

Área de Conocimiento de Ingeniería y Afines

Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del sector 1 del Municipio de Ciudad Darío, departamento de Matagalpa

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero Civil

Elaborado por:

Br. Jade
Alexa
Jarquín
Carnet: 2017-0409i

Br. Estefani
Massiel
Jiron
Salgado
Carnet: 2017-0459i

Tutor:

MSc. Ing. José Ángel
Baltodano



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
ÁREA DE CONOCIMIENTO INGENIERÍA Y AFINES



Managua 05 de agosto de 2024

MSc Ing. Luis Chavarría
Director de Área de conocimiento
Ingeniería y Afines
Su despacho. -

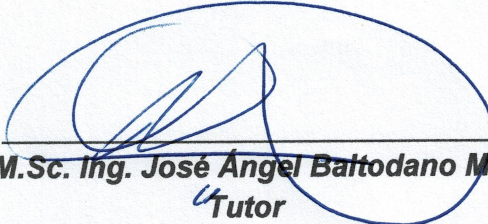
Estimado Ing. Chavarría:

Reciba un saludo de mi parte, y al mismo tiempo le doy a conocer que he revisado el trabajo de monográfico titulado: **"DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL SECTOR 1 DEL MUNICIPIO DE CIUDAD DARÍO, DEPARTAMENTO DE MATAGALPA"**, realizado por las bachilleres: **Br. Jade Alexa Jarquín (carnet 2017-0409i)** y **Br. Estefani Massiel Jirón Salgado (carnet 2017-0459i)**, para optar al título de Ingeniero Civil.

Este trabajo monográfico fue desarrollado de forma independiente por las sustentantes, siendo un documento valioso como referencia en el área de ingeniería sanitaria y cumple con todos los objetivos propuestos en su protocolo y por lo tanto considero que puede ser presentada y defendida antes el jurado que usted designe.

Sin más a que hacer referencia, se despide de usted,

Atentamente,


M.Sc. Ing. José Ángel Baltodano M.
Tutor

Dedicatoria

Este trabajo monográfico está dedicado a Dios, el único y magnífico dueño de mi vida, mi fiel amigo, quien ha permitido que mis anhelos y triunfos se cumplan y reconforten a mi “yo” de cinco años, el es quien a través de los años mantiene mi fe en medio de las dificultades y quien me ha sostenido en cada uno de mis pasos sintiendo su amor, misericordia y dirección en cada uno de ellos.

Con profunda gratitud dedico este logro a mi amada madre, Jaky Olivia Jarquín Loaisiga, quién con todo su amor, esfuerzo y trabajo dedicó su vida a mi crecimiento y cuidado, quien no escatimó esfuerzos para apoyarme en la realización de mis sueños, por ser mi compañera en cada noche de insomnio, por convertirse en mi mejor amiga y mejor refugio. A mis hermanos, Sofia, Sharon y Jaime, quienes han sido mi pilar a lo largo de mi vida, por quienes mi crecimiento personal y profesional está en pie de lucha, son los que me han enseñado a ser feliz en toda ocasión.

A mi amigo Darwin Gonzalez y mis amigas Ana Areas y Estefani Jirón, por los valiosos conocimientos que me han transmitido, son quienes me han acompañado durante muchos años con amistad sincera y calor de hermandad.

Finalmente me dedico este trabajo monográfico a mí, por haber sido fuerte, valiente y perseverante, por haber dedicado mis mejores esfuerzos a mi proceso formativo, por siempre creer y luchar hasta alcanzar mis sueños.

Jade Alexa Jarquín

Agradecimientos

No puedo dejar de agradecer a Dios, pues con la fortaleza que me ha permitido en medio de tantas dificultades estoy logrando este gran paso en mi vida profesional. Por su amor incondicional y dirección en toda ocasión.

Agradezco con mucho amor a mi familia, son los principales pilares en mi vida, el apoyo, ánimos y el creer en mis capacidades han sido parte fundamental e indispensable en cada uno de mis días.

Especialmente agradezco al Ing. Adonis Rostrán, por su apoyo incondicional e inquebrantable durante el proceso de mi crecimiento profesional, por cada conocimiento transmitido y por haberme brindado de la calidad humana que lo caracteriza.

