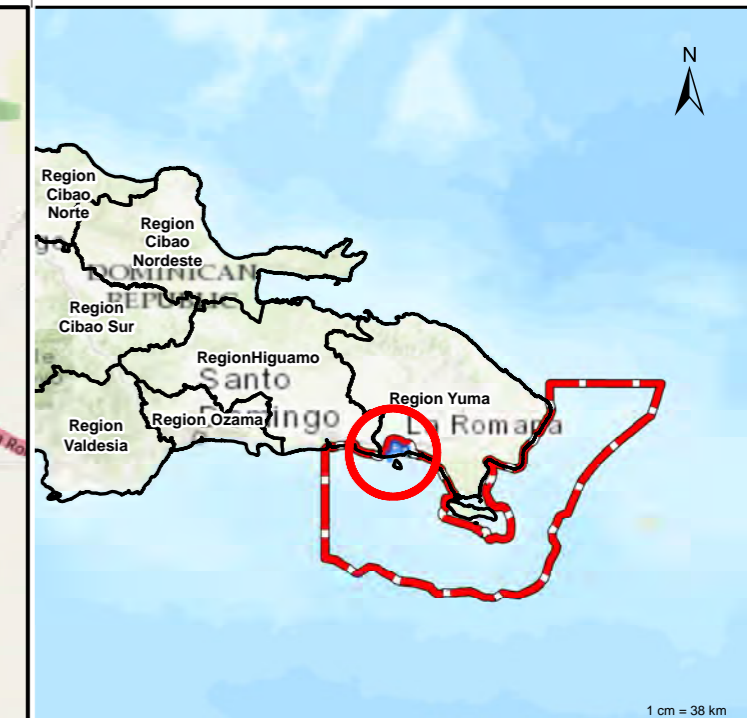
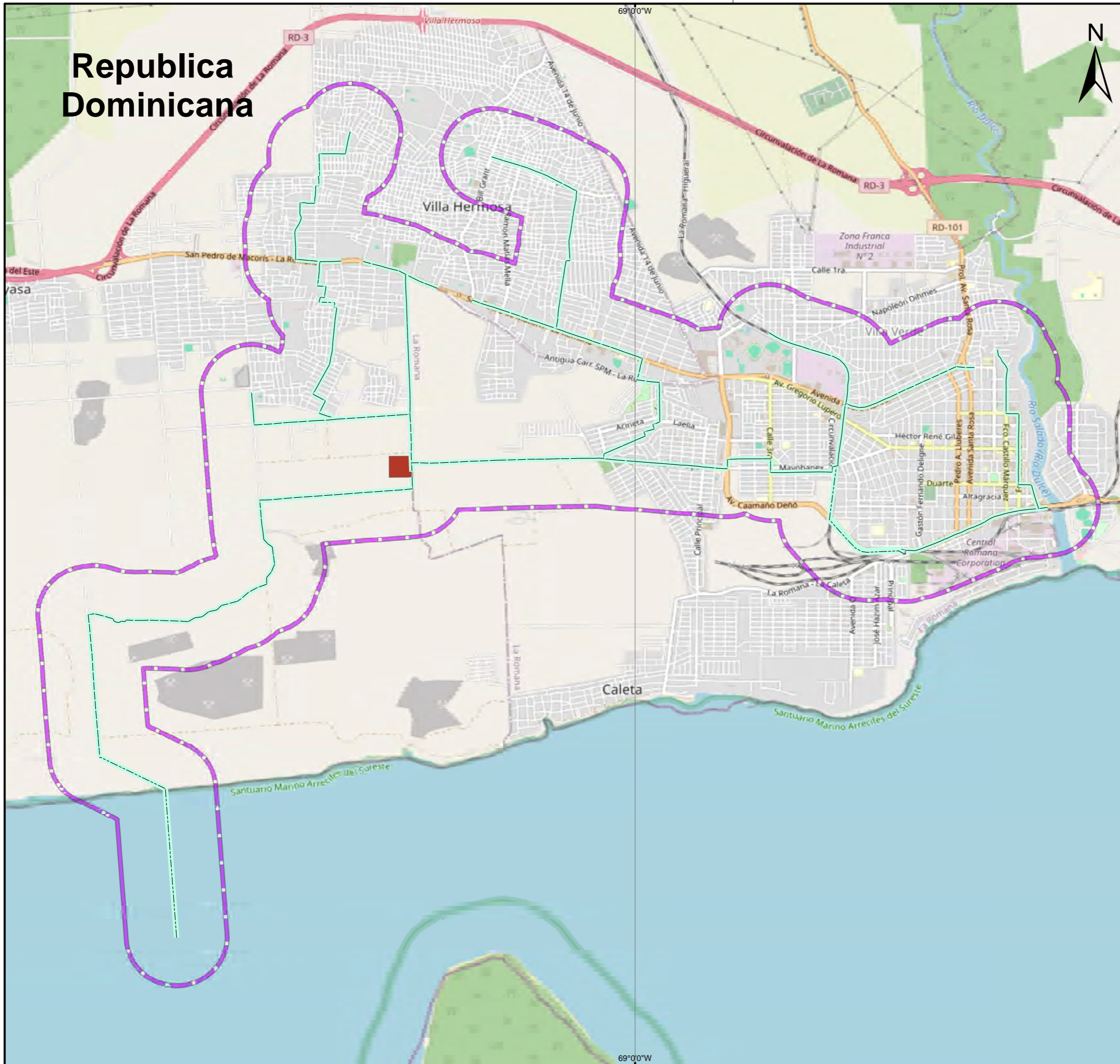
Áreas de Drenaje (Cuencas de Contribución)

En la región de influencia del Proyecto, debido a la topografía muy plana en algunas zonas y la proximidad al mar, se ha elegido un Modelo Digital de Elevación (MDE) adecuado para el diseño de las redes de recolección de alcantarillado, EBARs e líneas de impulsión. Para proyectos de sistemas de alcantarillado, es recomendable utilizar Modelos Digitales que representen las cuotas del terreno, eliminando las posibles interferencias de las construcciones y la vegetación. Para ello, se adoptó un modelo digital del terreno denominado FABDEM¹, que se generó mediante algoritmos de inteligencia artificial sobre los datos del COPDEM (Copernicus DEM).

Con base en el estudio de las Cuencas Hidrográficas, se definieron las Áreas de Drenaje (Cuencas de Contribución) para el área de influencia del Proyecto, usadas como referencia para los resultados del estudio del sistema de alcantarillado de La Romana.

La delimitación definitiva de las seis cuencas usadas en el Proyecto se muestra en la **Figura 4.1.a** a continuación.

¹ <https://www.fathom.global/product/fabdem/>



Leyenda

- Área directamente afectada - ADA
- EBDs
- Emissario
- PTAR
- Área de Influencia Directa - (AID) - para los Medios Físico y Biótico

Componentes del proyecto

Escala: 1:40.000
1 cm = 0,4 km

Proyección geográfica
MC 69° / WGS 84

Fuente: OpenStreetMap (and) contributors.

Cliente:

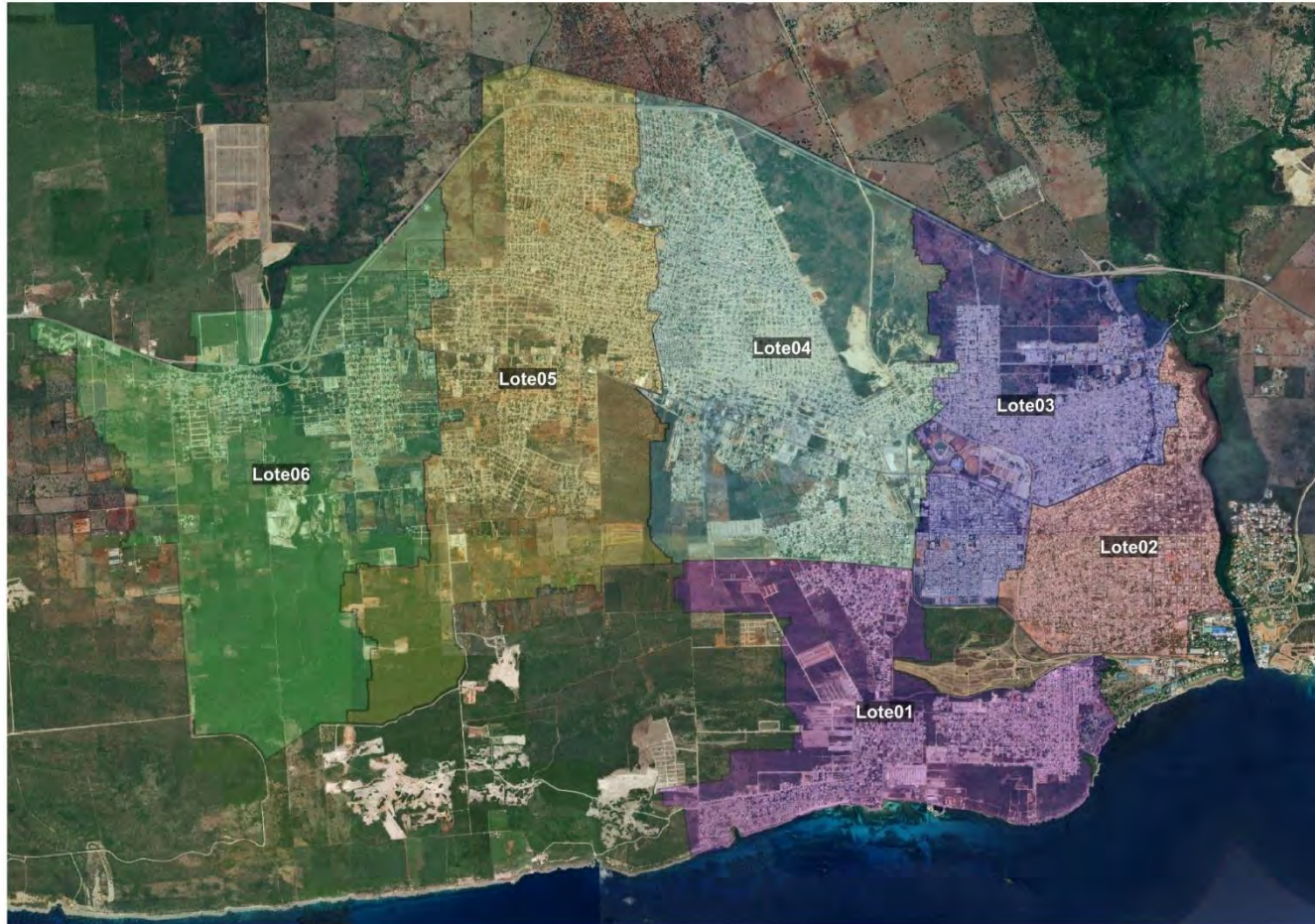
Mapa 4.0.a:

Mapa de Localización del Proyecto

Proyecto:
Proyecto de Saneamiento Básico de La Romana e Implementación del SGAS del Programa DR-L1158
Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS)

Fecha	Escala	Mapa	Revisión
Febrero 2024	1:40.000	Mapa XX	Ø

Figura 4.1.a
Áreas de drenaje del proyecto



Fuente: Factibilidad del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de La Romana – Macroestructura (Paiva *et al.*, 2024).

4.2

Datos Poblacionales y Caudales

4.2.1

Estudios de Población de Diseño

Los datos de población de diseño se han obtenido de la Oficina Nacional de Estadística de la República Dominicana (ONE), que realiza los censos de la República Dominicana y proporciona datos demográficos oficiales de todo el país.

Recientemente se han puesto a disposición del público los datos de la iniciativa *Data for Good*², liderada por la empresa META (antigua Facebook), que tiene por objetivo distribuir a la población mundial en cuadrículas de aproximadamente 30x30 metros. Estos datos se generan a partir de diversas fuentes de datos demográficos (censos, conteo de población, etc.) disponibles en cada país, los cuales se cruzan con imágenes aéreas de alta definición, distribuyendo la población de cada lugar con mayor precisión con la ayuda de la Inteligencia Artificial. Los datos de *Data for Good* están disponibles para toda la República Dominicana, conteniendo las poblaciones de 2015 y 2020 basadas en el último censo, los cuales fueron utilizados para la distribución de la población y caudales en las cuencas hidrográficas definidas en el estudio.

Se ha realizado un estudio para determinar qué ecuación de crecimiento demográfico se ajusta mejor a los datos de las proyecciones oficiales. Teniendo en cuenta las características de La Romana, se espera que la tasa de crecimiento disminuya con el paso de los años, a medida que se acerca a la saturación en cuanto a la ocupación de la zona, para ello se optó por una ecuación logarítmica, que ha sido utilizada para proyectar la población para los años futuros. Para el presente estudio se eligieron las fechas 2024, 2039, 2054 y 2074 como hitos del Proyecto. La **Tabla 4.2.1.a** a continuación muestra las poblaciones y las tasas de crecimiento que se obtuvieron para los años específicos.

Tabla 4.2.1.a

Proyección poblacional para las cuencas del área de proyecto

Año	Población (hab.)	Tasa de crecimiento	Año	Población (hab.)	Tasa de crecimiento
2024	263,681	0.90%	2040	301,125	0.78%
2025	266,030	0.89%	2041	303,456	0.77%
2026	268,378	0.88%	2042	305,785	0.77%
2027	270,724	0.87%	2043	308,114	0.76%
2028	273,070	0.87%	2044	310,441	0.76%
2029	275,414	0.86%	2045	312,767	0.75%
2030	277,757	0.85%	2046	315,091	0.74%
2031	280,099	0.84%	2047	317,415	0.74%
2032	282,440	0.84%	2048	319,738	0.73%
2033	284,780	0.83%	2049	322,059	0.73%
2034	287,118	0.82%	2050	324,379	0.72%
2035	289,456	0.81%	2051	326,699	0.71%
2036	291,792	0.81%	2052	329,017	0.71%
2037	294,127	0.80%	2053	331,333	0.70%

² <https://dataforgood.facebook.com/dfg/tools/high-resolution-population-density-maps>

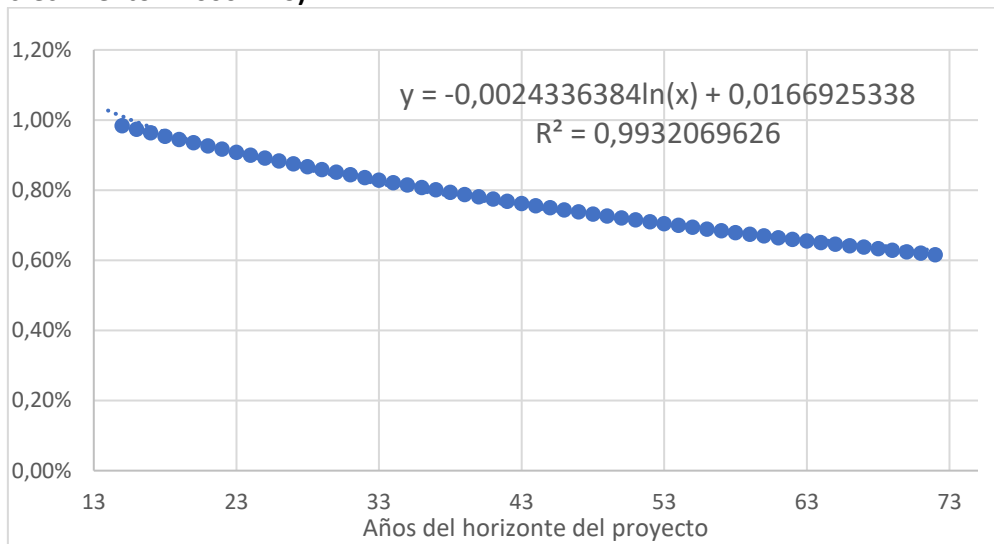
Tabla 4.2.1.a
Proyección poblacional para las cuencas del área de proyecto

Año	Población (hab.)	Tasa de crecimiento	Año	Población (hab.)	Tasa de crecimiento
2038	296,461	0.79%	2054	333,649	0.70%
2039	298,794	0.79%	2074	379,729	0.61%

Fuente: Paiva *et al.* (2024).

Para aplicar esta misma tasa de crecimiento que disminuye a lo largo de los años a cada una de las subcuencas del Proyecto por separado, se buscó de nuevo una ecuación que se ajustara bien a la tasa de crecimiento según el año, llegando hasta la ecuación que se muestra en la **Figura 4.2.1.a**.

Figura 4.2.1.a
Ecuación logarítmica de tasa de crecimiento por año para el municipio de La Romana (tasa de crecimiento x 2000-Año)



Fuente: Paiva *et al.* (2024).

La **Tabla 4.2.1.b** a continuación muestra las proyecciones de población de todas las subcuencas del área del Proyecto para los años 2024, 2034, 2044, 2054 y 2074, según la tasa de crecimiento de ese año en particular. La **Figura 4.2.1.b** muestra el caudal medio para los años 2024 y 2054 (adoptado como el horizonte de final del Proyecto) para las seis cuencas en las que se ha subdividido el área del Proyecto, mostradas en la **Figura 4.1.a**.