A todos que de alguna pequeña o gran forma me ayudaron a llegar hasta este momento, los guardo con mucho amor en mi corazón.

Jade Alexa Jarquín

Dedicatoria

Este trabajo monográfico lo dedico principalmente a Dios quien me ha inspirado en la realización del mismo, a lo largo de toda mi vida me ha brindado salud y orientación para alcanzar mis metas como persona y como profesional.

También dedico este trabajo a mis padres, Delmis Salgado y Leonel Jirón, quienes me han brindado todo su amor, esfuerzo y apoyo incondicional día a día para realizar este trabajo que representa la culminación de una etapa importante de mi vida. A mis hermanos, Joel, Leonel y José, quienes han sido una de las principales motivaciones para finalizar mis estudios y seguir adquiriendo conocimientos.

A mis amigas, Jade y Ana, quienes me han acompañado a lo largo de los años de carrera con su amistad sincera.

Estefani Massiel Jiron Salgado

Agradecimientos

Doy las gracias a Dios por todo lo que me ha dado, por todo lo que fui, soy y seré. Doy gracias por la vida, salud, amor, misericordia y fortaleza que me ha brindado, por darme el impulso para finalizar mis estudios superiores y por nunca abandonarme en las situaciones difíciles de mi vida.

Agradezco tanto a mis padres, por su sacrificio conmigo para finalizar esta etapa, por estar para mí en cada momento de mi vida brindándome todos los recursos necesarios para realizar mis sueños, sin ellos no tendría nada.

Mi profundo agradecimiento para mi familia que de una u otra manera han aportado para la finalización de este trabajo. En especial agradezco a mi abuela, Marcelina Salgado, quien siempre me apoyó, cuidó y me dio orientación para nunca desistir en lo que me propongo.

A mi compañera de tesis, Jade, con quien compartimos noches de desvelo y esfuerzo para presentar este documento.

Al ingeniero José Bustamante, nuestro tutor, por el apoyo brindado para realizar este trabajo monográfico.

Estefani Massiel Jiron Salgado

RESUMEN

El presente documento es titulado como, **“Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del sector 1 del Municipio de Ciudad Darío, departamento de Matagalpa”**

El proyecto contempla la instalación de 97 pozos de visita para una longitud de tubería de 6628.86 metros PVC F-949 de 150 mm (6”) y 150.4 metros de PVC F-949 de 200 mm (8”). Una cobertura del 100%, correspondiente a una población de 4680 habitantes, calculada durante un período de diseño de 20 años, daría como resultado un caudal de 18.25 l/s. Se ha desarrollado una red de alcantarillado higiénico para proporcionar una amplia cobertura. La red fluye hacia el tratamiento preliminar, tratamiento primario y el tratamiento secundario de aguas residuales. Por lo tanto, se garantiza que el sistema funcionará a través de la gravedad para ajustarse a los parámetros hidráulicos necesarios para la mejor operación.

Se diseña y evalúa un sistema de tratamiento de aguas residuales que contempla: El Tratamiento preliminar compuesto por rejillas, desarenador, canaleta Parshall. El tratamiento primario que está controlado por dos tanques IMHOFF que conduce al tratamiento secundario compuesto por 2 Biofiltros.

El sitio recomendado para la ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales se localiza en el sector Sur-Oeste del municipio, y la descarga final se realizará en el Río Grande de Matagalpa.

ÍNDICE

CAPITULO I: GENERALIDADES.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedentes	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo General.....	5
1.4.2 Objetivos Específicos.....	5
CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DEL SITIO	6
2.1 Macro localización.....	6
2.2 Micro localización.....	7
2.3 Clima.....	8
2.4 Geología.....	8
2.5 Geomorfología	8
2.6 Suelos	9
2.7 Hidrología.....	10
2.8 Factores Socioeconómicos	10
2.8.1 Población	10
2.8.2 Nivel de Pobreza.....	11
2.8.3 Nivel de Educación	11
2.8.4 Caracterización Socioeconómica de la Zona.....	11
2.8.5 Empleo.....	11
2.8.6 Indicadores de Salud	12
2.9 Servicios e Infraestructura Existentes	12
2.9.1 Índice Ejecutado Habitacional.....	12

2.9.2	Tratamiento de Aguas y Alcantarillado	12
2.9.3	Caracterización de Aguas Residuales	13
2.9.4	Manejo de Aguas Pluviales.....	13
2.9.5	Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos Municipales	14
2.9.6	Centros Educativos.....	14
2.9.7	Energía Eléctrica.....	14
2.9.8	Vías de Acceso y Transporte	15
CAPITULO III: MARCO TEÓRICO		16
3.1	Generalidades	16
3.2	Sistema de Alcantarillado.....	16
3.3	Sistema de Alcantarillado Sanitario.....	16
3.3.1	Sistema de Alcantarillado Sanitario Convencional (SASC).....	17
3.3.2	Pozos de Visita Sanitarios (PVS).....	17
3.4	Proyección de la Población	18
3.4.1	Método de Cálculo Geométrico para Proyecciones de la Población	19
3.4.2	Periodos de Diseño.....	19
3.5	Dotaciones	20
3.5.1	Valores Guías de Dotación para el Diseño de Consumo Doméstico	21
3.5.2	Valores Guías de Dotación para el Diseño de Consumo Comercial	22
3.6	Dotaciones de las Aguas a Recolectar.....	22
3.6.1	Caudal de Infiltración (Q_{inf})	22
3.6.2	Caudal Medio (Q_m).....	22
3.6.3	Caudal Mínimo de Aguas Residuales (Q_{min})	23

3.6.4	Caudal Máximo de Aguas Residuales ($Q_{M\acute{a}x}$)	23
3.6.5	Caudal de Diseño (Q_d)	23
3.7	Hidráulica de las Alcantarillas	23
3.7.1	Fórmula y Coeficiente de Rugosidad	23
3.7.2	Diámetro Mínimo.....	24
3.7.3	Pendiente Longitudinal Mínima.....	24
3.7.4	Pérdida de Carga Adicional	25
3.7.5	Cambio de Diámetro	25
3.7.6	ángulos entre Tuberías.....	25
3.7.7	Cobertura entre Tuberías.....	25
3.7.8	Ubicación de las Alcantarillas	26
3.7.9	Conexiones Domiciliarias	26
3.8	Sistemas de Tratamientos de Aguas Residuales (STAR)	27
3.9	Tratamiento Preliminar de las Aguas Residuales.....	27
3.9.1	Rejillas	28
3.9.2	Desarenadores	28
3.9.3	Trampas de Grasas y Aceites.....	29
3.9.4	Medidores de Flujo	29
3.9.5	Medidor Parshall.....	30
3.10	Tratamiento Primario de las Aguas Residuales	30
3.10.1	Tanque Imhoff	30
3.11	Tratamiento Secundario de las Aguas Residuales.....	30
3.11.1	Humedales	31
3.11.2	Humedal de flujo Sub-Superficial	31
3.11.3	Lagunas de Maduración	32

3.11.4	Lechos de Secado	32
CAPITULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO		33
4.1	Fase N°1. Exploratoria	33
4.1.1	Recopilación de Información.....	33
4.2	Fase N°2. Fase Técnica.....	34
4.2.1	Determinación de Normas que Aplican al Diseño a Realizar	34
4.2.2	Definición de las Propiedades que Conforman el Diseño de Redes de Alcantarillado Sanitario.....	35
4.2.3	Estudio del Levantamiento Topográfico y Cálculos Correspondientes, Previos al Diseño	37
4.2.4	Proyección y Tasa de Crecimiento Geométrico de la Población	37
4.2.5	Caudal de Infiltración	38
4.2.6	Caudal Medio.....	38
4.2.7	Caudal Mínimo.....	39
4.2.8	Factor de Harmon	39
4.2.9	Caudal Máximo	39
4.2.10	Caudal de Diseño	40
4.2.11	Fórmula de Manning para Velocidad de Flujo	40
4.2.12	Ecuaciones para tuberías con sección llena.....	41
4.2.13	Ecuaciones para tuberías con sección parcialmente llena	42
4.2.14	Tensión de Arrastre	42
4.2.15	Diseño de Redes de Alcantarillado Sanitario en Software Civil 3D según lo establecido en Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.....	43
4.2.16	Diseño del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales	43
4.2.17	Ubicación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales	45