Tabla 4.2.1.b

Proyección poblacional y tasas de crecimiento para las subcuencas del área de proyecto (2024; 2034; 2044; 2054; 2074)

Tasa de crecimiento		0.90%	0.81%	0.75%	0.70%	0.62%
CUENCA_ID	Area Drenaje	Pob2024	Pob2034	Pob2044	Pob2054	Pob2074
L07b	AD01	3,498	3,585	3,876	4,167	4,755
L07a	AD01	2,869	2,941	3,179	3,418	3,900
L06p	AD02.2	1,018	2,211	2,418	2,625	3,043
L06o	AD02.2	3,344	7,264	7,944	8,624	9,998
L06n	AD02.2	3,053	6,633	7,253	7,874	9,128
L06m	AD02.2	436	948	1,036	1,125	1,304
L06l	AD02.2	517	483	523	563	643
L06k	AD02.2	1,454	3,158	3,454	3,750	4,347
L06j	AD02.2	0	0	0	0	0
L06i	AD02.2	3,199	6,948	7,599	8,249	9,563
L06h	AD02.2	563	526	570	613	701
L06g	AD02.2	338	316	342	368	421
L06f	AD02.2	828	774	838	902	1,031
L06e	AD02.2	656	613	664	714	816
L06d	AD02.2	1,345	1,257	1,361	1,464	1,674
L06c	AD02.2	636	594	643	693	792
L06b	AD02.2	80	74	80	87	99
L06a	AD02.2	285	266	288	310	355
L05q	AD02.2	582	1,263	1,382	1,500	1,739
L05p	AD02.2	622	1,308	1,429	1,551	1,797
L05o	AD02.2	0	0	0	0	0
L05n	AD02.2	232	217	235	252	289
L05m	AD02.2	669	625	677	729	833
L05l	AD02.2	1,460	1,461	1,580	1,700	1,940
L05k	AD02.2	1,550	1,449	1,568	1,688	1,930
L05j	AD02.2	954	891	965	1,039	1,187
L05i	AD02.2	1,724	1,721	1,861	2,002	2,285
L05h	AD02.2	702	656	710	765	874
L05g	AD02.2	484	452	489	527	602
L05f	AD02.2	11,397	11,782	12,737	13,692	15,621
L05e	AD02.2	2,854	2,950	3,189	3,429	3,912
L05d	AD02.2	4,151	4,289	4,636	4,984	5,686
L05c	AD02.2	2,246	2,099	2,272	2,445	2,796
L05b	AD02.2	3,312	3,343	3,615	3,887	4,437
L05a	AD02.2	13,799	14,200	15,352	16,504	18,830
L04r	AD02.1	346	356	385	414	473
L04q	AD02.1	2,741	2,834	3,064	3,293	3,757
L04p	AD02.1	4,450	4,600	4,973	5,346	6,099
L04o	AD02.1	11,585	11,976	12,947	13,918	15,878
L04n	AD02.1	6,647	6,871	7,428	7,985	9,110
L04m	AD02.1	9,125	9,434	10,198	10,963	12,507
L04l	AD02.1	4,656	4,814	5,204	5,594	6,382
L04k	AD02.1	9,801	10,132	10,953	11,775	13,433
L04j	AD02.1	5,332	5,513	5,959	6,406	7,309
L04i	AD02.1	6,864	7,068	7,641	8,214	9,372
L04h	AD02.1	3,852	3,981	4,304	4,627	5,278
L04g	AD02.1	1,077	1,107	1,197	1,287	1,468
L04e	AD02.1	310	652	713	774	897
L04d	AD02.1	620	1,305	1,426	1,548	1,793
L04c	AD02.1	3,539	3,639	3,934	4,229	4,825
L04b	AD02.1	6,075	6,238	6,744	7,251	8,273
L04a	AD02.1	2,096	2,148	2,322	2,497	2,849
L03i	AD02.1	0	0	0	0	0
L03h	AD02.1	586	625	675	726	828
L03g	AD02.1	6,934	7,107	7,684	8,261	9,426
L03f	AD02.1	2,595	2,660	2,876	3,092	3,528
L03e	AD02.1	2,547	2,610	2,822	3,034	3,462
L03d	AD02.1	7,528	7,716	8,342	8,968	10,233
L03c	AD02.1	3,401	3,486	3,769	4,052	4,624
L03b	AD02.1	6,416	6,576	7,109	7,643	8,721
L03a	AD02.1	9,493	9,750	10,541	11,333	12,930
L02k	AD01	310	652	713	774	897
L02j	AD01	4,711	4,772	5,160	5,549	6,333
L02i	AD02.1	0	0	0	0	0
L02h	AD02.1	2,418	2,478	2,679	2,881	3,287
L02g	AD01	0	0	0	0	0
L02f	AD01	1,773	1,817	1,965	2,112	2,410
L02c	AD01	4,804	4,923	5,323	5,723	6,530
L02b	AD01	5,545	5,683	6,145	6,606	7,538
L02a	AD01	7,480	7,666	8,288	8,911	10,167
L01h	AD01	1,209	1,239	1,340	1,440	1,643
L01g	AD01	5,352	5,485	5,930	6,376	7,275
L01f	AD01	9,447	9,682	10,467	11,254	12,841
L01e	AD01	10,833	11,103	12,003	12,905	14,725
L01d	AD01	999	1,024	1,107	1,191	1,359
L01c	AD01	2,595	2,660	2,876	3,092	3,528
L01b	AD01	1,644	1,685	1,822	1,959	2,235
L01a	AD01	4,361	4,540	4,908	5,276	6,018
Población Total		252,952	275,910	298,703	321,517	367,569

Fuente: Paiva et al. (2024).

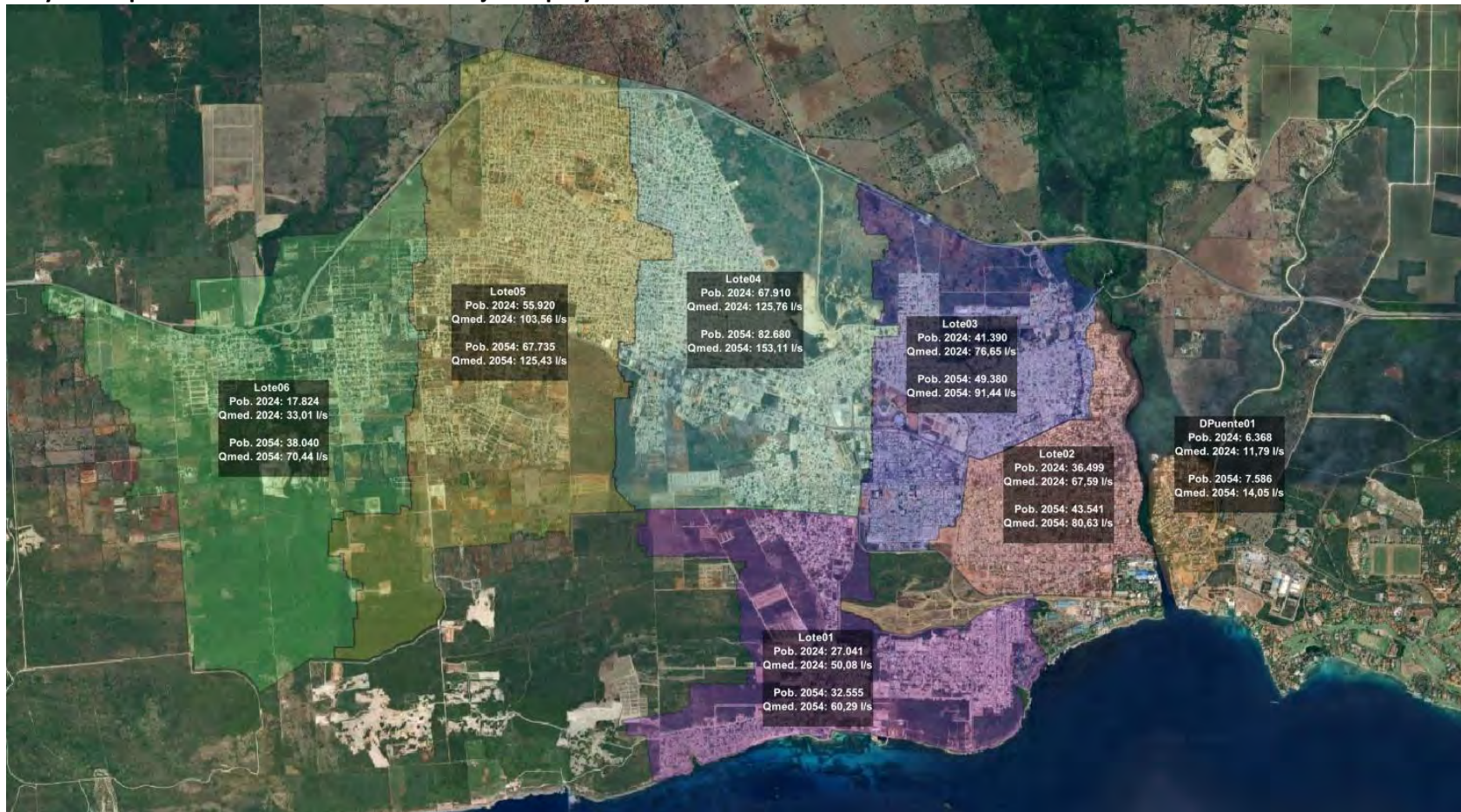
4.2.2

Parámetros de Proyecto

Según el "Reglamento Técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitarias del INAPA", para el cálculo de los caudales de diseño se deben utilizar los siguientes parámetros:

- Conexiones erradas (Qe), que son “los aportes de aguas lluvias al sistema de alcantarillado sanitario, provenientes de malas conexiones de bajantes de techos y patios” = 5% a 15% del caudal máximo horario;
- Infiltración (Qinf) = 10 m³/km.día o 0.0001 l/m.s
- Factor de Mayoración (F) o Factor Punta. Utilizar Harmon y Babbit para poblaciones de 1,000 a 1,000.000 habitantes o utilizar las fórmulas de Los Ángeles (rango de 2.8 a 28,300 l/s) o de Tchobanoglous (rango de 4 a 5,000 l/s). En general, el valor de F debe ser mayor o igual a 1.4;
- Caudal máximo horario (Qmáx/h) ➡ Qmáx/h = F * Qmed/d;
- Caudal de diseño (Qdis) ➡ Qdis = Qmáx/h + Qinf + Qe.

Figura 4.2.1.b
Proyección poblacional en las áreas de drenaje del proyecto



Fuente: Paiva *et al.* (2024).

Se adoptó una tasa de infiltración de 0.0001 l/s/m, estimando la longitud de los colectores secundarios a partir de la longitud de las calles de las cuencas contribuyentes que aportan a los colectores maestros. Para las comprobaciones hidráulicas se adoptó lámina neta máxima del 75% del DN y para las condiciones de flujo en el inicio de plan una fuerza tractiva mínima de 1 Pa.

Se adoptó un periodo de 50 años para el proyecto, con inicio de plan en 2024 y fin de plan en 2074. Para las demás macroestructuras (EBDs, líneas de impulsión, pretratamiento y emisario submarino) se adoptó un período de 30 años, con el fin de plan en el año de 2054. Es importante resaltar que para los caudales proyectados de los colectores maestros se consideró un porcentaje del 100% de conectividad. Para la Planta de Tratamiento se asumió una conectividad del 80%.

Como el periodo de diseño es largo, para el buen funcionamiento de los colectores en cuanto a la capacidad de los mismos, se adoptó un coeficiente de conexiones erradas de 5% (el mínimo recomendado por la norma).

4.2.3
Caudales de Diseño

A partir de las poblaciones (2024, 2034, 2054 y 2074) de cada una de las subcuencas del área de estudio y la definición de los parámetros, se ha calculado el caudal de diseño para cada una de ellas, como unidad de contribución. Los caudales de diseño varían en función de la suma de las poblaciones del conjunto de cuencas que contribuyen a un punto concreto del sistema.

Como se ha mencionado anteriormente, se utilizó el Coeficiente de Harmon para el coeficiente de punta hasta el valor máximo de 2.5 debido a su característica de amortiguar los caudales máximos cuando se trata de grandes poblaciones. En los casos en que el coeficiente de Harmon presentó un valor arriba de 2.5, se adoptó K1=1.25 y K2=2.0. Los datos utilizados para la infiltración, las conexiones erradas y los coeficientes de retorno son los presentados en la **Sección 4.2.2**.

Los caudales medios y de diseño para el inicio y final del plan calculados para el sistema de alcantarillado de La Romana se muestran en la siguiente **Tabla 4.2.3.a**.

Tabla 4.2.3.a
Caudales promedios y de diseño

Qmed2024 (l/s)	Qdiseño2024 [Qp + Inf.] (l/s)	Qmed2054 (l/s)	Qdiseño2054 [Qp + Inf.] (l/s)	Qmed2074 (l/s)	Qdiseño2074 [Qp + Inf.] (l/s)
468.43	877.03	595.40	1060.96	680.68	1181.68

Fuente: Paiva *et al.* (2024).

4.3

Unidades del Sistema de Alcantarillado Sanitario Previstas

Las unidades que componen el Proyecto de Saneamiento La Romana se describen en las secciones a continuación.

4.3.1

Red de Alcantarillado

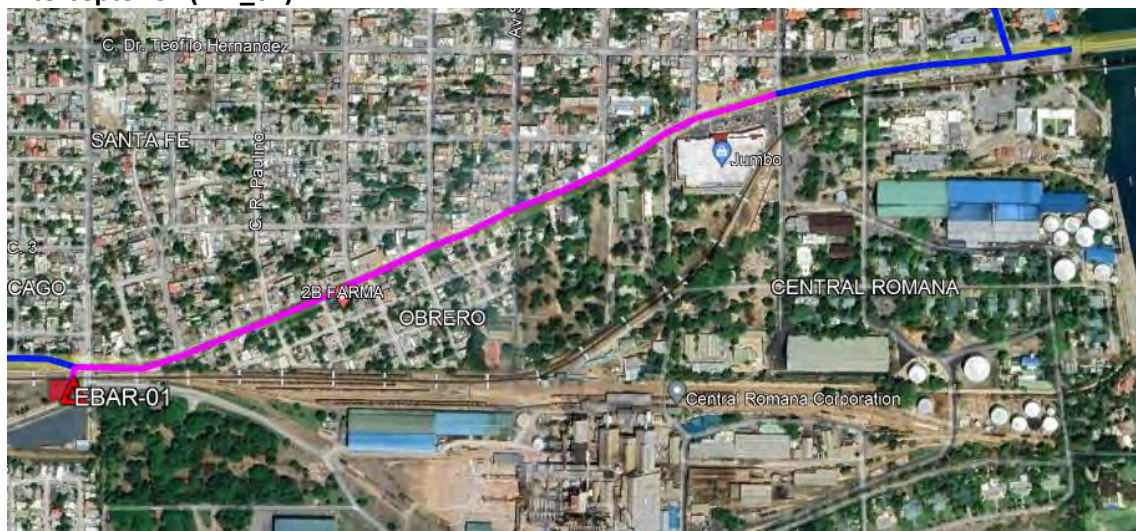
Como se menciona en la **Sección 3.1**, para la macroestructura de recolección del sistema de alcantarillado el estudio de alternativas ha elegido un sistema con recolección 100% por bombeo y pretratamiento avanzado con emisario submarino.

En esta concepción, que se muestra en la **Figura 3.1.3.a** en la **Sección 3.1.3**, las redes secundarias de las seis cuencas de contribución estarán conectadas a varios colectores maestros ubicados en cada una de las seis cuencas, dos interceptores y dos Estaciones de Bombeo.

Interceptores

Como se muestra en la **Figura 4.3.1.a**, el primer interceptor (INT_01) se ubicará en la Avenida Libertad, teniendo como destino final la Estación de Bombeo ROMANA_01 (EBAR-01), que se construirá en un área en la intersección entre la Avenida Libertad y La Caleta. El interceptor INT_01 tendrá una longitud total de 1.518,63 m y diámetro de 600 a 700 mm. Como muestra la **Figura 4.3.1.a** y la **Tabla 3.1.3.a** en la **Sección 3.1.3**, el INT_01 se construirá en parte mediante el método convencional de zanjas (422 m o 28% del trazo) y en su mayor parte mediante microtunelación (1,096.63 m o 72%).

Figura 4.3.1.a
Interceptor 01 (INT_01)



Leyenda:

- Tramo a ser construido por el método convencional con excavación de zanjas
- Tramo a ser construido por el método de microtunelación

El segundo interceptor INT_02, a su vez, recibirá el efluente de la PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado ubicada al sur del barrio Cucama y lo transportará a la primera cámara del emisario submarino. El interceptor INT_02 tendrá una longitud total de 5.979,92 m y un diámetro de 1,000 mm. Como muestra la **Figura 4.3.1.b** y la **Tabla 3.1.3.a**, el INT_02 se construirá totalmente a través de método convencional con excavación de zanjas.

Figura 4.3.1.b
Interceptor 02 (INT_02)



Leyenda:

— Tramo a ser construido por el método convencional con excavación de zanjas

Los interceptores serán de polietileno de alta densidad (HDPE).

Colectores maestros

El sistema de alcantarillado contará con un total de 11 colectores principales, los cuales se muestran en la **Tabla 4.3.1.a**, a continuación, y en la **Figura 3.1.3.a** en la **Sección 3.1.3**. La longitud total de estos colectores principales es de 25,485.03 m, de los cuales el 90% se construirá mediante el método convencional con excavación de zanjas y el 10% mediante microtunelación. La **Tabla 4.3.1.a** también muestra los diámetros de las tuberías en cada tramo

de colector. Así como los interceptores, los colectores maestros también serán de material polietileno HDPE.

Además de la longitud y diámetro, se presenta también la información de profundidad de excavación de estos colectores y el ancho de la zanja. La misma Tabla 4.3.1.b presenta estos datos también para los interceptores.

Tabla 4.3.1.a
Longitud y diámetros de los colectores maestros

Colectores maestros	Longitud (m)			Diámetro (mm)
	Convencional	Microtunelación	Total	
Río Dulce	1,519.66	417.85	1,937.51	400, 600
Caamaño Deño _01	884.41	0	884.41	1,000
Padre Abreu	1,287.74	87.79	1,375.53	200, 250, 315, 400
Ferro Carril	4,396.37	2,105.95	6,502.32	250, 315
Central	2,398.66	0	2,398.66	400, 450
Carretera	3,407.91	18.22	3,426.13	315, 500, 800, 1,000
Juan Bosh _01	1,881.88	15.64	1,897.52	400, 450
Juan Bosh _02	345.89	0	345.89	315, 450, 600, 700
Doña Olga _01	5,438.11	19	5,457.11	250, 400
Doña Olga _02	213.51	0	213.51	400
Cucama	1,227.84	0	1,127.84	250, 400, 450, 500, 600, 700
Total	23,001.98	2,664.45	25,566.43	400

Fuente: Paiva *et al.* (2024).

Tabla 4.3.1.b
Profundidad y ancho mínimo de la zanja de los interceptores y colectores

Interceptores y colectores	Diámetro (mm)	Profundidad (m)	Ancho de la zanja (m) (1)
Interceptor INT_01	400, 600	1.15 a 7.72	1.15 a 1.45
Interceptor INT_02	1,000	1.90 a 9.03 (2)	1.75
Colector Río Dulce	200, 250, 315, 400	1.06 a 6.45	0.85 a 1.15
Colector Caamaño Deño _01	250, 315	1.15 a 1.41	0.95 a 1.05
Colector Padre Abreu	400, 450	1.30 a 4.18	1.15 a 1.25
Colector Ferro Carril	315, 500, 800, 1,000	1.22 a 14.50	1.05 a 1.75
Colector Central	400, 450	1.30 a 3.99	1.15 a 1.25
Colector Carretera	315, 450, 600, 700	1.22 a 3.61	1.05 a 1.55
Colector Juan Bosh _01	250, 400	1.15 a 14.50	0.85 a 1.15
Colector Juan Bosh _02	400	1.30 a 1.36	1.15
Colector Doña Olga _01	250, 400, 450, 500, 600, 700	1.30 a 7.29	0.85 a 1.55
Colector Doña Olga _02	400	1.15 a 2.44	1.15
Colector Cucama	400	1.15 a 3.97	1.15

(1) Se ha considerado un ancho mínimo de zanja de 0.75 m para DN 160 mm y un incremento de 0.10 m por cada incremento de diámetro.

(2) Como se ha informado en la **Sección 3.1.5**, en el tramo del INT_02 después de la PTAR (Ajuste 5) y el siguiente, hasta la Mina Hnos. Ms & Asociados, S.R.L. (Ajuste 6) la profundidad será de 1.9 m.

Fuente: Paiva *et al.* (2024).

Las tuberías se instalarán siempre en un tercio de la calle (independientemente del número de carriles). El lado concreto (derecho o izquierdo) sólo se determinará en el momento de la ejecución, después de una evaluación de qué lado puede causar el menor impacto.

Estaciones de bombeo y líneas de impulsión

Con base en las áreas de influencia de las cuencas de contribución, en los caudales de diseño y en la definición conceptual de las macroestructuras, incluyendo el análisis de los aspectos constructivos resultantes de las inspecciones técnicas realizadas en campo, se propusieron dos Estaciones de Bombeo (EBAR), Estación de Bombeo ROMANA_01 y Estación de Bombeo ROMANA_02 o EBAR-01 y EBAR-02.

El dimensionamiento hidráulico de las EBAR-01 y EBAR-02 ha considerado un período de proyecto de 30 años, siendo el año 2024 el de inicio del plan. Los datos resultantes del dimensionamiento hidráulico, incluyendo caudal de diseño, altura manométrica (Hman) y potencia, se muestran en la **Tabla 4.3.1.b**.

Tabla 4.3.1.b
Dimensionamiento hidráulico de las estaciones de bombeo EBAR-01 y EBAR-02

Estación de bombeo	Caudal de diseño 2024 (l/s)	Caudal de diseño 2054 (l/s)	Hman (m)	Potencia (kW)
EBAR-01	287.19	331.15	47.11	237.12
EBAR-02	849.04	993.42	17.60	267.35

Fuente: Paiva *et al.* (2024).