4.2.18	Eficiencia de Remoción de los Diferentes Procesos de Tratamientos	45
4.2.19	Ecuaciones para el diseño del tratamiento preliminar	45
4.2.20	Canaleta Parshall	52
4.2.21	Ecuaciones para Canaleta Parshall.....	52
4.2.22	Cálculos para el Tratamiento Primario.....	57
4.2.23	Cálculos para el Tratamiento Secundario.....	60
CAPITULO V: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....		63
5.1	Periodo de Diseño.....	63
5.2	Proyección de la Población	63
5.2.1	Población de Diseño	63
5.3	Cantidad de Agua Residual.....	64
5.3.1	Dotación de Agua	64
5.3.2	Caudal Doméstico.....	64
5.3.3	Consumo Comercial, Industrial y Público	64
5.3.4	Gasto de Infiltración (Q_{inf})	65
5.3.5	Gasto Medio (Q_m)	65
5.3.6	Gasto Mínimo de Aguas Residuales (Q_{min}).....	65
5.3.7	Gasto Máximo de Aguas Residuales ($Q_{máx}$)	65
5.3.8	Gasto de Diseño (Q_d).....	65
5.3.9	Diseño de la Red de Alcantarillado	65
5.4	Parámetros de Diseño Hidráulico.....	66
5.4.1	Pendiente Mínima y Máxima.....	66
5.4.2	Velocidad Mínima y Máxima	66
5.4.3	Tensión Tractiva	66

5.4.4	Tirante Máximo	67
5.5	Dimensionamiento.....	67
5.5.1	Diámetro	67
5.5.2	Material	67
5.6	Dispositivos de Inspección	67
5.6.1	Distancia Máxima.....	67
5.6.2	Profundidad Mínima.....	67
5.7	Modelado y Análisis de la Red de Alcantarillado.....	68
5.7.1	Hoja de Cálculo.....	68
5.8	Diseño del Sistema de Tratamientos de Aguas Residuales	68
5.9	Tratamiento Preliminar	69
5.9.1	Canal de Entrada	69
5.9.2	Rejas para Sólidos Medios	69
5.9.3	Desarenador	70
5.9.4	Canaleta Parshall.....	72
5.9.5	Eficiencia del tratamiento preliminar	73
5.9.6	Tratamiento primario: Tanque Imhoff.....	74
5.9.7	Tratamiento de Lodos	76
5.9.8	Eficiencia del tratamiento primario	76
5.9.9	Tratamiento Secundario.....	77
5.9.10	Humedal de flujo sub-superficial.....	77
5.9.11	Eficiencia del Tratamiento Secundario	80
5.9.12	Eficiencia del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.....	81
CONCLUSIONES		82
RECOMENDACIONES		83

BIBLIOGRAFÍA.....	84
ANEXOS	lxxxvi
10.1 FIGURAS	lxxxvi
10.2 TABLAS	lxxxix
10.3 PLANOS	cxiv

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 Introducción

Es muy importante para la salud y el desarrollo social contar con un sistema de alcantarillado sanitario para que una localidad pueda tener una vida de calidad. De no existir, “se pondría en grave peligro la salud de las personas debido al riesgo de enfermedades epidemiológicas” (Cualla, 1995, p. 266).

Para tener una vida de calidad es necesario dar solución a los problemas críticos de la población, según ENACAL (2020):

Una de las necesidades más urgentes de la población es la correcta recolección, tratamiento y disposición de las aguas residuales, es una prioridad urbanística y para el beneficio de la salud, pues estos desechos líquidos transportan un gran número de organismos patógenos y deterioran aceleradamente el medio ambiente, generando sistemáticos problemas socio ambientales que repercuten en la salud, teniendo mayor incidencia en la población infantil. (p. 2)

Ciudad Darío se encuentra a 90 kilómetros de Managua, capital de la república. Limita al norte con San Isidro y Sébaco, al sur con Teustepe, Tipitapa y San Francisco Libre, al este con Terrabona y San José de Los Remates y al oeste con el municipio de El Jicaral. Actualmente, la población de algunos sectores no cuenta con un adecuado sistema de alcantarillado sanitario, lo que lleva a sus habitantes a utilizar alternativas que ponen en riesgo la salud pública.