Estas estaciones de bombeo contarán con un cárcamo circular (cámara húmeda) enterrado, dentro de esta se encontrarán todos los elementos hidráulicos y de bombeo.

La EBAR-01 se construirá en un área en la intersección entre la Avenida Libertad y La Caleta (**Figura 4.3.1.c**), en el punto final del interceptor INT_01, encargado de bombear el caudal procedente de las redes de recolección secundaria de las cuencas 1 y 2.

Figura 4.3.1.c
Ubicación de la EBAR-01

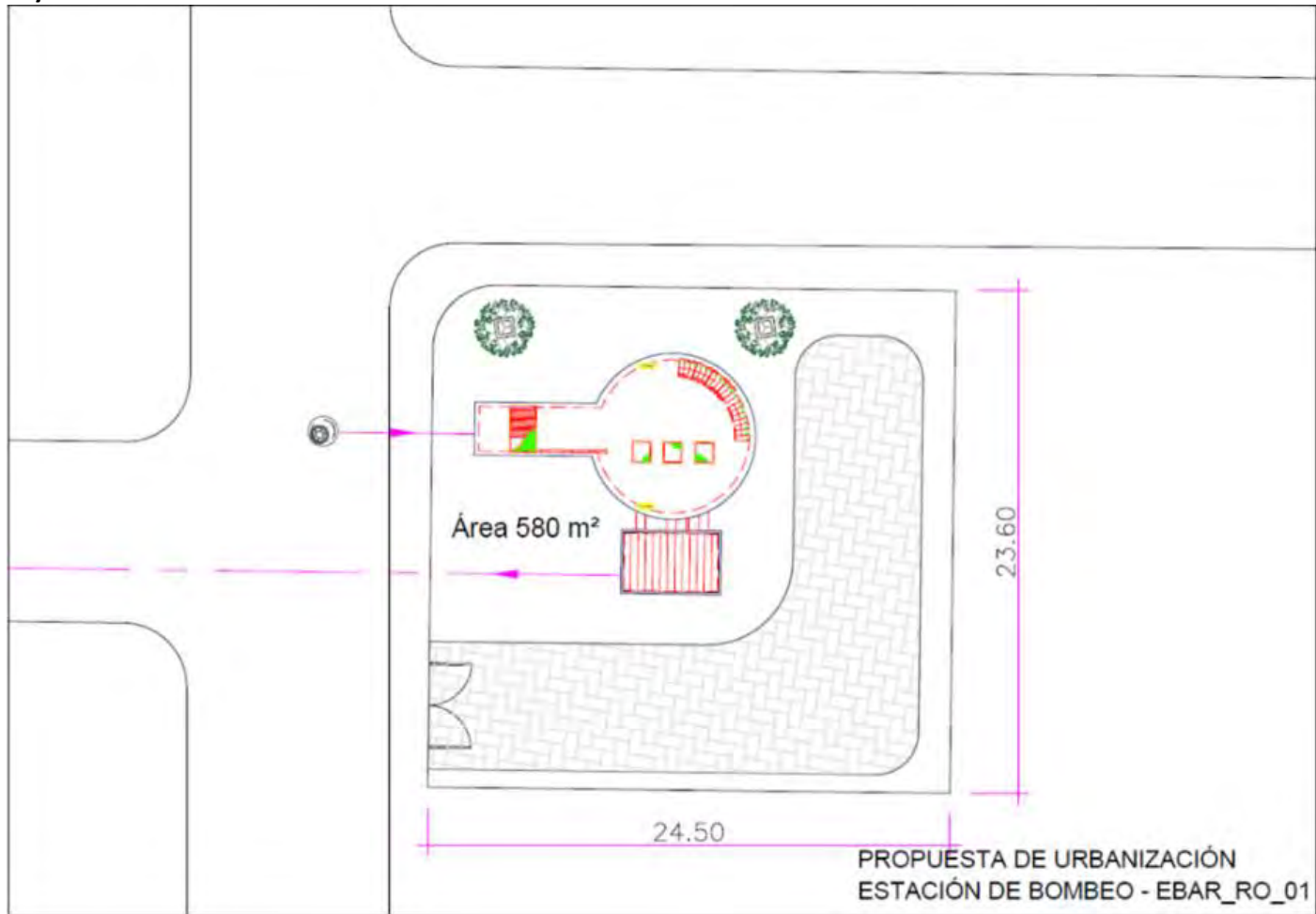


El layout de la EBAR-01 se muestra en la **Figura 4.1.3.d**.

La línea de impulsión que sale de la EBAR-01 (**Figura 4.1.3.e**) tendrá una longitud total de 1,433.33 m y un diámetro de 400 mm.

La EBAR-02 se construirá en un área al sur del barrio Cucama, en el punto final del colector maestro Ferro Carril, encargado de bombear el caudal de las redes de recolección secundaria de todas las cuencas (**Figura 4.1.3.f**). Al encontrarse en el mismo terreno que la PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado, la línea de impulsión de esta EBAR-02 sólo tendrá 17 m de longitud y un diámetro de 1,000 mm. El layout de la EBAR-02 se muestra en la **Figura 4.1.3.g**.

Figura 4.1.3.d
Layout de la EBAR-01



Fuente: Paiva *et al.* (2024).

Figura 4.3.1.e
Línea de impulsión de la EBAR-01



Figura 4.1.3.f
Ubicación de la EBAR-02

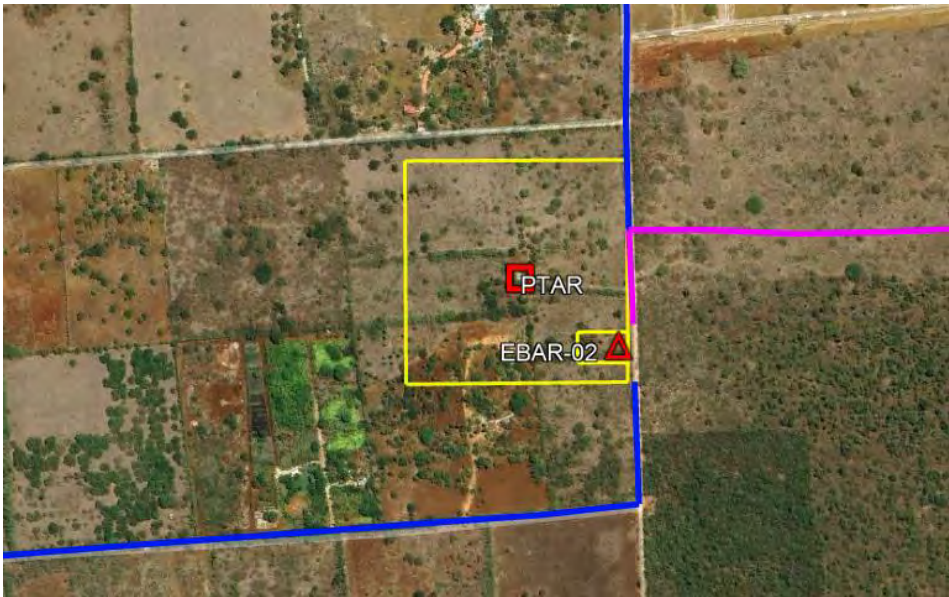
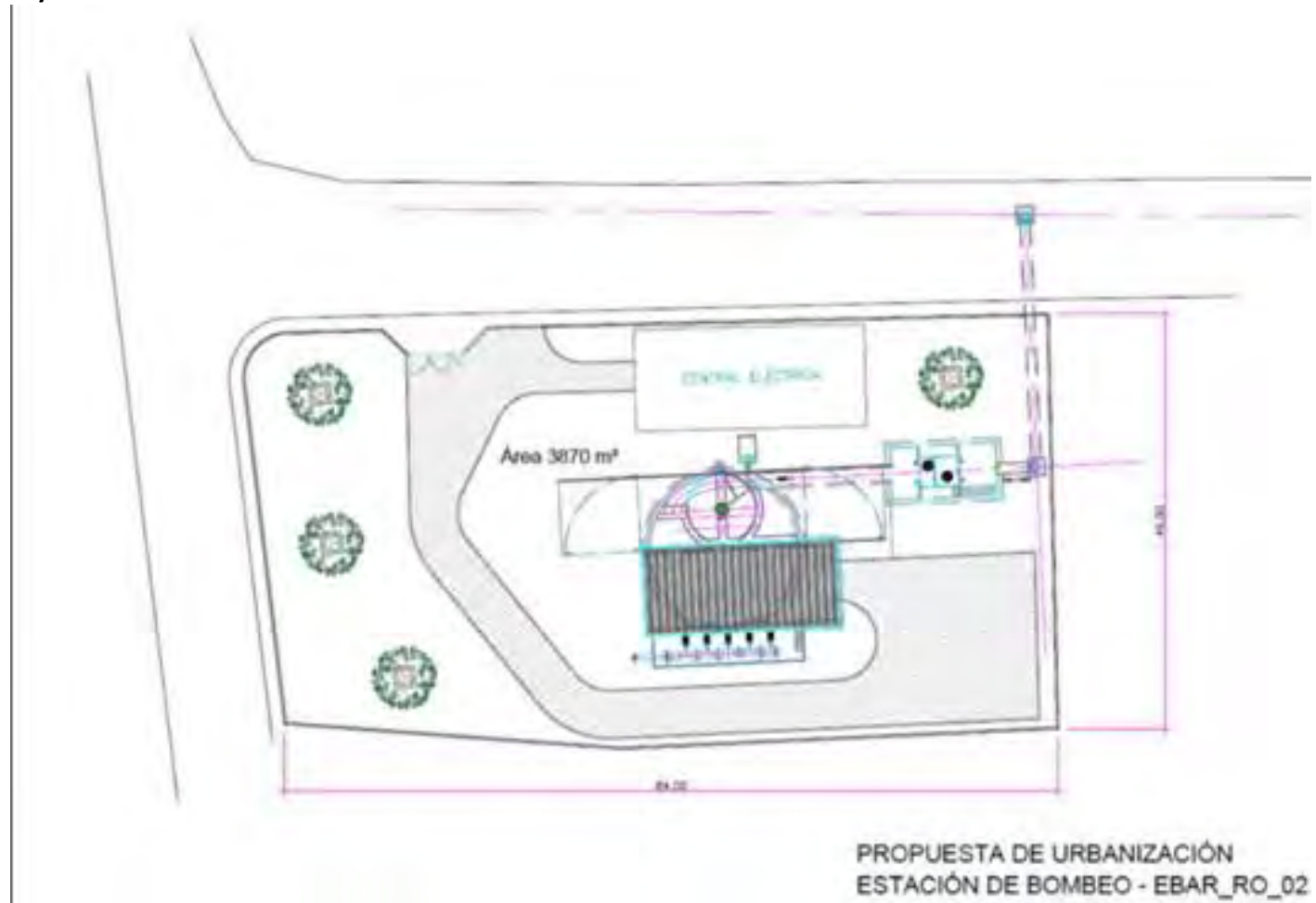


Figura 4.1.3.g
Layout de la EBAR-02



Fuente: Paiva *et al.* (2024).

4.3.2

PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado

Como se menciona en la **Sección 3.2.1**, la PTAR / Unidad de Pretatamiento Avanzado está ubicada al sur del barrio Cucama, en el límite entre los municipios de La Romana y Villa Hermosa.

Según el diseño de la red de alcantarillado, la EDB-02 recibirá las aguas residuales a través de los colectores maestro Ferro Carril e Doña Olga_01.

A partir de la EDB-02, el afluyente crudo llega a la PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado a través de una línea a presión con un diámetro estimado de 1,000 mm, con longitud de cerca de 17 m. La descarga de la línea se dará directamente en la cámara de entrada de PTAR / Unidad de Pretatamiento Avanzado.

La cámara de entrada y todo el tratamiento preliminar será construido en una estructura en hormigón armado, dispuesta parcialmente elevada en relación con el nivel del suelo, en la elevación de 18.00 msnm. Desde la entrada en la planta, el diseño de la estructura permite que todo el flujo del afluyente siga por gravedad, hasta la cámara de entrada del emisario final para el efluente tratado, que sigue para lanzamiento al mar.

La elevación del terreno y de la estructura del tratamiento preliminar todavía es estimada. La definición final de la elevación solamente será posible después de concluidos los trabajos topográficos.

En el proceso elegido, las aguas residuales afluentes a la PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado se someterán a un Tratamiento Preliminar compuesto por tres etapas de depuración:

- Retención mecánica de sólidos groseros por medio de rejillas mecanizadas con apertura de 2 cm;
- Remoción de arenas y grasas por medio de decantación/flotación en canales aireados de flujo controlado, dotados de lamelas de decantación;
- Retención complementaria de sólidos finos por medio de tamices del tipo "step-screen" mecanizado con apertura de 2 mm.

El tratamiento tiene como objetivo la eliminación elevada de los sólidos con diámetro superior a 3 mm, arenas con diámetro superior a 0.1 mm y de buena parte de los aceites y grasas presentes en el desagüe crudo.

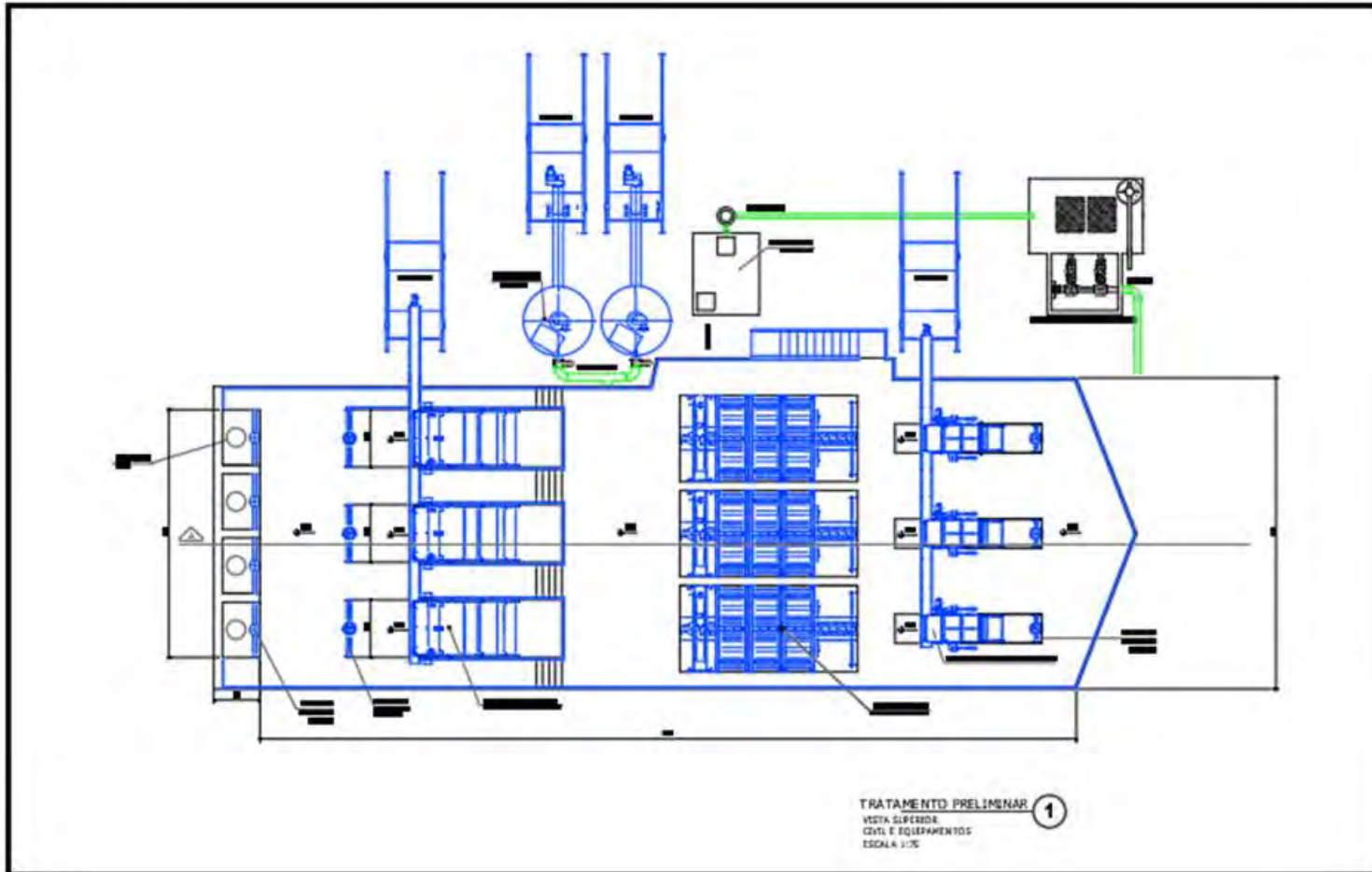
La unidad de tratamiento preliminar tiene la capacidad de recibir el flujo total de final de plano esperado para la planta, disponiendo de 03 líneas completas de tratamiento, cada una con la capacidad de tratar el 50% del caudal máximo afluyente previsto. En condiciones de final de proyecto, serán colocados 02 canales en funcionamiento, quedando el canal adicional como unidad de reserva. La selección del canal a colocar en operación se hace por medio de la operación de compuertas de accionamiento manual, ubicadas en la entrada de cada canal.

Junto al tratamiento preliminar, a nivel del suelo, a la elevación de 28.51m, se instalarán los equipos de soporte del tratamiento preliminar, como contenedores de residuos retenidos, sopladores de aire, conjuntos separadores de arena, bombeo de retorno, etc.

Al llegar a la cámara de entrada, las aguas residuales afluentes se distribuyen entre los tres canales que conducen a la barandilla gruesa mecanizada.

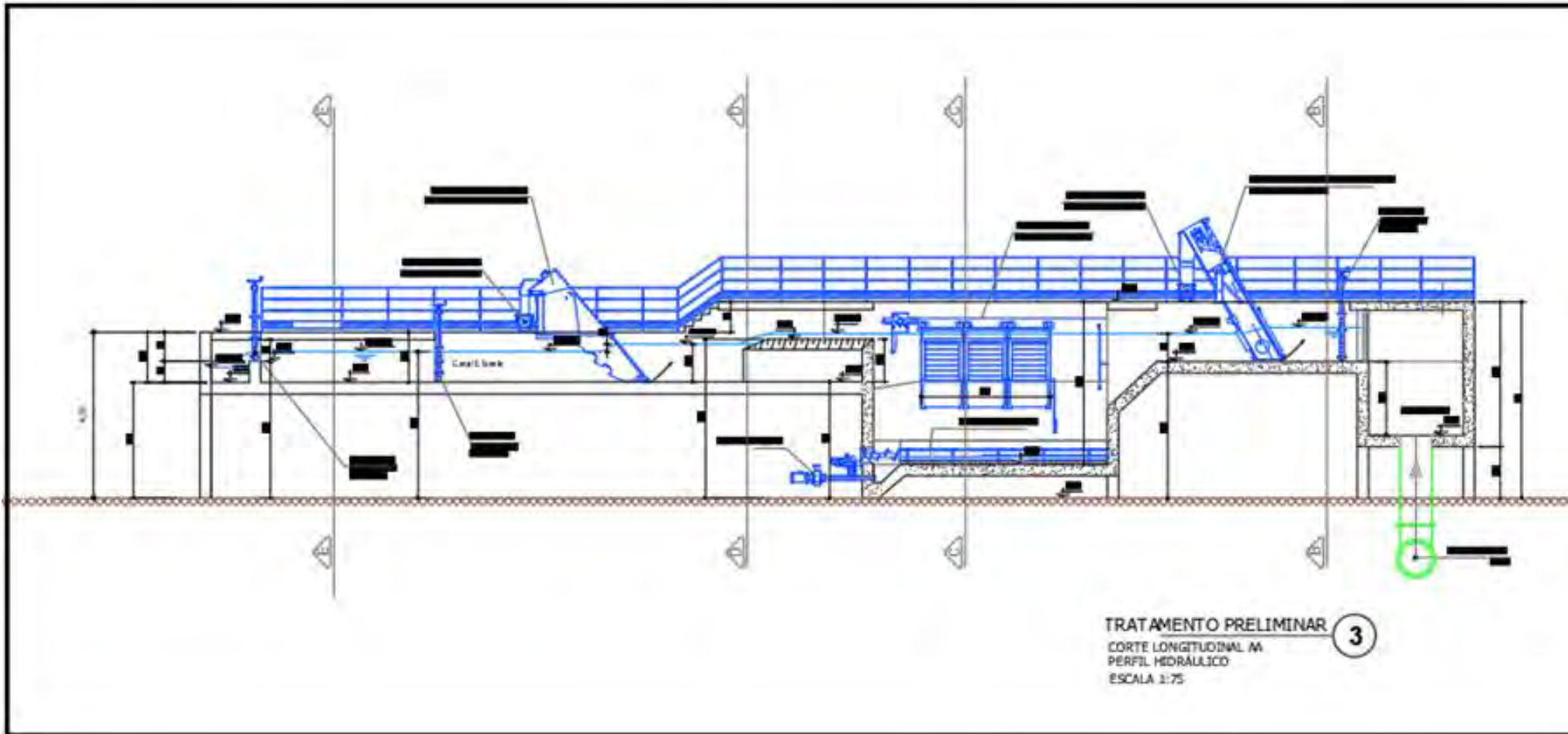
Las siguientes **Figuras 4.3.2.a** y **4.3.2.b** presentan el plan general propuesto para PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado.

Figura 4.3.2.a
Plan general de la PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado



Fuente: Paiva *et al.* (2024).

Figura 4.3.2.b
Perfil de elevación de la PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado



Fuente: Paiva *et al.* (2024).

4.3.3

Emisario Submarino

Como se ha descrito en la **Sección 3.3**, la alternativa elegida para el emisario submarino a construir como parte del Proyecto de Saneamiento La Romana es la que resultó en una estructura de aproximadamente 1.5 km de longitud, alcanzando una profundidad de -50 m, situada en la zona denominada Las Uvitas. La **Figura 4.3.3.a** muestra el trazado del emisario, en rojo, punto final del sistema de alcantarillado proyectado.

Figura 4.3.3.a

Ubicación del emisario submarino del Proyecto La Romana



Según el informe del Estudio de viabilidad para la implantación de un emisario submarino para la disposición final de efluentes del sistema de desagües cloacales en la ciudad de La Romana – República Dominicana (MOLINAS, 2023), con la información disponible hasta el momento y para reducir los impactos de la construcción del emisario, fue descartada la técnica de lanzamiento de tuberías fluctuantes en HDPE, utilizando la técnica conocida como *float & sink*, que usa lastres

sucesivos de concreto armado prefabricados y requiere el dragado y regularización de una faja del fondo marino para asentar las tuberías.

Según Fortis (2005), en la técnica *float & sink* existen básicamente dos alternativas: el lanzamiento del emisario en el mar con los lastres previamente fijados a la tubería, o sin los lastres; en otras palabras, la instalación de los lastres puede realizarse en tierra o en el agua, arrastrado por barcas por la superficie, donde flota hasta el lugar exacto donde será sumergido e instalado.

Esta metodología es posible porque los emisarios submarinos de HDPE son ligeros y pueden diseñarse para flotar con los lastres fijados a la tubería cuando se llenan de aire en su interior, adquiriendo una fuerte flotabilidad negativa cuando el agua entra en el tubo desde la dirección tierra-agua (CEPIS, 2002³ *apud* FORTIS, 2005). El aire se mantiene dentro de la tubería, ya que la sección inicial (la sección que se está arrastrando) está sellada por una brida ciega, que actúa como una tapa a la que se fija una válvula reguladora de aire (OZEL *et al.*, 2002⁴ *apud* FORTIS, 2005). Gradualmente, el aire se libera del interior de la tubería mediante esta válvula y se permite que el agua entre en la sección más cercana a la orilla. Es importante que la tubería se hunda progresivamente (ver **Figura 4.3.3.b**) desde la orilla hacia la sección final para evitar que el aire quede atrapado en secciones de la tubería, lo que podría provocar el pandeo de la estructura al sumergirse.

Figura 4.3.3.b
Hundimiento de tubos de HDPE con collares de lastre fijados



Fuente: Ozel *et al.* (2002) *apud* Fortis (2005).

³ CEPIS – Pan American Center for Sanitary Engineering and Environmental Sciences. Small diameter (HDPE) submarine outfalls. 2002.

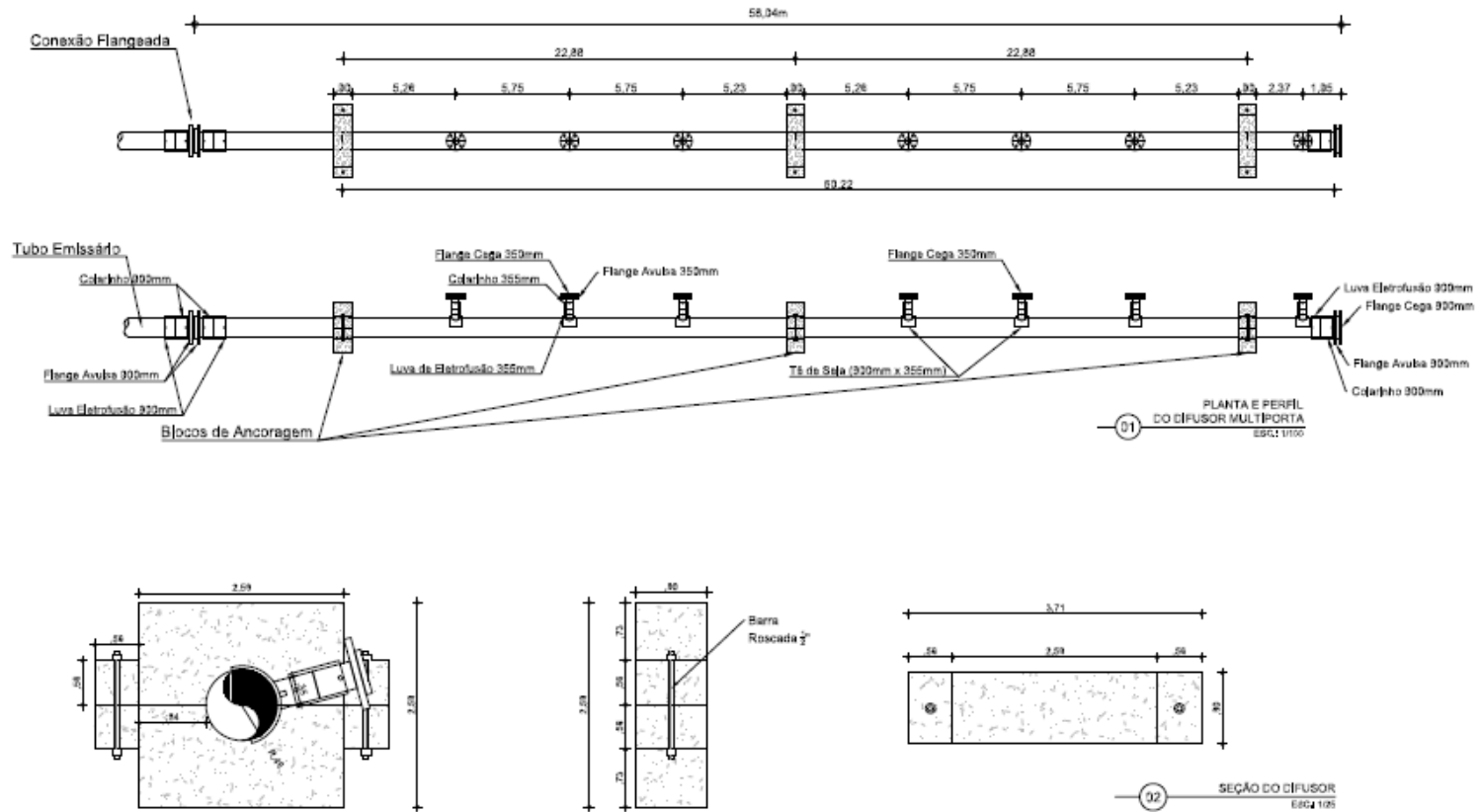
⁴ OZEL, T.; JOHANSEN, O.; LARSEN, I.; LANGAARD, T. The installation of an HDPE outfall in Antalya, Turkey. In: International Conference Marine Waste Water Discharge – MWWD. Istanbul, Turkey, 2002.

Con el tubo en la alineación predeterminada, se libera el aire para que el tubo se asiente sobre el lecho inferior. Esto impacta el lecho a lo largo de todo el trazado del emisario.

Para el Proyecto La Romana, el método constructivo a ser adoptado para la cuasi totalidad de la extensión del emisario proyectado es la microtunelación (*pipe-jacking*), complementado con la instalación, dentro de la tubería de hormigón, de una tubería de HDPE con diámetro externo (DE) menor (DE 900 mm) directamente conectada al tramo final del emisario donde estarán los bicos difusores. En este caso, la única parte de la obra a ser llevada a cabo en superficie es la porción final del emisario, el pozo de salida donde se localizan los difusores.

El tramo difusor en el final del emisario tendrá una longitud de unos 58 metros, tal y como se muestra en la **Figura 4.3.3.c** siguiente.

Figura 4.3.3.c
Características del tramo difusor



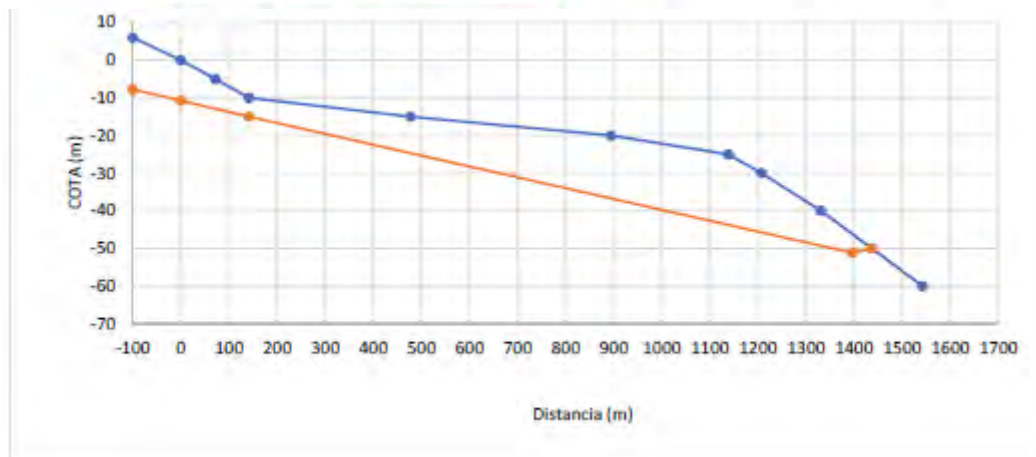
Fuente: Molinas (2023).

La sección del tubo de HDPE, DE 900 mm, es compatible con el mantenimiento de velocidades mínimas de salida de la tubería que varían entre 1.8m/s y 2.14m/s, reduciendo sensiblemente los problemas de obstrucción por incrustaciones.

Como ya se ha presentado en la **Sección 3.3**, el perfil del emisario es el que se muestra en la **Figura 4.3.3.d** siguiente.

Figura 4.3.3.d
Perfil del emisario

Distancia	Profundidad del Terreno	Pendiente del talud	Distancia	Profundidad del Emisario	Pendiente del emisario
-100	6		-100	-7,76	
0	0	-6,00%	0	-10,76	-3,0%
71,76	-5	-6,97%	141,5	-15	-3,0%
141,5	-10	-7,17%	1396,87	-51,2	-2,9%
477,25	-15	-1,49%	1436,92	-50	3,0%
894	-20	-1,20%			
1138,6	-25	-2,04%			
1207,2	-30	-7,29%			
1330,7	-40	-8,10%			
1436,92	-50	-9,41%			
1542,23	-60	-9,50%			



Fuente: Molinas (2023).

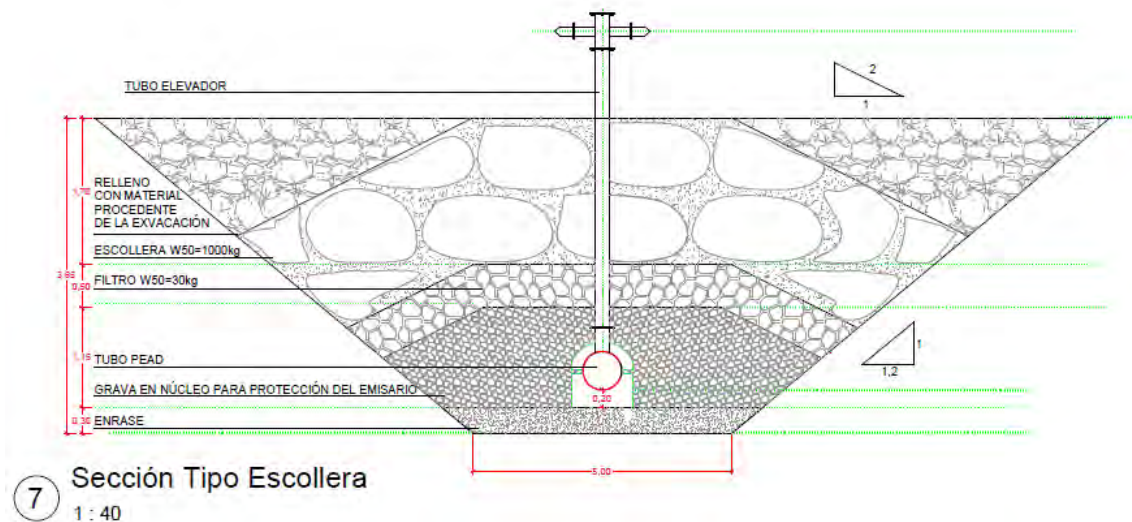
Los estándares constructivos considerados para el emisario son:

- Diámetro externo (DE) de tubo de servicio final PEAD / HDPE = 900 mm;
- Cota inicial de los micro túneles entre 2,15 m a -10,43 m, con excavaciones que varían de 8 y 16 m de forma a permitir perfiles con cobertura mínima de 5 m y pendientes de hasta 3%;
- Punto inicial de ataque (distancia del pozo de tuneleo en relación a la costa) = no superior a 100 metros.
- Borda protegida en cota mínima de 6 msnm;
- Pendiente aproximada del tramo de microtunelación = 3% o menor;
- Extensión horizontal 100 m dentro del continente;

- Profundidad final de -50 m en el Local de recuperación de trepano de microtunelación y acople de los difusores;
- Cubierta mínima estimada de la generatriz superior del túnel de 5 m, a confirmar con sondeos geotécnicos;
- Tramo a ser excavado en la plataforma continental con los mismos materiales observados en el continente (caliza arrecifal fracturada con parches de sedimentos calcáreos retrabajados), por lo menos hasta -50 m de profundidad – Limite de la plataforma costera.

Una vez instalado el tramo difusor se ha previsto disponer de una protección de escollera en la zona previamente dragada. Para ello se ha adoptado una escollera de tamaño medio 1,000 kg, (500-1500 kg) con un espesor de 1.70 m para protección de la tubería. Dado que la tubería protegida con escollera es de polietileno, para evitar daños se establece una primera capa de protección de 0.50 m de espesor de grava de machaqueo de 30.00 a 50.00 mm en contacto directo con la tubería y otra segunda intermedia diseñada con condiciones de capa filtro entre la grava y la escollera de 1,500 kg compuesta por escollera de 15 a 45 kg y 0.50 m de espesor (ver Figura 4.3.3.e).

Figura 4.3.3.e
Sección tipo en relleno de escollera



Fuente: “Diagnóstico para Establecer el Sistema de Saneamiento para Crear la Barrera de Sanidad en la Bahía de Boca Chica”. Diseño Final. Anexo 13 – Diseño del emisario submarino.

4.4 Métodos Constructivos

4.4.1 Limpieza, Desbroce y Desmante

El desbroce y limpieza del terreno en las áreas que ocuparán las instalaciones que forman parte del Proyecto incluye la remoción de rastrojo, maleza, bosque, pastos, cultivos, etc., incluyendo tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los trabajos.

Las operaciones de desmonte y limpieza de las áreas del Proyecto podrán ser efectuadas, indistintamente, a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos, previamente a los trabajos de construcción. Todos los materiales provenientes del desmonte y limpieza de áreas deberán colocarse fuera de ellas, en sitios debidamente autorizados.

En caso de necesidad de remover estructuras existentes, se realizará la demolición y desmantelamiento, y los materiales resultantes serán retirados de la obra hasta un sitio de descarte debidamente autorizado.

En toda el área comprendida por la construcción de la PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado y la EBAR-02 se removerá la cobertura vegetal, debiendo retirarse este material hasta un área de disposición de material excedente autorizada. La tierra vegetal que pueda utilizarse en áreas verdes, deberá amontonarse en un lugar adecuado para que no interfiera con las obras y se pueda disponer de ella en el proceso constructivo, en caso de estar apta para el fin.

4.4.2

Instalación de Tuberías de la Red de Alcantarillado

4.4.2.1

Excavaciones

Las excavaciones o cortes que se requieren para la construcción de las zanjas, pozos, cimentaciones y vaciados se realizarán a mano o por medio de maquinaria, a depender del tipo de material y condiciones. Hay tres tipos de excavaciones: en material no clasificado, en roca y mixta.

Los materiales provenientes de las excavaciones y que no serán aprovechados para uso en el proceso constructivo deben disponerse en áreas de disposición de material excedente autorizadas. El material considerado adecuado para otras obras (especialmente para los rellenos comunes compactados en estructuras), deberá ser transportado y dispuesto en el sitio de su utilización o apilado en lugar limpio, seco y protegido de la escorrentía, hasta ser utilizado.

Todas las áreas deben drenarse adecuadamente, evitando la acumulación de aguas pluviales y surgentes, bien como erosiones y desmoronamientos. Para ello, deberán estar provistas de pozos o rebajamientos destinados a acumular las aguas para su posterior bombeo.

Toda vez que la excavación, en virtud de las características del terreno, pueda provocar desmoronamiento, deberá procurarse la entibación. La remoción de la cortina deberá ser ejecutada a medida que avance el relleno y la compactación, con el retiro progresivo de travesaños, largueros y tabloncillos verticales.

El método de entibado tiene el objetivo de mantener estable las caras laterales de zanjas de alturas considerables, con el fin de proteger a los trabajadores ya que se efectuarán múltiples tareas a zanja abierta, tales como tendido de tubería, refines a la zanja, rellenos, etc., y también para permitir el uso seguro del resto de la calle.