Dicho lo anterior, en este documento se presenta una propuesta de diseño de sistema de alcantarillado sanitario para los barrios de Villa Hermosa, Finlandia, Luz Marina y Metapa ubicados al norte del municipio de Ciudad Darío, Matagalpa, de manera que cumpla lo contemplado en la Guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales.

1.2 Antecedentes

El casco urbano de Ciudad Darío cuenta con un sistema de aguas residuales domésticas construido en el año 2000, actualmente solo 1,372 conexiones están activas que equivalen tan solo al 30% del total de viviendas con conexiones de agua del municipio (ENACAL, 2020, p. 4).

Por las características topográficas de la ciudad, las aguas residuales se conducen por gravedad a dos plantas de tratamiento: una ubicada en el Barrio Laborío (recibe actualmente un $Q = 218.97\text{m}^3/\text{día}$), y la otra, en el Barrio San Pedro (con un $Q = 364.49\text{m}^3/\text{día}$). Ambas plantas están compuestas por un sistema de Pretratamiento + Fosa Séptica + Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA) + Disposición Final, cuyo cuerpo receptor es el Río Grande de Matagalpa.

Las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR's) no cuentan con equipos electromecánicos que requieran un suministro de energía eléctrica. La red de alcantarillado existente cuenta con 142 Pozos de Visita Sanitarios (PVS) y 14,846.80 m de tubería, de las cuales el 52-54% lo constituyen tuberías PVC y el 46 - 48% tuberías de concreto. Del mismo modo, 1,861.39 m de tubería tienen un diámetro de 8" y 12,984.9 m cuentan con diámetro de 6". A pesar de ello, en el 2017 existían solamente 1,410 conexiones al alcantarillado, lo que representa una cobertura de 24.6% del total de la población con conexión de alcantarillado. (ENACAL, 2020, pp. 4-5)

1.3 Justificación

Ciudad Darío tiene serios problemas ambientales y de salud originados por la insuficiente e ineficiente operatividad del sistema de tratamiento actual en la localidad (ENACAL, 2020, p. 1).

El sector 1 no forma parte del sistema de alcantarillado sanitario existente, lo que obliga a la población de estos barrios a utilizar alternativas para la disposición final de las excretas, “la población hace uso de letrinas, fosas sépticas y vertidos directamente al río Grande de Matagalpa” (ENACAL, 2020, p. 4).

En la actualidad las aguas del Río Grande de Matagalpa se encuentran totalmente contaminadas, presentando turbiedad, espuma, color gris y sólidos sedimentados; además de los fuertes olores que aquejan a la ciudad (ENACAL, 2020, p. 4).

Según la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (2020) esto se debe a que el sistema de alcantarillado actual no está funcionando adecuadamente y carecen de mantenimiento. Como resultado el agua vertida al río no cumple con los parámetros de la Normativa Nicaragüense que regula las descargas de efluentes al ambiente establecidos en el decreto 21-2017 publicado en LA GACETA (2017):

Que los nicaragüenses tienen derecho de habitar en un ambiente saludable, así como la obligación de su preservación y conservación. El bien común supremo y universal condición para todos los demás bienes, es la Madre Tierra; esta debe ser amada, cuidada y regenerada. El bien común de la Tierra y de la Humanidad nos pide que entendamos la Tierra como viva y sujeta de dignidad; pertenece comunitariamente a todos los que la habitan y al conjunto de los ecosistemas. (p. 229)

La Agenda 2030 de la Naciones Unidas (2018) contempla como unos de sus objetivos:

Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos, que establece un acceso adecuado e igualitario a los servicios de saneamiento e higiene, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, prevenir y minimizar el vertido de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo la mitad a la proporción de aguas residuales no tratadas y aumentar significativamente el reciclaje en todo el mundo. (pp. 35-36)

Para dar respuesta a esta problemática se propone un diseño de red de alcantarillado sanitario convencional en el sector 1, compuesto por los barrios Villa Hermosa, Finlandia, Luz Marina y Metapa, del Municipio de Ciudad Darío, departamento de Matagalpa, y cumplir los parámetros demandados en la calidad del vertido del agua residual que garantizarán el cumplimiento de las concentraciones de contaminantes admitidas

1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo General*

- Diseñar la red de alcantarillado sanitario y el sistema de tratamiento de aguas residuales para los barrios: Villa Hermosa, Finlandia, Luz Marina y Metapa, ubicados al norte del municipio de Ciudad Darío, departamento de Matagalpa, para un periodo de 20 Años.