En relación al ancho mínimo de zanja sin o con entibado, el documento "Especificaciones Técnicas para proyectos de alcantarillado sanitario o pluvial" del INAPA, numeral 8.2.4.,

recomienda los anchos que se presentan en la **Tabla 4.4.2.1.a**. En base a eso, la Nota Técnica sobre el Informe de la Evaluación de Estabilidad de Excavaciones para los proyectos de Saneamiento de Boca Chica y La Romana (BID, 2023) ha definido que, para una tubería de DN 400 mm y profundidad de excavación mayor a 4 m, el ancho recomendable de la zanja sin entibados es de 1.25 m y con entibados de 1.1 5m. Sin embargo, para este último caso, se ha considerado un ancho de excavación total de 1.40 m (1.15 m interno a paredes de entibado más el espesor de un posible entibado tipo). La adopción del DN 400 mm para la evaluación se debe a que es el diámetro mayoritario a instalar para colectores maestros a cielo abierto y también a mayores profundidades.

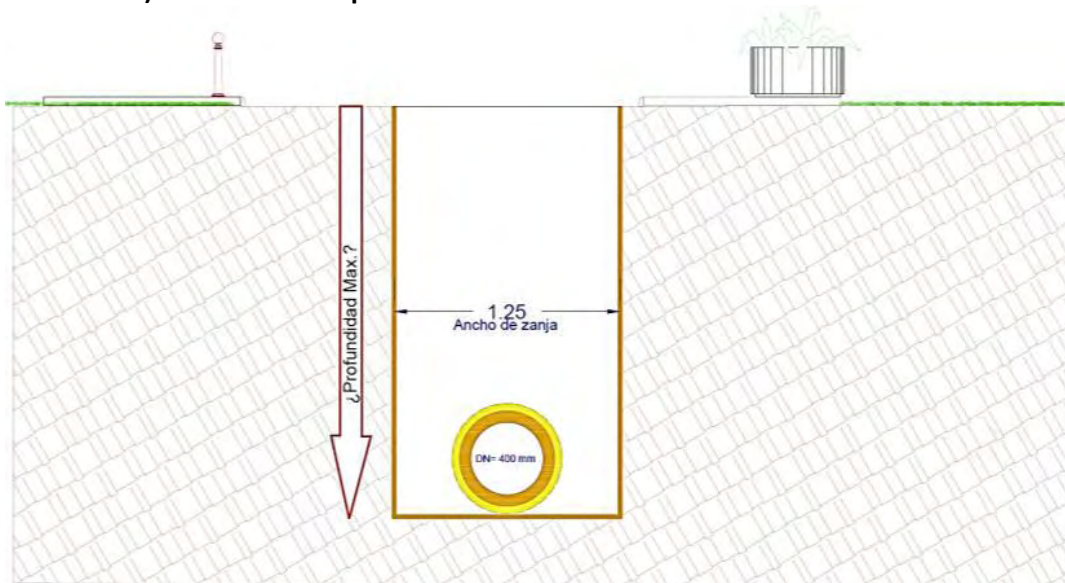
Tabla 4.4.2.1.a
Anchos de zanja recomendables

Diámetro (mm)	Profundidad de Excavación					
	De 0 a 2 m		De 2 a 4 m		De 4 a 5 m	
	Anchos de Zanja (m)					
	s/entib.	c/entib.	s/entib.	c/entib.	s/entib.	c/entib.
200	0.85	0.75	0.95	0,85	1.05	0.95
300	0.95	0.85	1.05	1,00	1.15	1.05
400	1.05	0.95	1.15	1,10	1.25	1.15
500	1.15	1.05	1.25	1,20	1.35	1.25

Fuente: INAPA⁵.

Utilizando estos valores de anchos de zanja, la Evaluación de Estabilidad de Excavaciones (BID, 2023) consideró 3 escenarios:

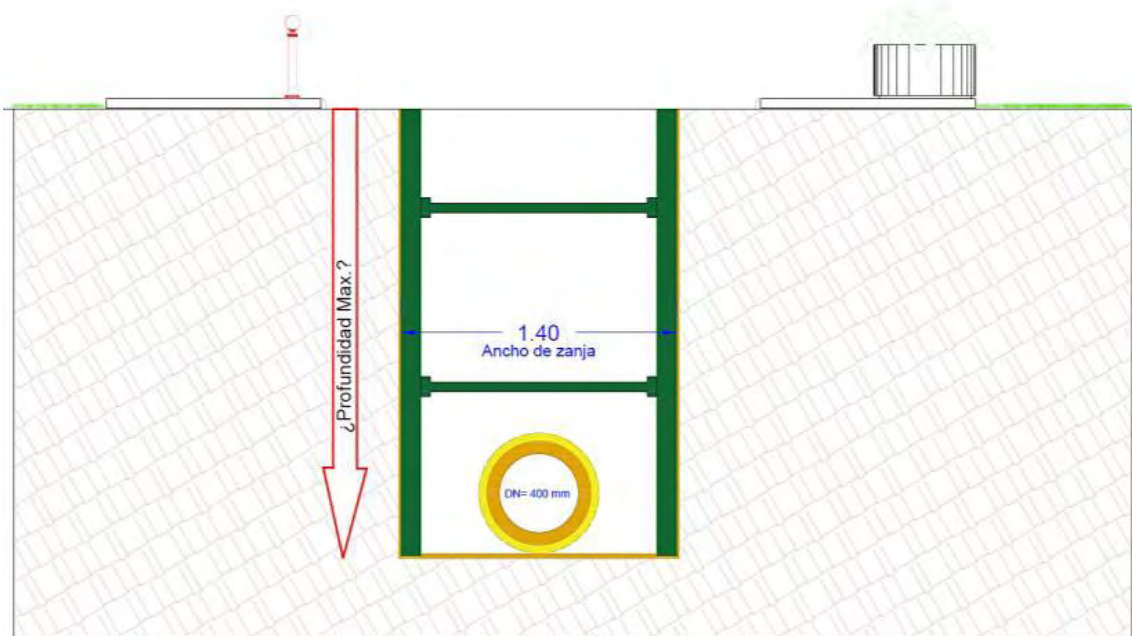
Figura 4.4.2.1.a
Escenario 1) Excavación con paredes verticales sin entibar



Fuente: BID (2023).

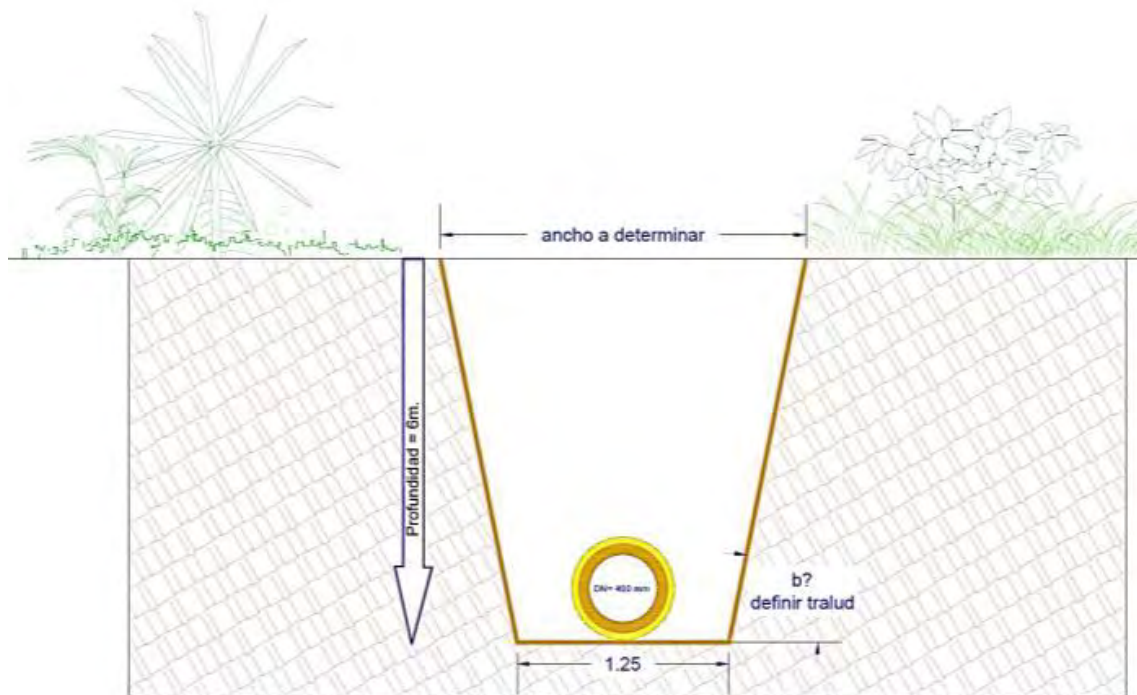
⁵ <https://www.inapa.gov.do/index.php/proyectos/category/26-reglamentos-y-requerimientos-de-proyectos?download=35:reglamento-tecnico-para-diseno-de-obras-e-instalaciones-hidro-sanitario-del-inapa>

Figura 4.4.2.1.b
Escenario 2) Excavación con paredes verticales con el uso de entibados



Fuente: BID (2023).

Figura 4.4.2.1.c
Escenario 3) Excavación con talud simple sin entibados



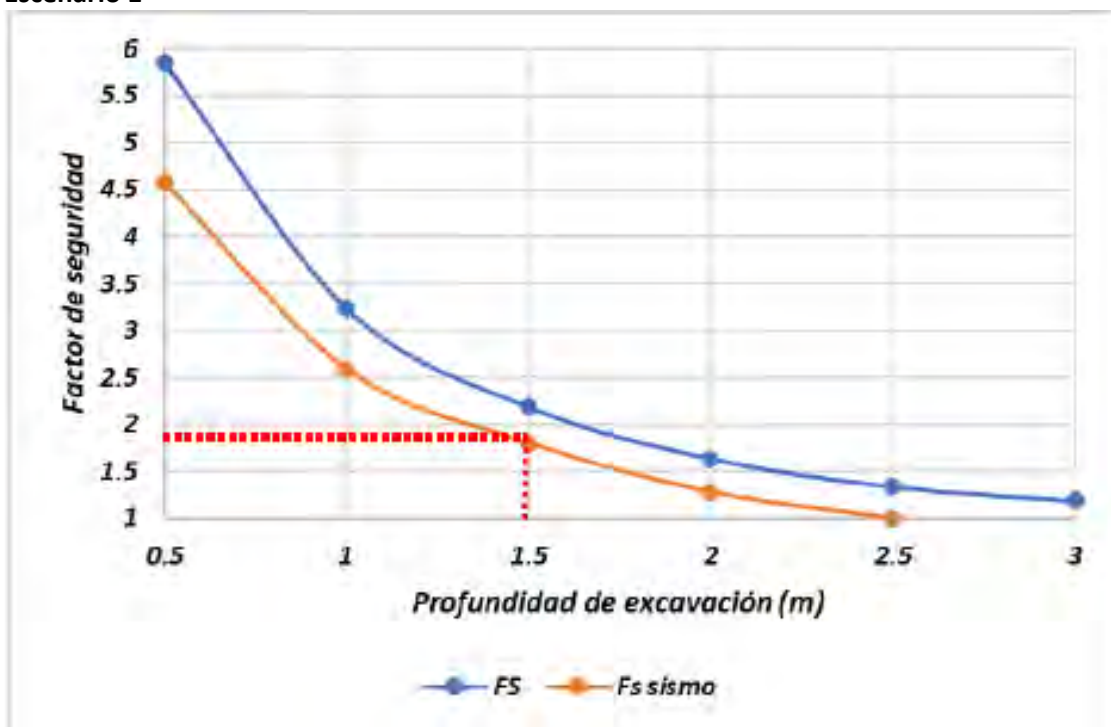
Fuente: BID (2023).

Estos tres escenarios constructivos fueron analizados mediante modelación numérica utilizando el programa Plaxis 2D en condición estática y pseudoestática, en la que se consideró el perfil de resistencia del suelo, dando los siguientes resultados sobre estabilidad de excavaciones a cielo abierto:

Escenario 1: Excavación con paredes verticales

Según la modelización y su avance (excavación a profundidad cada vez mayor), el factor de seguridad es menor a 1 cuando la profundidad de la excavación vertical sin entibar es de 2.5 m. Se recomiendan excavaciones verticales sin entibar menores a 2.0 m.

Figura 4.4.2.1.d
Factor de seguridad vs profundidad de excavación, condición estática y pseudoestática - Escenario 1

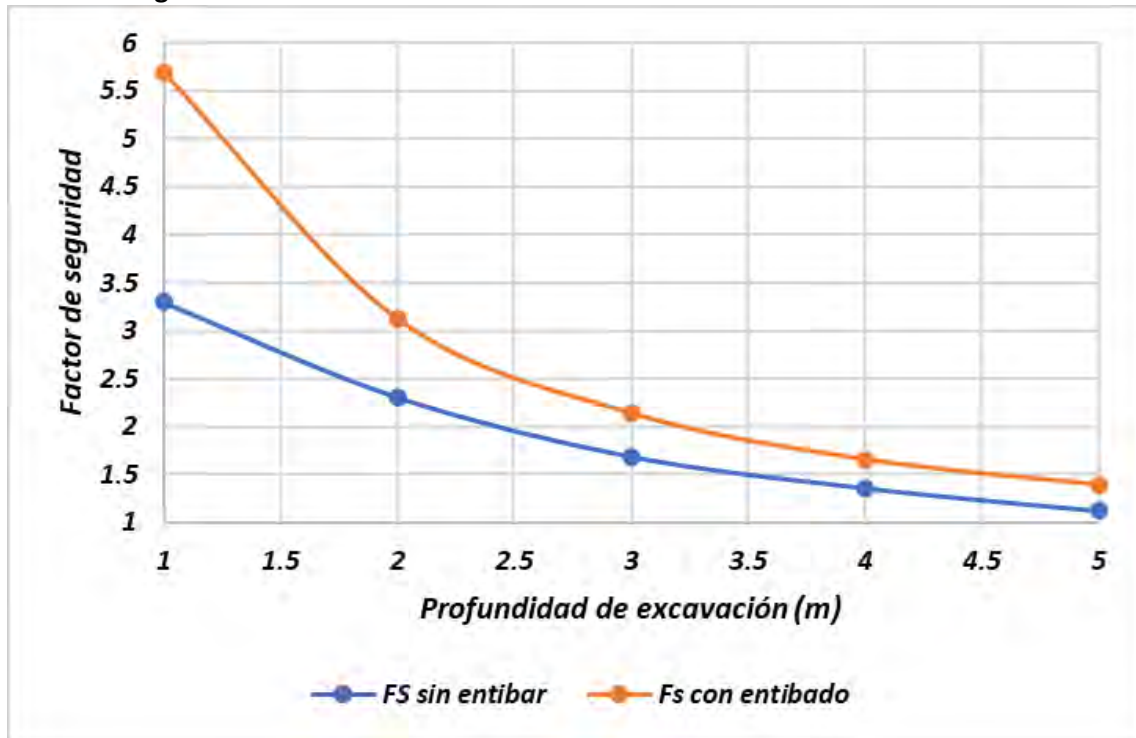


Fuente: JeoProbe apud BID (2023). Editado.

Escenario 2: Excavación con paredes verticales con el uso de entibados

En este escenario se considera una excavación de paredes verticales usando un entibado de madera continuo con codales separados cada 1 m en vertical y 3 m en horizontal. Aunque la estabilidad de la excavación dependerá del tipo de entibado, su montaje y tiempos de este, se recomienda una excavación con el uso de entibados hasta los 4.0 m.

Figura 4.4.2.1.e
Factor de seguridad excavación entibada vs sin entibar - Escenario 2

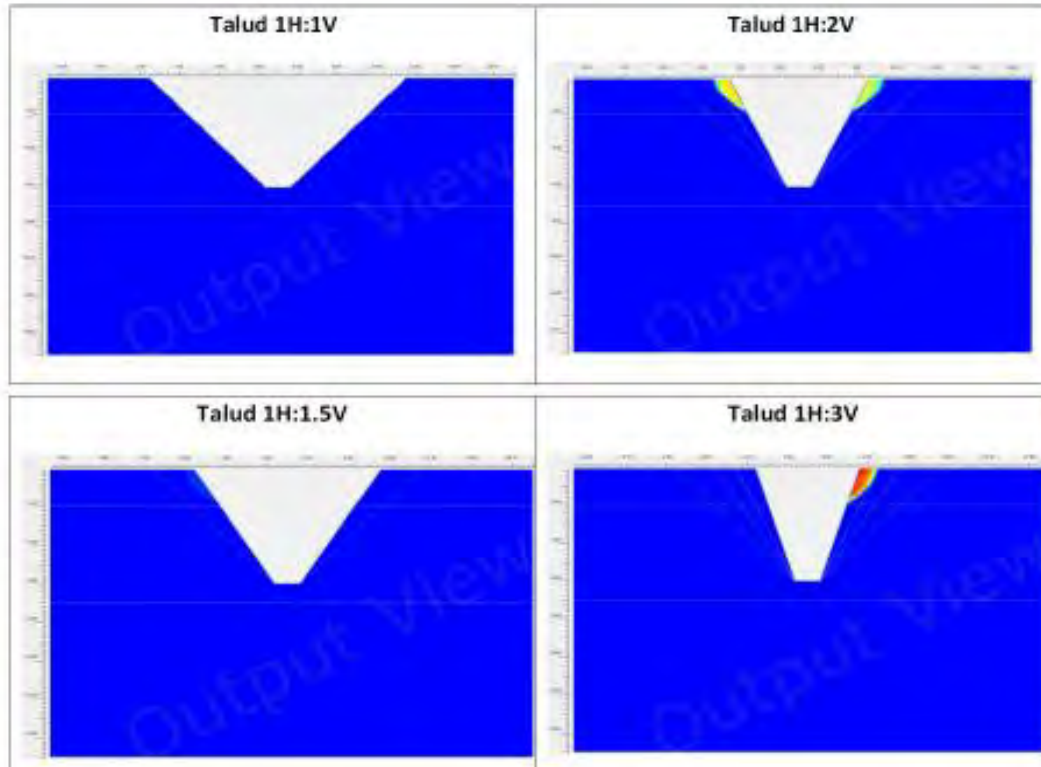


Fuente: JeoProbe apud BID (2023).

Escenario 3: Excavación con taludes simples sin entibados

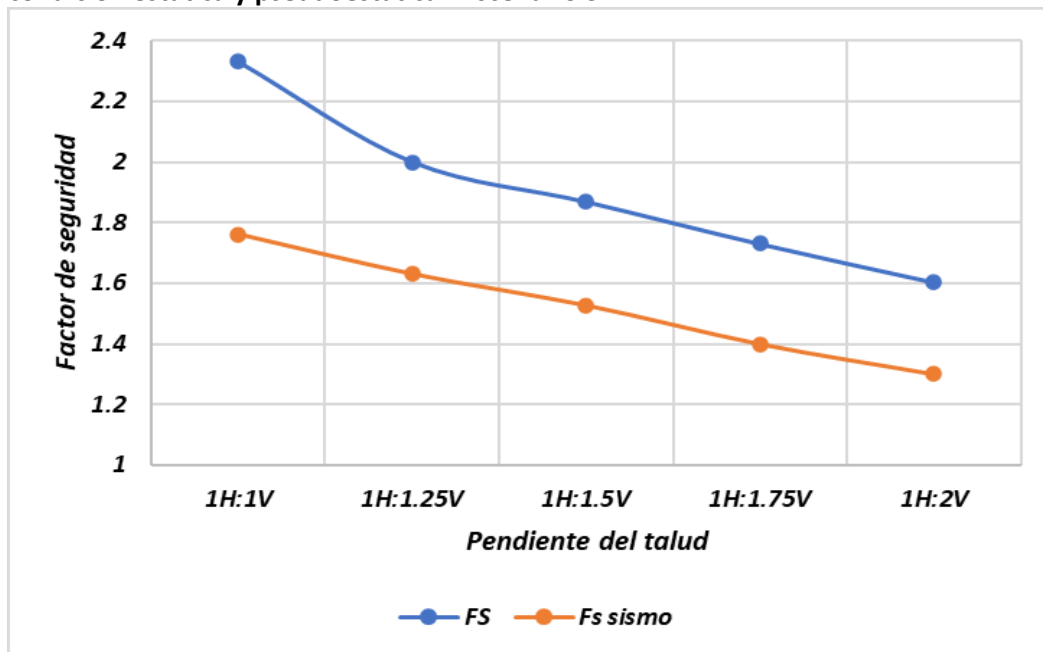
Para el análisis de la excavación del talud sin entibar, se consideraron diferentes pendientes de excavación, es decir, distintas geometrías del talud. Se concluye que para excavaciones con pendientes de 1H:2V y 1H:3V, el talud falla durante la construcción con sismo, por lo que se recomienda una excavación con inclinaciones de 1H:1.5V.