1.4.2 *Objetivos Específicos*

- Determinar la proyección de población estimada y crecimiento de la demanda.
- Realizar el trazado de la Red de Alcantarillado Sanitario y efectuar cálculos hidráulicos según lo establecido en la Guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- Realizar propuesta de sistema de tratamiento de aguas residuales asegurando se realicen de acuerdo con las normas establecidas en el país.

CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DEL SITIO

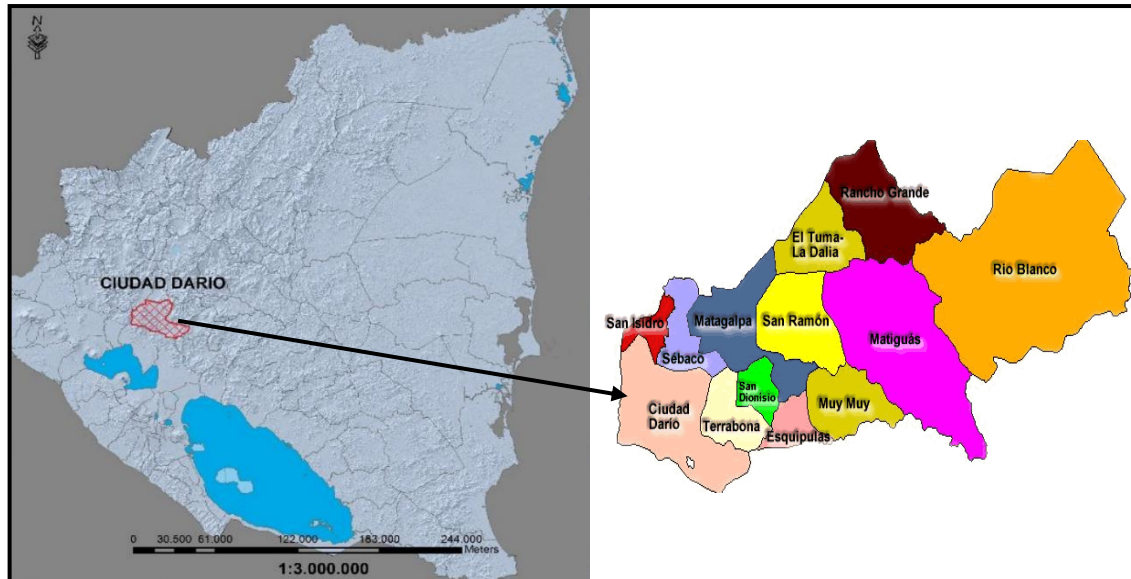
2.1 Macro localización

Localizado en el departamento de Matagalpa, a unos 90 km de la capital de la república, Managua, se encuentra el municipio de Ciudad Darío. Este municipio se desarrolla en 735.31 km², su posición geográfica es de 12° 43' 50" de latitud norte y 86° 7' 30" de longitud oeste con una altitud de 432.7 m.s.n.m. (INIDE, 2018, p.9).

El municipio limita con los siguientes municipios: al norte con los municipios de San Isidro y Sébaco, al sur con los municipios de Teustepe, Tipitapa y San Francisco Libre, al este con los municipios de Terrabona y San José de Los Remates y al oeste con el municipio de El Jicaral (INIDE, 2022).

Figura 1

Macro localización del proyecto



Nota. Fuente, INETER.

Administrativamente cuenta con una Cabecera Municipal, Ciudad Darío, y veintidós Comarcas Rurales. Está compuesta por las siguientes comarcas: Casas

Viejas, Totumbla, Las Calabazas, El Cacao, San Juanillo, El Jobo, Apompuá, Trujillo, Maunica, Puertas Viejas, Las Cañas, Llanos de Tamalapa, Dulce Nombre de Jesús, Las Mesas, Las Queseras, Las Mangas, Las Nubes, Regadío, Santa Bárbara, El Paraíso, Los Cocos y El Jícaro. En estas comarcas se ubican 153 comunidades (ENACAL, 2020).

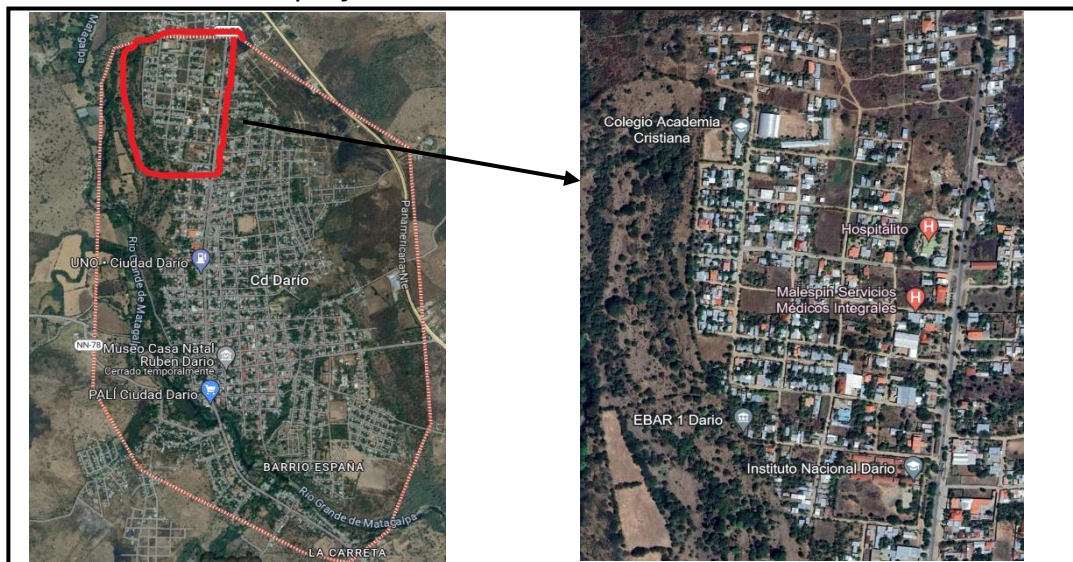
2.2 Micro localización

El casco urbano de Ciudad Darío posee aproximadamente 5 Km², siendo a travessada por el Río Grande de Matagalpa de Norte a Sur. Cuenta con pendientes entre las cotas de 480 y 420 m.s.n.m. (ENACAL, 2020).

Ciudad Darío se localiza entre las coordenadas 12°43'55" de Latitud Norte y 86°07'28" de Longitud Oeste. La ciudad es accesible por una carretera pavimentada que une con la carretera Panamericana Norte, distando a unos 12 Km. al sur de la ciudad de Sébaco y a 90 Km. de la ciudad de Managua (INETER, 2020).

Figura 2

Micro localización del proyecto



Nota. Fuente: Google earth.

2.3 Clima

El clima, según la clasificación de Bladimir Köppen, es de tipo de clima es de Sabana Tropical. El período más caluroso ocurre desde marzo hasta mayo y el más fresco desde diciembre hasta febrero (ENACAL, 2020, pág. 206).

La zona presenta valores de precipitación promedio anual del orden de los 800 hasta los 1000 mm por año. Para el periodo seco, se calculan precipitaciones mensuales del orden de los 100-200 mm. La Humedad Relativa (HR) oscila entre 2 hasta 8 % (ENACAL, 2020, pág. 207).

El confort climático es del tipo Muy Cálido Opresivo. La velocidad del viento tiene un valor promedio de 17 km/hora con dirección preferencial SO, con una nubosidad que se estima de baja a alta (80 %) (ENACAL, 2020, pág. 207).

En Ciudad Darío, la temporada de lluvia es opresiva y nublada; la temporada seca es húmeda, ventosa y parcialmente nublada y es muy caliente durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 19 °C a 34 °C y rara vez baja a menos de 17 °C o sube a más de 36 °C (Weather Spark, 2023).