Figura 4.4.2.1.f
Superficie de falla típica para el Escenario 3 según geometría del talud



Fuente: JeoProbe *apud* BID (2023).

Figura 4.4.2.1.g
Factor de seguridad vs Profundidad excavación para distintas geometrías de taludes, condición estática y pseudoestática - Escenario 3



Fuente: JeoProbe *apud* BID (2023).

El entibado también puede ser del tipo metálico, mediante caja con panel metálico para mantener estable las caras laterales de la zanja.

Para el encofrado se utiliza sistema metálico tipo cajón, que incluye los accesorios como conectores, husillos, apoyos, etc., y debe cubrir totalmente las caras laterales de la excavación.

Figura 4.4.2.1.h
Ejemplo de entibado metálico



En este método, la tubería se baja en algún punto de menor interferencia (que puede ser, por ejemplo, puntos de cruce transversal de calles) y en un momento de menor restricción. A continuación, el tubo es arrastrado a través de un tócle, que es amarrado al tubo. Esto evita la necesidad de una zona lateral a la zanja para el camión que bajaría la tubería, y una zona para que los trabajadores circulen fuera de la zanja.

4.4.2.1.1
Volúmenes de Movimientos de Tierra

La **Tabla 4.4.2.1.1.a** a continuación muestra los volúmenes de material de excavación (suelo, arcilla y roca) y de relleno previstas para cada colector e interceptor que forman parte del sistema de alcantarillado.

Tabla 4.4.2.1.1.a
Volúmenes de excavación y relleno previstos

Interceptor o colector maestro	Volumen total de excavación (m ³)	Volumen total de relleno (m ³)
Interceptor INT_01	813.08	1,269.37
Interceptor INT_02	17,976.18	14,294.99
Colector Río Dulce	2,101.32	2,623.25
Colector Caamaño Deño_01	1,087.59	1,203.06
Colector Padre Abreu	2,067.08	2,497.95

Tabla 4.4.2.1.1.a
Volúmenes de excavación y relleno previstos

Interceptor o colector maestro	Volumen total de excavación (m ³)	Volumen total de relleno (m ³)
Colector Ferro Carril	12,291.19	19,719.62
Colector Central	3,610.43	3,910.73
Colector Carretera	6,890.2	7,621.93
Colector Juan Bosh_01	2,715.42	3,106.41
Colector Juan Bosh_02	592.23	710.54
Colector Doña Olga_01	11,233.68	15,100.01
Colector Doña Olga_02	274.76	311.35
Colector Cucama	2,390.23	3,125.79
Total	64,043.39	75,495.00

Las **Tablas 4.4.2.1.1.b** y **4.4.2.1.1.c**, a su vez, presentan respectivamente los volúmenes de material a ser obtenido de áreas de préstamo y los volúmenes totales de material a disponer en áreas de disposición de material excedente, que incluyen suelo, roca y asfalto removido de las calles.

Tabla 4.4.2.1.1.b
Volumen de material proveniente de áreas de préstamo

Interceptor o colector maestro	Suministro material de mina (distancia aproximada 10 km) (m ³)
Interceptor INT_01	1,182.29
Interceptor INT_02	12,065.04
Colector Río Dulce	2,257.75
Colector Caamaño Deño_01	967.96
Colector Padre Abreu	2,147.62
Colector Ferro Carril	18,559.89
Colector Central	3,150.94
Colector Carretera	6,423.06
Colector Juan Bosh_01	2,587.80
Colector Juan Bosh_02	611.49
Colector Doña Olga_01	13,565.87
Colector Doña Olga_02	264.07
Colector Cucama	2,855.20
Total	66,638.98

Tabla 4.4.2.1.1.c
Volumen de material proveniente de áreas de préstamo

Interceptor o colector maestro	Volumen de material a disponer en áreas de disposición de material excedente (m ³)*
Interceptor INT_01	1,437.05
Interceptor INT_02	17,079.05
Colector Río Dulce	3,013.87
Colector Caamaño Deño_01	1,393.77
Colector Padre Abreu	2,915.24
Colector Ferro Carril	22,882.89
Colector Central	4,616.7

Tabla 4.4.2.1.1.c
Volumen de material proveniente de áreas de préstamo

Interceptor o colector maestro	Volumen de material a disponer en áreas de disposición de material excedente (m ³)*
Colector Carretera	9,247.96
Colector Juan Bosh_01	2,986.7
Colector Juan Bosh_02	816.6
Colector Doña Olga_01	15,223.87
Colector Doña Olga_02	353.59
Colector Cucama	3,041.19
Total	85,008.48

* incluye suelo, roca y asfalto.

En lo que respecta a las obras de la PTAR/Unidad de Pretratamiento Avanzado, la planta se construirá sobre una estructura elevada de hormigón, y no será necesario realizar ningún movimiento de tierras, aparte de la limpieza y regularización del área, retirándose el suelo vegetal, con un volumen estimado de 900 m³. Este material, rico en materia orgánica, se almacenará en el propio campamento de construcción para su posterior utilización en la recuperación de áreas degradadas por las obras.

4.4.2.2 **Preparación de las Zanjas e Instalación de Tuberías**

Antes de instalar las tuberías, las zanjas excavadas deberán estar refinadas y niveladas. El fondo de la zanja constituye la zona de asiento de la tubería y debe ser continuo, plano y libre de piedras, troncos o materiales duros y cortantes. Debe tener la pendiente prevista en los planos del proyecto y estar libre de protuberancias o cangrejeras, las cuales deben ser rellenadas con material adecuado y convenientemente compactado al nivel del suelo natural.

Se conformará cama de apoyo en suelos saturados. El material removido será reemplazado por una capa de ripio zarandeado entre 1/2" y 3/4" adecuadamente compactada y nivelada.

Después, se llevarán a cabo los trabajos de relleno de las zanjas para colocación de tuberías. El material de relleno será procedente de excavaciones de la propia obra o de áreas de préstamo debidamente autorizadas.

El relleno se realizará primeramente hasta la parte central de los tubos dejando descubiertas las cabezas de las juntas, hasta la prueba hidráulica de la tubería.

El fondo de la zanja se cubrirá con una capa de material granular fino (arena) compactada, de 10 cm de espesor o según se indique en los planos, para garantizar un apoyo uniforme de la tubería.

Todo el relleno se depositará en capas de espesor no mayor a 15 cm (antes de ser compactada), debiendo humectarse y compactarse cada capa adecuadamente, usando equipos mecánicos como compactadores manuales de 2T y/o planchas vibradoras, de acuerdo al material a utilizar. En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la

compactación prevista, en lugar de humectar se procederá a la desecación por oreo o la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas.

Como se menciona en la **Sección 4.3.1**, las tuberías que se instalarán en el Proyecto son del tipo polietileno de alta densidad (HDPE). La instalación se ajustará a los requisitos de la norma ASTM D2321 “Recomendaciones Prácticas para la Instalación de Tuberías para Cloacas Enterradas de Material Termoplásticas Flexible”.

4.4.2.3 Microtunelación

El método de microtunelación se utilizará para las obras de instalación del emisario y de algunos tramos de la red de alcantarillado. La definición de las secciones que se construirán con este método en lugar del tradicional de excavación de zanjas estuvo motivada por lo siguiente:

- Las profundidades/anchos de excavación y diámetros de tuberías;
- La calidad de las edificaciones y los posibles daños estructurales a las mismas;
- La densidad poblacional/cantidad de viviendas en los tramos;
- La cantidad de vehículos que transitan por la calle;
- La presencia de comercios;
- La curvatura (zig-zag) de las calles que complejiza la instalación de las tuberías a partir de zanjas vs. la flexibilidad y menor complejidad constructiva que brinda la microtunelación;
- Entre otras.

En principio, está previsto que los siguientes tramos se instalen mediante microtunelación:

- Tramo de 1,096.63 m del Interceptor INT_01 (72% del trazado), a ser construido en la Avenida Libertad (ver **Figura 4.4.2.3.a-1**);
- Tramos de cerca de 2,000 m del Colector Ferrocarril anterior a la llegada a la EBAR-02 (ver **Figura 4.4.2.3.a-2**);
- Tramo de 56.8 m del Colector Ferrocarril entre las calles Sagrario Díaz y Logia, Amor y Trabajo, el cruce de la línea de ferrocarril (**Figura 4.4.2.3.a-3**);
- Tramo de 36.8 m del Colector Ferrocarril en el cruce de la Avenida Francisco Alberto Caamaño Deño (**Figura 4.4.2.3.a-3**);
- Tramo de 17 m del Colector Ferrocarril en el cruce de la Avenida Padre Abreu (**Figura 4.4.2.3.a-4**);
- Tramos del Colector Río Dulce que suman 417.85 m, uno de ellos en la curva entre las Calle Francisco Richiez y Tte Amado G. Guerrero y el otro en la Calle Francisco Castillo Marquez, desde ante de la Calle García Dickison hasta la Calle 16 (**Figura 4.4.2.3.a-5**);
- Tramo de 87.79 m del Colector Padre Abreu en el paso por La Rotonda (Figura 4.4.2.3.a-6);
- Tramo de 18.22 m del Colector Carretera en el cruce de la Avenida Prof. Juan Bosch (**Figura 4.4.2.3.a-7**);
- Tramo de 15.64 m del Colector Juan Bosch_01 en el cruce de la Avenida Prof. Juan Bosch (**Figura 4.4.2.3.a-8**);
- Tramo de 19 m del Colector Doña Olga_01 en el cruce de la Avenida Prof. Juan Bosch (**Figura 4.4.2.3.a-9**);
- Tramo de 1,395.86 m en el final del Colector Doña Olga_01 (**Figura 4.4.2.3.a-10**).

Figura 4.4.2.3.a

Tramos de interceptores y colectores a ser implantados a través de microtunelación

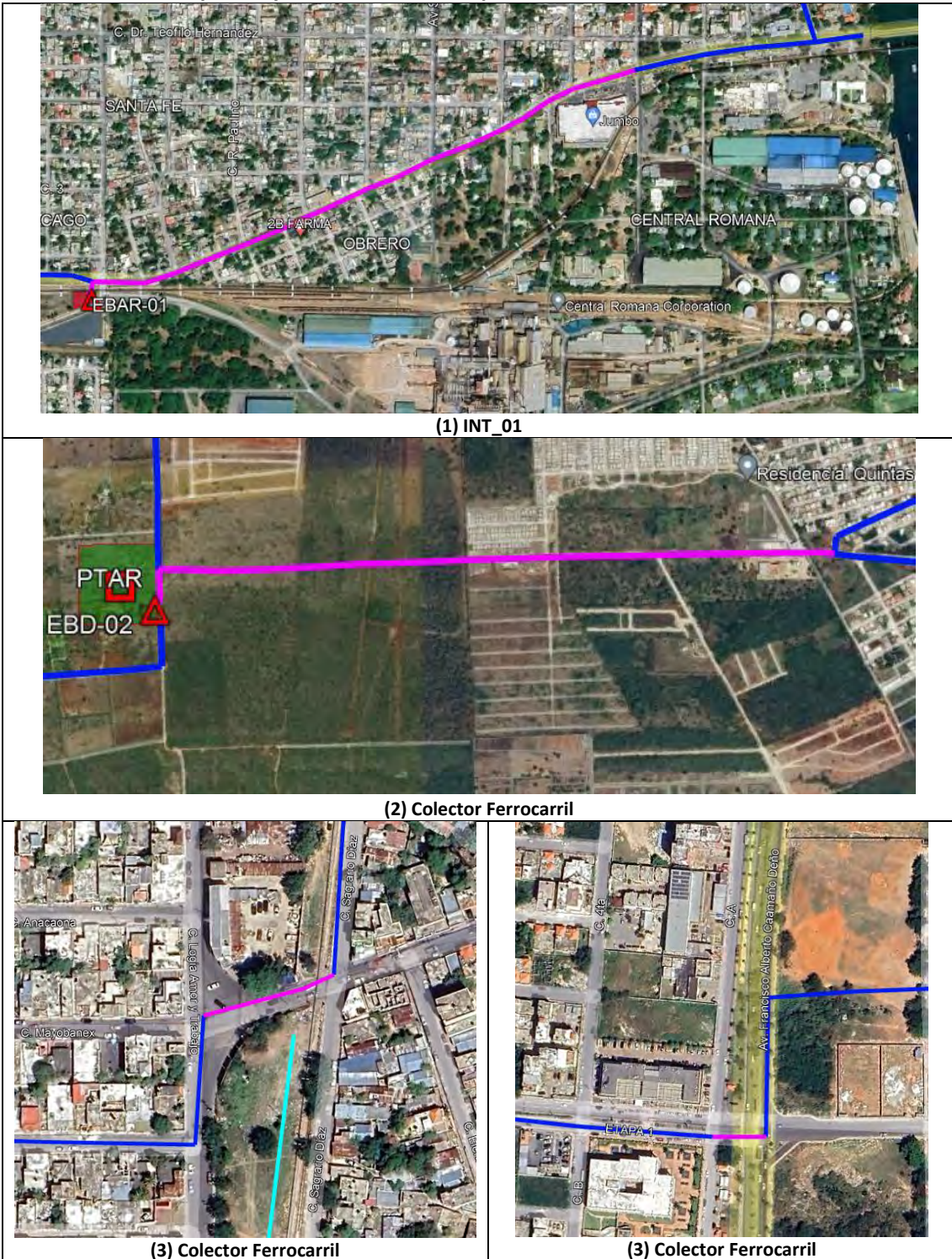


Figura 4.4.2.3.a

Tramos de interceptores y colectores a ser implantados a través de microtunelación

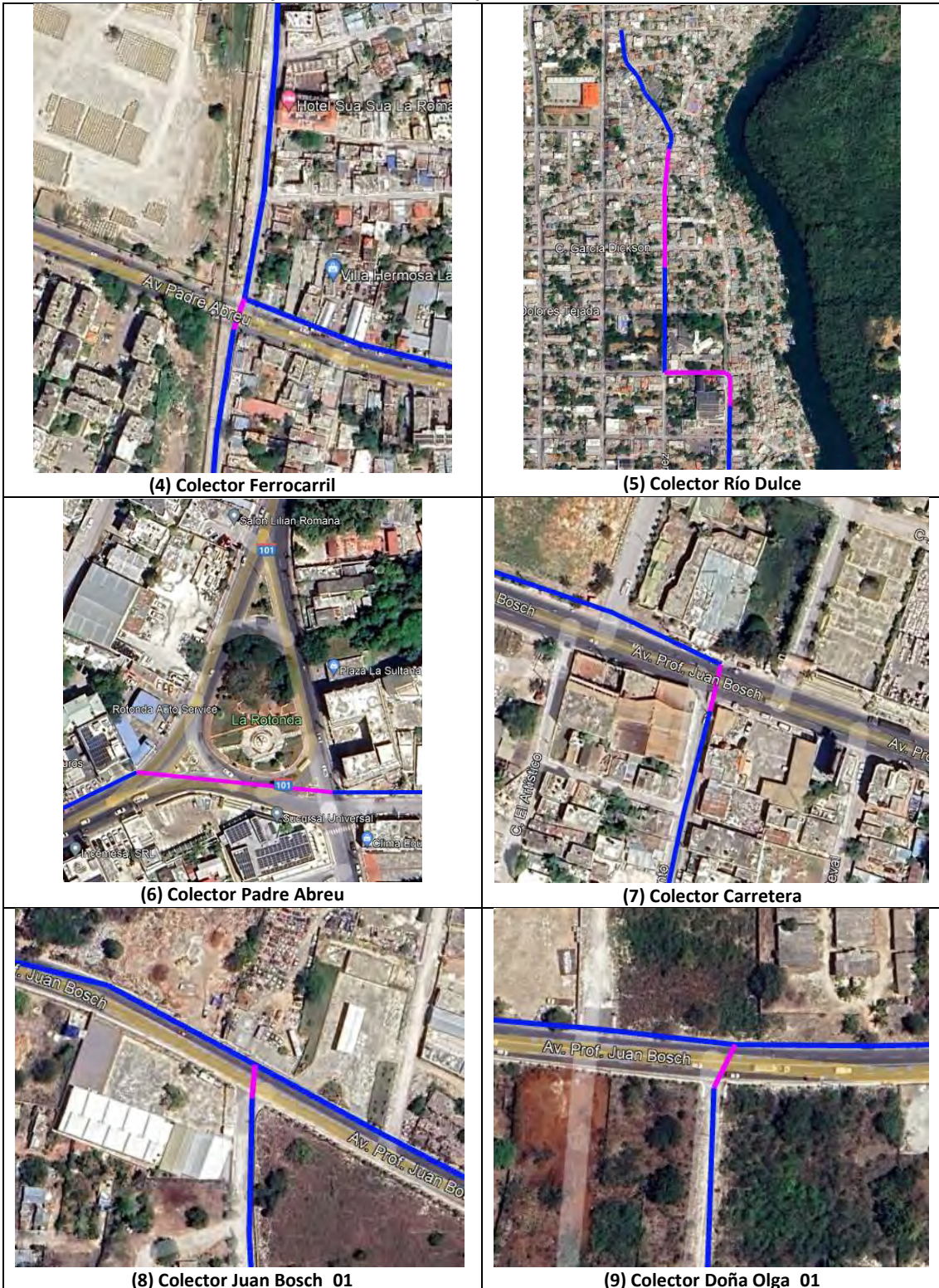


Figura 4.4.2.3.a

Tramos de interceptores y colectores a ser implantados a través de microtunelación



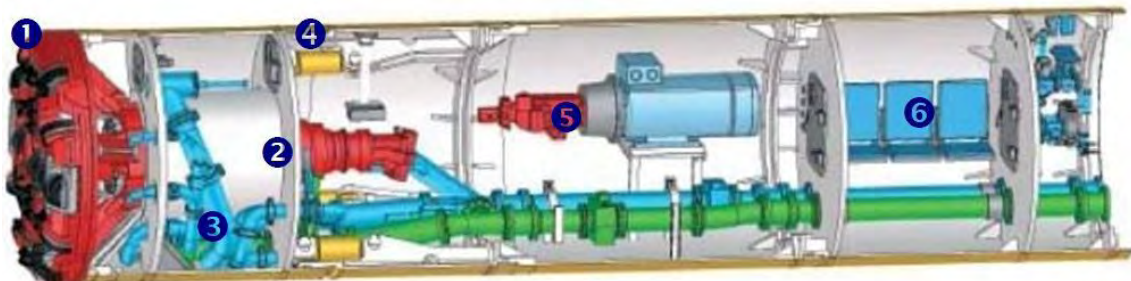
(10) Colector Doña Olga_01

Descripción del método de microtunelación

Tanto la tubería del emisario como los tramos de interceptores y colectores maestros descritos en la sección anterior se instalarán por el método de hincada o empuje, a ejecutar mediante tuneladora de escudo cerrado del tipo Hidroescudo. Los componentes básicos de una tuneladora se muestran en la **Figura 4.4.2.3.b**.

Figura 4.4.2.3.b

Componentes de una microtuneladora de hidroescudo



- 1 - Rueda de corte
- 2 - Accionamiento
- 3 - Cilindros de orientación
- 4 - Motor hidráulico principal
- 5 - Exclusa

Fuente: Consorcio Barrera de Sanidad (2018). Anexo 13 del Diseño Final del diagnóstico para establecer el sistema de saneamiento para crear la Barrera de Sanidad en la Bahía de Boca Chica.

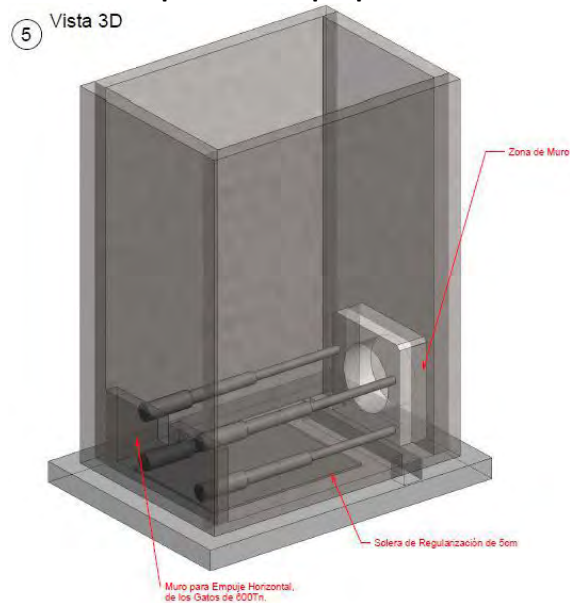
La tubería se fabrica en taller y después es introducida en los túneles previamente ejecutados.

Las labores de empuje de tuberías son similares en tramos terrestres y en tramos marítimos. Estos últimos tienen una mayor complicación y algunas actividades específicas son descritas en la secuencia.

Se trata de la introducción en el terreno, partiendo de un pozo de ataque (**Figura 4.4.2.3.c**), de una cabeza de avance seguida de los tramos de tubería. El proceso de avance, es un conjunto de excavación y empuje.

Figura 4.4.2.3.c

Vista 3D del pozo de ataque para la hinca con microtuneladora



Fuente: Consorcio Barrera de Sanidad (2018). Anexo 13 del Diseño Final.

Con este sistema los tubos son empujados horizontalmente por medio de un bastidor hidráulico, situado en el pozo de ataque, mientras que en el frente el terreno es excavado por una corona de corte giratoria. El material arrancado se transforma en un lodo (*slurry*), en la cámara que queda entre la cabeza cortante y el frente, el cual se extrae mediante un sistema de bombeo.

En primer lugar, se realizará el pozo de ataque desde el cual se comenzará la hinca, excavándose a plomo con el eje de la hinca que se haya de ejecutar. El pozo de ataque servirá para la extracción de tierras, que salen del interior del tubo, bajada de materiales, acceso del personal y como pozo de puesta en carga del emisario, formando del parte de la instalación definitiva.

Una vez ejecutado el pozo de hinca, es fundamental la instalación de un puente grúa que permita manipular las tuberías de hinca y facilite las maniobras de izado y desplazamiento de los tubos al interior del pozo de entrada. Las tuberías de hinca, generalmente, serán de hormigón armado, aunque también puede ser de polímeros, dependerá de la disponibilidad de uno u otro material. En todo caso las tuberías de hinca deben resistir los esfuerzos de empuje durante la perforación y los esfuerzos de terreno durante su vida útil.

El avance se realiza de forma progresiva y transmitiendo las presiones a la cabeza de corte a través de la propia tubería. Para ello se coloca una tubería en el bastidor hidráulico (Bastidor de Empuje) y se empuja hasta que se agota el recorrido de los gatos de dicho bastidor, momento en que se recogen y se posiciona un nuevo tramo de tubería. Existen distintos tipos de bastidores de empuje. Compacto o estándar con 4 o 6 botellas hidráulica de empuje.

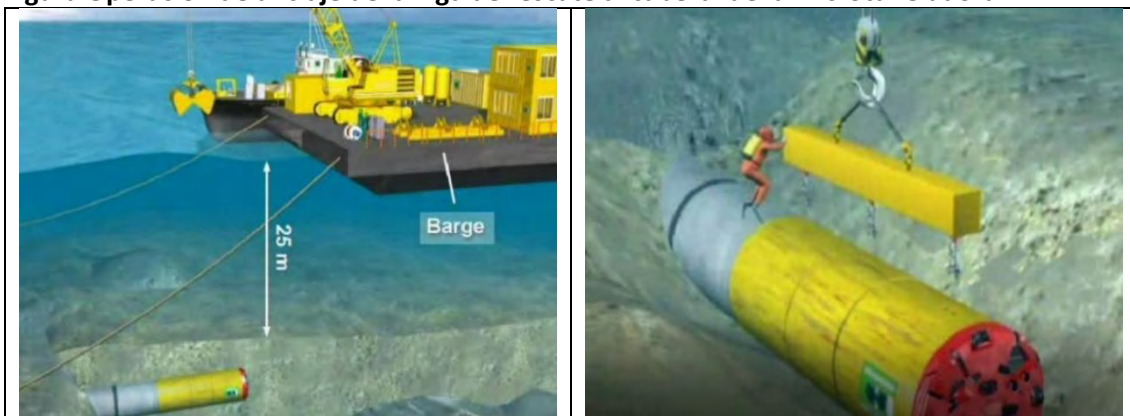
Las hincas se ejecutarán con perforación horizontal. Se empleará caño camisa, y la profundidad de hincas será como mínimo de 2.00 metros entre rasante de la obra lineal que se cruza y la clave de la tubería, variando en función de los condicionantes geométricos de la propia conducción y los impuestos por los propietarios de las infraestructuras a cruzar. A la vez que avanza la cabeza, se irán retirando hacia el exterior los materiales excavados.

La inyección de bentonita es imprescindible para rellenar el espacio que queda entre el sobrecorte y el tubo. Su función principal es la de lubricar el empuje y reducir la fricción tubo – terreno y reducir al mínimo las fuerzas de empuje necesarias para el avance de la hincas.

La maniobra de rescate de la microtuneladora se hace con una viga de rescate, que debe rigidizar todo el cabezal de excavación y permitir el izado mediante globos, transporte hasta puerto e izado mediante grúa desde tierra.

Figura 4.4.2.3.d

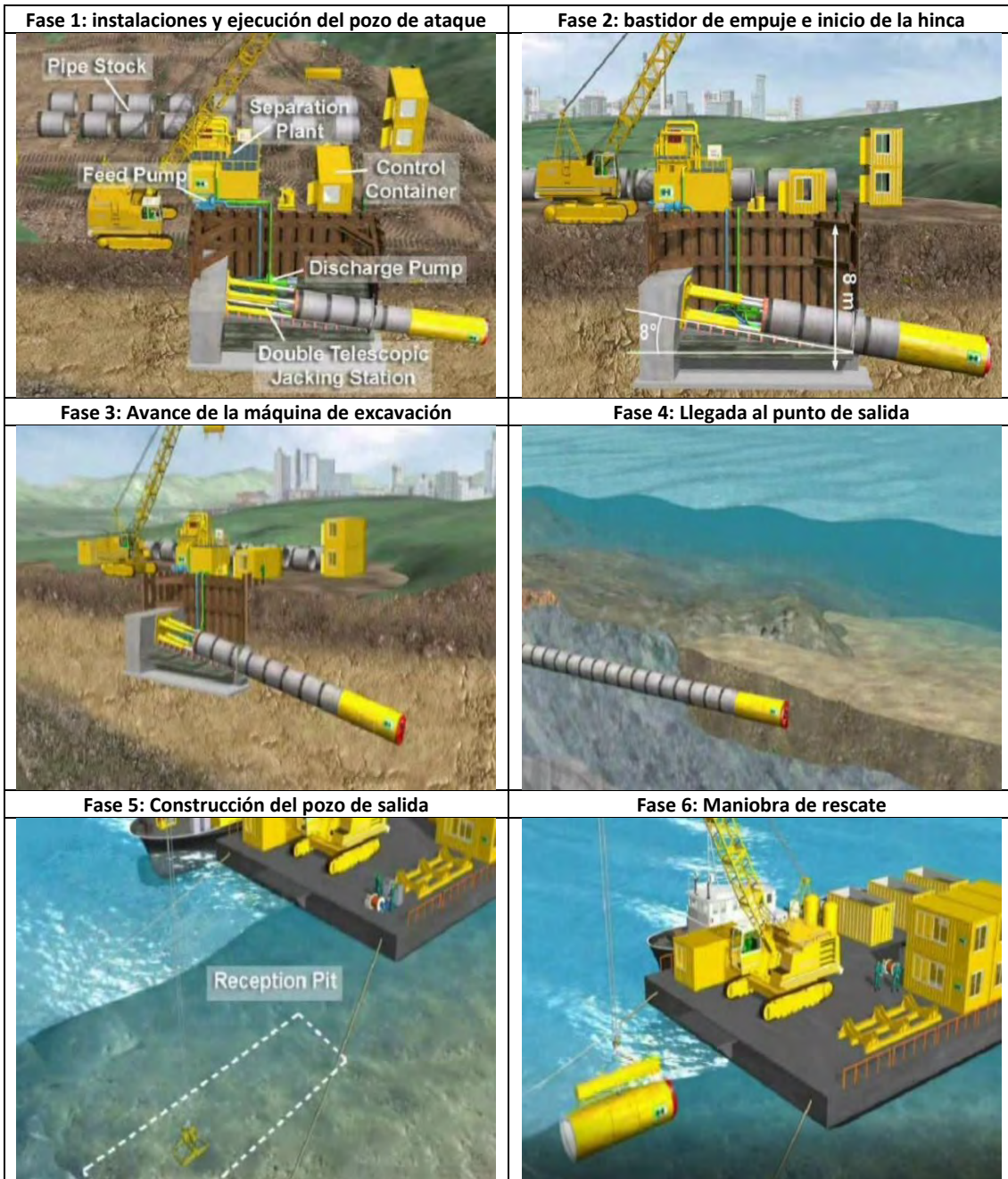
Figura Operación de anclaje de la viga de rescate al cabezal de la microtuneladora



Fuente: Consorcio Barrera de Sanidad (2018). Anexo 13 del Diseño Final.

En la **Figura 4.4.2.3.e** a continuación se presentan las fases de instalación de un tubo hincado mediante microtuneladora con hidroescudo.

Figura 4.4.2.3.e
Fases de instalación de un tubo usando la microtunelación



Fuente: Consorcio Barrera de Sanidad (2018). Anexo 13 del Diseño Final.

4.4.3

Áreas de Préstamo y Áreas de Disposición de Material Excedente

Según la información de las **Tablas 4.4.2.1.1.b** y **4.4.2.1.1.c** en la **Sección 4.4.2.1.1**, se estima que unos 66,638.98 m³ de material a ser usado en las obras tendrán que ser suministrados a partir de minas ubicadas a una distancia aproximada de 10 km del área del Proyecto. También

se estima que unos 85,008.48 m³ de suelo no estarán aptos a ser utilizados en la obra y tendrán que ser depositados en áreas de disposición de material excedente.

4.5

Logística

4.5.1

Campamentos de Construcción

Para las obras del Proyecto La Romana será necesario instalar campamentos de construcción; sin embargo, en este momento no hay información sobre el número de campamentos y sobre las ubicaciones, ya que la decisión final depende del Contratista, quien se comprometerá a dar preferencia a áreas previamente disturbadas.

Estos campamentos no tendrán alojamiento para los trabajadores. Trabajadores de fuera de la región alquilarán casas en La Romana y Villa Hermosa.

Los campamentos tendrán un conjunto de instalaciones dimensionadas e implementadas para garantizar el buen funcionamiento de la obra y para satisfacer las necesidades básicas de los trabajadores. Los campamentos tendrán comedor, baños, área de almacenamiento de materiales y equipos, depósito de residuos sólidos, taller mecánico para mantenimiento de maquinaria, vehículos y equipos, y planta móvil de asfalto.

Para el suministro de agua se utilizarán pozos artesianos o la red de agua de la zona. Se utilizarán baños portátiles.

Como mencionado arriba, no es posible precisar la ubicación exacta de estas áreas de apoyo en esta fase del proyecto, pero es importante señalar que se dará preferencia a sitios anteriormente disturbados, donde no haya necesidad de remoción de la vegetación nativa y preferiblemente no haya necesidad de movimiento de tierra.

También se dará preferencia a sitios con un entorno más industrial o con una ocupación menos adensada, para reducir el riesgo de molestias a la población vecina por emisiones de ruido, polvo y vibraciones y para reducir la posibilidad de conflictos entre los trabajadores y la población. También se buscarán lugares de fácil acceso.

4.5.2

Mano de Obra

Se calcula que en las obras del Proyecto La Romana trabajarán entre 250 y 350 trabajadores en los meses pico.

4.5.3

Cronograma

El cronograma de instalación del Proyecto, incluyendo el sistema de alcantarillado, la PTAR/Unidad de Pretratamiento Avanzado y el emisario, prevé una duración de 18 meses de obras.

Después de la construcción, INAPA será el responsable de la operación del Proyecto durante los primeros 18 meses, pasando la responsabilidad a COAAROM que seguirá operando el Proyecto durante toda su vida útil.

4.6 Inversiones

El cronograma de inversiones estimado para el Proyecto La Romana se muestra en la **Tabla 4.6.a**.

Tabla 4.6.a
Cronograma previsto de inversiones para el Proyecto

Componente	Descripción	Años																							
		2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
Colectores principales	Inversión	19,311,222.02	19,311,222.02																						
Estación de Bombeo	Inversión	1,550,473.13	3,617,770.63																						
	Opex			190,347.35	190,347.35	190,347.35	190,347.35	190,347.35	190,347.35	190,347.35	190,347.35	190,347.35	190,347.35	190,347.35	190,347.35	190,347.35	190,347.35	190,347.35	190,347.35	190,347.35	190,347.35	190,347.35	190,347.35	190,347.35	190,347.35
Línea de impulsión	Inversión		1,179,185.26																						
Pretratamiento Avanzado	Inversión	1,304,104.85	1,304,104.85																						
	Opex			42,131.59	42,131.59	42,131.59	42,131.59	42,131.59	42,131.59	42,131.59	42,131.59	42,131.59	42,131.59	42,131.59	42,131.59	42,131.59	42,131.59	42,131.59	42,131.59	42,131.59	42,131.59	42,131.59	42,131.59	42,131.59	42,131.59
Emisario submarino	Inversión	8,151,174.48	8,151,174.48																						
Red Secundaria	Inversión		10,007,557.74	13,343,410.32	10,007,557.74																				
Ramales	Inversión			7,397,520.00	7,397,520.00	9,863,360.00																			
TOTAL		30,316,974.48	43,571,014.97	20,973,409.25	17,637,556.67	10,095,838.94	232,478.94	232,478.94	232,478.94	232,478.94	232,478.94	232,478.94	232,478.94	232,478.94	232,478.94	232,478.94	232,478.94	232,478.94	232,478.94	232,478.94	232,478.94	232,478.94	232,478.94	232,478.94	232,478.94
Población total		259,873	262,173	264,468	266,761	269,052	271,340	273,626	275,910	278,192	280,474	282,754	285,034	287,312	289,591	291,869	294,147	296,425	298,703	300,981	303,260	305,539	307,819	310,100	312,381
población beneficiada		0.00	0.00	52,894	133,381	242,146	271,340	273,626	275,910	278,192	280,474	282,754	285,034	287,312	289,591	291,869	294,147	296,425	298,703	300,981	303,260	305,539	307,819	310,100	312,381

4.7

Operación y Mantenimiento del Proyecto

4.7.1

Sistema de Alcantarillado

La operación y el mantenimiento de redes debe ser función del equipo de Dirección de Operación y Mantenimiento de COAAROM. De preferencia debe existir cuadrillas de operación y mantenimiento específicas del Departamento de Aguas residuales y del Departamento de Aguas Potables, para ejecución de trabajos en alcantarillado y en agua potable. Esto permitirá atender directamente los trabajos pequeños de rutina en diferentes sectores y áreas de drenaje.

Según el manual de organización y funciones de la COAAROM, el personal del Departamento de Aguas residuales de la Dirección de Operación y Mantenimiento tiene las siguientes funciones principales:

- Planificar, coordinar y supervisar las actividades relacionadas con la recolección y tratamiento del agua residual y el mantenimiento del sistema de drenajes; con la finalidad de mantener en óptimas condiciones de operación las redes de alcantarillado y un drenaje eficiente.
- Participar junto con el Director de Operaciones en la formulación y ejecución de propuestas a las autoridades de la COAAROM, referentes al área.
- Operar las redes de alcantarillado que integra el sistema de la provincia.
- Dar adecuado tratamiento a las aguas residuales, siguiendo las normas y procedimientos establecidos.
- Corregir las averías u otro tipo de problemas que presenten las redes de alcantarillados.
- Atender las denuncias y quejas de la ciudadanía relacionadas a las redes de alcantarillados o a las aguas residuales.
- Realizar inspecciones y evaluaciones a los proyectos que se ejecuten relacionadas al área.
- Velar por un adecuado sistema de información de las operaciones que se ejecuten en el área.
- Rendir informe periódico de las funciones relacionadas al área.
- Realizar cualquier función afín o complementaria que le sea asignada por su superior inmediato.

Respecto al personal para las actividades de mantenimiento, se necesita conformar tres (03) cuadrillas de tres personas destinadas solo a labores de alcantarillado y una (01) cuadrilla para el turno de guardia para los casos de emergencia.

En aquellos tramos en que se requiera trabajo nocturno (a partir de las 22:00 horas) debido a que durante el día son zonas muy transitadas se deberá cerrar las calles y ser realizados por una de las cuadrillas del turno de la mañana.

Procedimientos Operativos

Verificación de Funcionamiento

- Estar siempre disponible para atender consultas y dar orientación acerca del plano de planta y perfil de la línea de impulsión.
- Realizar periódicamente un recorrido de la línea, verificar el estado general de la misma, de los accesorios e informar sobre situaciones anormales tales como construcciones, inconvenientes, derivaciones clandestinas, fugas, etc.
- Verificar el buen funcionamiento de válvulas y accesorios.

Actividades Operativas

El objeto es el de orientar las maniobras a realizarse en las líneas de impulsión y conducciones para que se ejecuten con plena seguridad operacional.

- Maniobra para vaciado de la línea
 - Tener a disposición permanentemente el plano de la línea en planta y perfil;
 - Comprobar que el equipo de bombeo esté apagado;
 - Identificar las válvulas a ser operadas para aislar la línea o el tramo a vaciar;
 - Ejecutar lentamente la maniobra de cierre de válvulas de compuerta, para aislamiento del tramo o de la línea;
 - Ejecutar la maniobra de apertura de las válvulas de purga;
 - Efectuar la verificación del funcionamiento de las válvulas de admisión de aire;
 - Anotar el tiempo de vaciado del tramo o línea. Si el tiempo de vaciado fuera superior al previsto, verificar las condiciones de descarga de las válvulas de purga y de admisión del aire.
- Maniobra para llenado de la línea
 - Tener siempre disponible el plano de la línea;
 - Disponer de datos de las maniobras de cierre de válvulas ejecutadas;
 - Identificar las válvulas a ser operadas;
 - Cerrar las válvulas de purga;
 - Ejecutar lentamente la maniobra de apertura de las válvulas de compuerta;
 - Verificar la operación de las ventosas para la expulsión del aire. En caso no se encuentren operativas, se debe ejecutar el desmontaje;
 - Acompañar el llenado completo de la línea o tramo y efectuar la lectura de las variables para verificar la regulación del flujo del agua.

A medida que se produce el envejecimiento de las tuberías de alcantarillado, aumenta el riesgo de deterioro, obstrucciones y derrumbes. Así, la inspección y la limpieza de los colectores de aguas residuales son fundamentales para el mantenimiento y el funcionamiento correcto del sistema. Hay tres formas de mantenimiento del sistema:

- Mantenimiento Preventivo: incluyen actividades de inspección y limpieza planificada de acuerdo a una periodicidad recomendada de los componentes del sistema de alcantarillado, que son las tuberías y buzones.

- Mantenimiento Correctivo: Conjunto de trabajos necesarios a ejecutar en el sistema para corregir algún problema que se presente durante su funcionamiento, tales como reparaciones de roturas, reemplazo de tramos de tuberías, desatoros, rehabilitación o reconstrucción de tuberías y buzones, reformas para mejorar el funcionamiento del sistema, etc.
- Mantenimiento de Renovación: consiste en desarmar completamente los equipos y cambiarles las piezas que sean necesarias, para dejarlos en un estado similar al de unidades nuevas.

4.7.2

Estaciones de Bombeo

La operación de las estaciones de bombeo incluye las siguientes actividades a ser llevadas a cabo por el operador:

- Variar la operación de la estación para atender los cambios de caudal o condiciones de carga, teniendo en cuenta la capacidad de cada componente de la estación en su conjunto.
- Mantener un registro completo y exacto de todos los acontecimientos relacionados con la operación y el mantenimiento.

Para la operación se estiman dos personas, trabajando una en cada turno.

Se debe realizar el mantenimiento de las estaciones de bombeo de aguas residuales, para conservar las instalaciones y equipo en buen estado, asegurando su buen funcionamiento y alargando su vida útil. Consiste en la ejecución de rutinas de trabajo que se realizan con mayor o menor frecuencia para prevenir desperfectos.

Los dispositivos que requieren inspección y mantenimiento continuo (por lo menos una vez al día) son: rejas y rejillas, desarenadores (si los hubiera), estructuras de interconexión de entrada y salida.

Por otra parte, existen actividades de mantenimiento que se realizan en períodos más largos de tiempo, como pueden ser semanas, meses o años. En estas se incluyen la reparación de bombas, compuertas, pintura de elementos afectados por la corrosión, conservación de las estructuras, entre otras.

La reparación de los defectos mecánicos que producen una vibración excesiva también sirve para reducir los ruidos, lo que da respaldo a cualquier programa para control de ruido exigido por los reglamentos en vigor.

El mantenimiento de los componentes de las estaciones de bombeo de aguas residuales incluye:

- Mantenimiento semanal del control del nivel de arena sedimentada en el canal de distribución y limpieza del canal al llegar a 5 o 6 cm de acumulación máxima. La remoción debe hacerse de forma manual por medio de palas, previo drenado del canal.
- Inspección de las cámaras húmedas de bombeo por lo menos a cada año. Verificar la pintura anticorrosiva de las partes de metal y concreto que estén en contacto con el agua residual; revisar que no haya filtraciones en la cámara y el nivel de operación de las bombas.

- Inspección y mantenimiento periódico del sistema de tuberías.
- Mantenimiento extenso y reparación de las válvulas.
- Mantenimiento de las conexiones con brida, que se deben apretar a la torsión adecuada.
- Mantenimiento de equipos electromecánicos, incluyendo rejas/canastillas, bombas, motores eléctricos y grupo electrógeno.

Como medidas de contingencias se está previendo la instalación de equipos adicionales de bombeo (equipos de reserva), en el caso de que alguna de las bombas salga de funcionamiento y se prevé que todas las instalaciones dispongan de equipos autónomos eléctricos para asegurar el abastecimiento de energía en el caso que ocurrieran cortes en la red eléctrica principal. En el caso que los equipos de reserva no funcionen, según la gravedad y el caudal de la estación de bombeo, se deberá implementar y/o adoptar algún plan de corte/evacuación de esa zona.

4.7.3

PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado y Emisario

4.7.3.1

Operación

El Programa de Vigilancia y Control que se implementará en la operación del Proyecto contempla dos aspectos complementarios: la calidad estructural, que se abordará en la **Sección 4.7.3.2 – Mantenimiento**, y la vigilancia ambiental.

En el Programa de Vigilancia de la PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado debe determinarse la eficacia de la depuración a la que son sometidas las aguas residuales que llegan a la planta. De esta manera se asegurará que el efluente que transporta el emisario cumple los niveles de calidad establecidos en la legislación vigente.

Por lo tanto, el Programa de Vigilancia durante la fase de operación del emisario se centrará en el control de la calidad de las aguas en el medio marino. Aun así, también se realizará un control del caudal del efluente y la calidad de este en la cámara de carga. En el supuesto que la calidad de los puntos seleccionados para el control de la calidad de las aguas marinas o la calidad del efluente medida en la cámara de carga no cumpliera los límites establecidos, se deberá plantear la revisión o paralización del vertido de la PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado hasta que se asegure el cumplimiento de los límites de calidad del efluente de vertido.

Con el objetivo de conocer cómo se diluye el vertido de aguas residuales depuradas en el medio receptor y verificar que la calidad de las aguas marinas no se ve afectada por el efluente que transporta el emisario submarino, se seleccionarán unos puntos de control, en los cuales se medirán diferentes parámetros con el fin de evaluar el cumplimiento de los valores de calidad establecidos en la legislación.

El contenido del Programa de Vigilancia para controlar la calidad del medio receptor del efluente, es decir, para vigilar la respuesta del medio marino a la puesta en funcionamiento del emisario submarino, está presentado en el Programa de Monitoreo de la Biota Acuática Marina y en el Programa de Gestión Ambiental y Social de la Fase de Operación del PGAS, en el **Capítulo 7.0**. Estos Programas deberán ser adecuados a las disposiciones contenidas en la Declaración de

Impacto Ambiental emitida por MIMARENA en lo referente a toma de datos, metodologías y tratamiento de estos.

El Programa de Vigilancia contemplará:

- Control del caudal y calidad del efluente (en la cámara de carga del emisario)
- Control de calidad del agua costera (en el mar, en la zona de los difusores)
- Control de las zonas de baño
- Control del ecosistema marino

Mano de Obra de Operación de la PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado

La plantilla involucrada en operación de la PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado incluye los siguientes profesionales, para los cuales se indica la cantidad mensual de horas estimada:

- Ingeniero jefe: 8 horas/mes
- Jefe de Saneamiento: 16 horas/mes
- Técnico de operación: 264 horas/mes
- Mecánico industrial: 18 horas/mes
- Electricista: 18 horas/mes
- Auxiliar de servicios generales: 352 horas/mes

Residuos Sólidos a ser Generados en el Proceso de Tratamiento

Se estima que en la PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado se generarán los siguientes residuos como resultado del proceso de tratamiento:

- Sólidos groseros retenidos en de rejillas mecanizadas con apertura de 2 cm;
- Arenas y grasas removidas en el sistema de decantación/flotación;
- Sólidos finos retenidos en los tamices del tipo "step-screen" mecanizados con apertura de 2 mm.

Los sólidos groseros, las arenas y los sólidos finos se almacenarán en contenedores separados y deberán ser retirados por gestor autorizado para destinación a un vertedero. Las grasas también se almacenarán en contenedores y se destinarán como residuos contaminados según la legislación.

Los volúmenes diarios de estos residuos, estimados para la población de final de plan, son:

- Sólidos gruesos: 4 m³;
- Arenas: 1.76 m³;
- Grasas: 2.60 m³;
- Sólidos finos: 21 m³.

4.7.3.2

Mantenimiento

El mantenimiento de la PTAR / Unidad de Pretratamiento Avanzado implicará realizar actividades directamente relacionadas con las instalaciones en cuanto a obra civil, tuberías, etc. Se realizará:

- Mantenimiento de uso, con la realización de las siguientes operaciones:
 - Cambios periódicos de aceites a la maquinaria;
 - Engrases de máquinas establecidas en los planes de engrase;
 - Reapriete de tornillos de anclaje y elementos móviles;
 - Tensado de correas, comprobando su funcionamiento;
 - Revisiones periódicas de mantenimiento para eliminar o limitar las averías;
 - Verificación a primera escala de vibraciones, ruidos, calentamientos, etc., de los elementos móviles;
 - Comprobación de la estanqueidad de equipos, tuberías;
 - Retoques de albañilería, carpintería, fontanería, pintura;
 - Mantenimiento de viales y urbanización;
- Mantenimiento preventivo, con la realización de las siguientes operaciones:
 - Reposición y sustitución de materiales fungibles, prensaestopas, estopa, rodamientos, retenes, etc.
 - Reposición y sustitución de materiales eléctricos fungibles, fusibles, temporizadores, relés térmicos, etc.
 - Revisiones periódicas para disminuir o limitar los riesgos de averías, comprobando alineaciones de los acoplamientos, verificando temperatura de rodamientos, niveles de vibraciones etc.

- Mantenimiento de reparaciones y averías

Incluye actividades a ser realizadas de forma aleatoria, a depender de factores diversos como la calidad del equipo, la calidad del mantenimiento preventivo, el tiempo de funcionamiento del equipo y el nivel de prestaciones solicitado. En definitiva, incluye las operaciones de reparación y sustitución de piezas que requieren medios auxiliares especiales, tales como máquina de soldadura, pequeña grúa, ajustes precisos o tareas cualificadas.

- Mantenimiento modificativo

Incluye las operaciones de cambio de diseño y/o mejoras, de alargar la vida útil de los equipos, reducir las averías e imprevistos e incrementar la disponibilidad de las máquinas.

- Mantenimiento energético y ambiental

Incluye operaciones de cambio de diseño y/o mejoras, de optimizar el consumo energético y minimizar el impacto ambiental.

- Conservación

Incluye las actividades que permiten mantener en perfectas condiciones la obra civil, vial, etc., como: reposición y sustitución de barandillas; repintado de elementos electromecánicos, barandillas y otros; retoques de albañilería y pintura de la obra civil; y retoques de carpintería metálica y urbanización.

Para las operaciones de mantenimiento del emisario submarino, se comprobará la estabilidad estructural y el funcionamiento hidráulico del mismo, debiendo realizarse estas operaciones a máxima carga.

Así mismo, con periodicidad anual, se comprobará la estabilidad de la cámara de carga, así como el funcionamiento del sistema de válvulas y demás elementos de conexión con el emisario.

- Comprobación de la capacidad de auto limpieza

Durante la fase de funcionamiento del emisario, se procederá a la limpieza de la tubería tanto para la eliminación de las partículas sólidas como de burbujas de aire.

Para evitar los efectos de la sedimentación es necesario realizar una limpieza periódica del emisario, aumentando hasta un umbral dado y durante cierto tiempo la velocidad de circulación del efluente por el mismo. Esta velocidad se denomina velocidad crítica de auto limpieza de la tubería.

Periódicamente, se verterá al emisario el caudal de agua suficiente para alcanzar la velocidad de auto limpieza de la tubería, mediante descargas consecutivas, para mantener la conducción del emisario libre de sedimentaciones e incrustamientos.

En la siguiente **Tabla 4.7.3.2.a** se indican las operaciones de vigilancia y mantenimiento y su periodicidad.

Tabla 4.7.3.2.a
Relación de periodicidad, actividad y número de inspecciones para mantenimiento del emisario

Elemento	Periodicidad	Actividad	Número
Emisario Submarino	Anual	Inspección Estructural	1
Cámara de Carga	Anual	Inspección Estructural	1
Emisario Submarino	Mensual	Auto limpieza	4

Para las actividades se necesitará una embarcación, equipos de buceo, equipos y materiales de reparación de averías, además de materiales de seguridad, incluyendo protecciones personales, botiquín primeros auxilios y botiquín de emergencia de buceo.

- Limpieza interior del emisario

Con el fin de asegurar el correcto funcionamiento del emisario evitando que la sedimentación al final de emisario disminuya su capacidad hidráulica y la funcionalidad del tramo difusor, se dispondrá una boca registrable al final del tramo del emisario.

La pieza especial será de acero inoxidable AISI316L, en forma de T (ver **Figura 4.7.3.2.a**). La altura de la T sobre el tubo principal será de 1.00 m, colocándose una tapa conformada en acero inoxidable AISI316L del tipo brida ciega, donde en su parte central se dispondrá un difusor pico pato. Esto permitirá la limpieza del emisario mediante la aspiración a través del tubo desde la superficie del mar con equipos adecuados.

Figura 4.7.3.2.a
Detalle de boca para la limpieza del emisario



Fuente: Diseño Final. Memoria de Operación y Mantenimiento.

- Programa de vigilancia y control

La operación y mantenimiento del emisario implicará la implementación de un Programa de Vigilancia y Control que contempla dos aspectos complementarios: la calidad estructural de la conducción (roturas, fisuras, estado de difusores, descalces de la tubería, etc.) y la vigilancia ambiental, tanto de la calidad del efluente vertido como de la calidad del medio receptor. Las actividades para conducción de la vigilancia ambiental han sido incluidas en el Programa de Gestión Ambiental de la Fase de Operación del PGAS, en el **Capítulo 7.0**.

Como parte de la Vigilancia Estructural deberá realizarse la inspección de toda la longitud del tramo sumergido de la conducción y sus elementos principales, mediante el empleo de buceadores o instrumental sumergible, analizando posibles roturas, estado de los difusores, descalces de la tubería, etc. Especial atención habrá de prestarse a la unión del tramo directamente apoyado en fondo marino con el tramo en perforación dirigida, comprobando juntas, uniones y apoyo de lastres en el inicio del tramo.

Se comprobará que la conexión entre el tramo difusor y el resto del emisario se encuentra en buen estado y convenientemente protegida. Se comprobará además que las boquillas difusoras

no se encuentran obstruidas. Para ello se utilizará un equipo de buzos e instrumental sumergible.

Para que el control sea eficaz, se realizará la inspección en condiciones de funcionamiento bajo máxima carga hidráulica, con una periodicidad anual, además de hacerse tras temporales especialmente intensos.

En la inspección se realizarán grabaciones de vídeo y fotos.

5.0

Diagnóstico Ambiental y Social

El diagnóstico ambiental y social de las áreas de influencia del Proyecto de Saneamiento Básico de La Romana, desarrollado en las **Secciones 5.2, 5.3 y 5.4**, tiene como objetivo permitir una comprensión sistémica de los diversos componentes de los Medios Físico, Biótico y Socioeconómico, facilitando la identificación de sus interrelaciones y la dinámica de los procesos de transformación en curso.

Dada esta directriz general, el diagnóstico ambiental está estructurado por el sistema de aproximaciones sucesivas, es decir, primero se analizan todos los aspectos de interés a escala regional, para contextualizar y facilitar, en una segunda instancia, el análisis más detallado a nivel local. Por lo tanto, se consideraron diferentes niveles de enfoque, en los que se trataron los aspectos pertinentes de los medios físico, biótico y socioeconómico a diferentes escalas. Las unidades de análisis y los criterios de delimitación se dan a continuación.

5.1

Definición de las Áreas de Influencia

La delimitación de las áreas de influencia es un aspecto básico y estratégico en la realización de Estudios de Impacto Ambiental y Social. En la práctica, este procedimiento constituye la definición de las unidades espaciales de análisis adoptadas en los estudios, guiando no solo la elaboración del diagnóstico socioambiental (es decir, la delimitación de las áreas de estudio), sino también reflejando el alcance de los impactos ambientales y sociales potencialmente resultantes de la construcción y operación del proyecto (es decir, las áreas sujetas a cambios atribuibles al proyecto).

La delimitación de las áreas de influencia también determina los aspectos metodológicos que se aplicarán durante el desarrollo de los trabajos, ya que, para cada escala espacial identificada, se debe definir tanto la naturaleza de la información a recolectar como las herramientas a utilizar.

En términos prácticos, las áreas de influencia son las áreas que pueden verse afectadas directa o indirectamente, positiva o negativamente, por el proyecto en sus diversas fases, es decir, desde la planificación hasta la operación del proyecto.

En este estudio se definieron tres unidades de análisis:

- Área de Influencia Indirecta (AII), que es un área amplia donde los impactos indirectos del proyecto tienen alcance;
- Área de Influencia Directa (AID);
- Área Directamente Afectada (ADA).

La información de la AII está basada en datos secundarios, lo que permitió comprender las interacciones del proyecto con el medio ambiente. Estos datos se complementaron con datos primarios recogidos para el AID y ADA.

Toda la información ambiental básica se obtuvo de fuentes reconocidas, como agencias oficiales, universidades, instituciones nacionales, complementadas con trabajo de campo para el AID y ADA, como ya se mencionó anteriormente.

Al mismo tiempo, se desarrollaron bases de datos geo codificadas y se utilizó información geográfica para la adquisición, procesamiento, análisis, georreferenciación y presentación de datos espaciales. Esta herramienta fue clave en la evaluación integrada de los temas físicos, bióticos y socioeconómicos.

Los procedimientos metodológicos aplicados a la confección de productos cartográficos fueron comunes a todos los temas cubiertos en el estudio. Se utilizaron datos e información secundaria proporcionada por agencias gubernamentales oficiales e instituciones de pesquisa, así como información primaria recopilada directamente en el campo.

Las imágenes de satélite utilizadas fueron las disponibles en Google Earth Pro.

Área de Influencia Indirecta - AII y Área de Influencia Directa – AID

El Área de Influencia Indirecta (AII) se define de acuerdo con la susceptibilidad potencial a los impactos indirectos resultantes de la planificación, construcción y operación del proyecto. Los impactos en el AII tienden a ocurrir en una forma geográfica y temporal más difusa, lo que implica efectos indirectos sobre las características del ambiente.

Para el proyecto La Romana, se propone que el AII para los Medios Físico y Biótico se delimite considerando un radio de 2 km desde los límites de los componentes del proyecto más los límites de las áreas protegidas Monumento Natural Isla Catalina y Santuario Marino Arrecifes del Sureste.

El AII para el Medio Socioeconómico se definió como el límite administrativo de los municipios de La Romana y Villa Hermosa.

Para el AID de todos los medios, en principio, se propone un radio de 500 m a partir de los límites de los componentes del proyecto, más el área de alcance de la pluma de contaminación en la situación más desfavorable según los resultados del estudio de dilución de los contaminantes a partir del emisario.

El Mapa 5.1.a – Áreas de Influencia Indirecta (AII) y Directa (AID) muestra las áreas de influencia así definidas.

Área Directamente Afectada - ADA

El ADA comprende las áreas en las que se llevarán a cabo efectivamente las intervenciones para la implantación de los componentes del Proyecto, incluyendo las calles donde se instalarán las tuberías, los sitios de construcción de las estaciones de bombeo y la PTAR, además del sitio de instalación del emisario. El ADA incluye también las áreas de préstamo y de disposición de material excedente de excavación que se utilizarán durante las obras, los terrenos donde se instalarán los campamentos de construcción y otras áreas de apoyo eventualmente necesarias.