2.4 Geología

La geológica del municipio de Ciudad Darío está conformada por una secuencia de materiales volcánicos que datan desde el Oligoceno Mioceno del Terciario (38 millones de años aproximadamente) hasta los materiales volcánicos más recientes del Cuaternario (ENACAL, 2020, pag.187).

2.5 Geomorfología

EL municipio de Ciudad Darío se caracteriza por una presentar una geomorfología compuesta de elementos, que entres sí, son bien contrastantes y los cuales son:

1. Planicies

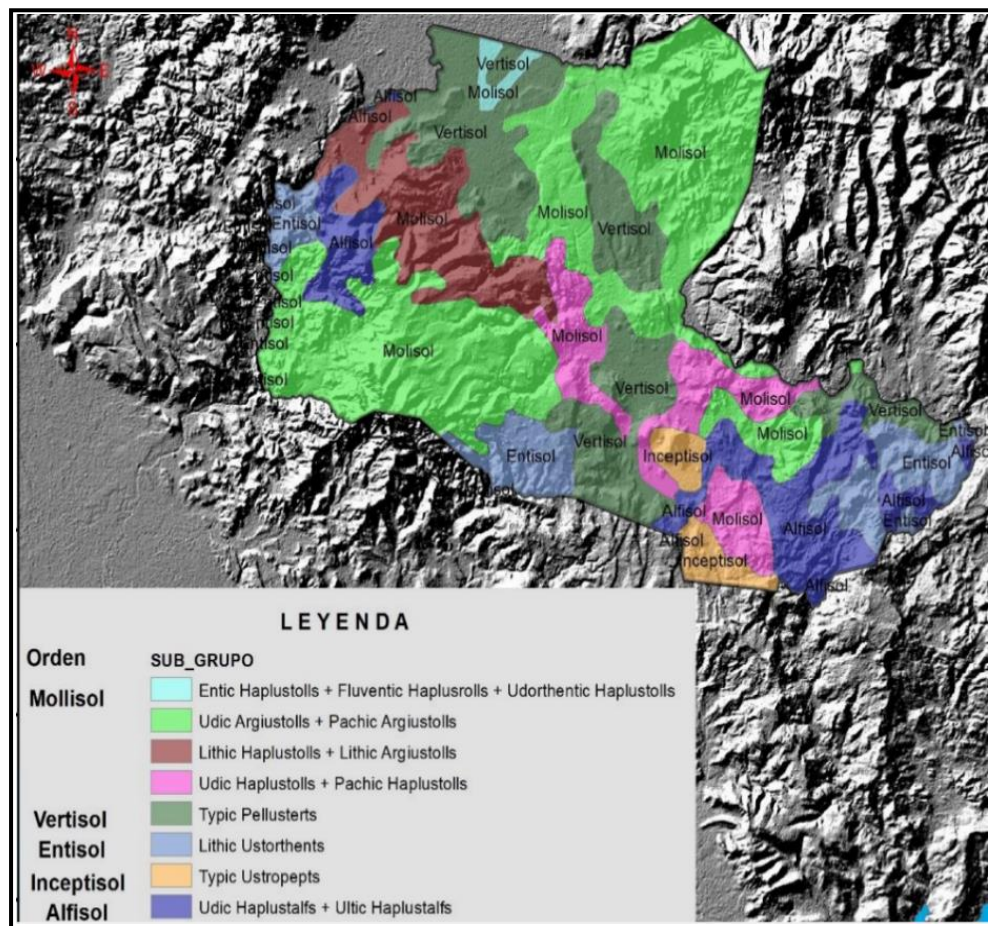
2. Zonas de cauces y relicto de Bosque de Galería.
3. Relieve de mesas
4. Sistema de Presas y Humedales
5. Sistema de cerros y Colinas con alturas menores a los 600 msnm.

2.6 Suelos

De acuerdo con la base de datos de INETER (2010), en el municipio se presentan varios ordenes de suelos: Mollisol, Vertisol, Entisol, Inceptisol y Alfisol.

Figura 3

Grupos de suelo en el Municipio de Ciudad Darío



Nota. Fuente: INETER

2.7 Hidrología

El Municipio de Ciudad Darío se ubican dentro de la Cuenca del Río Grande de Matagalpa, en la Subcuenca de Laguna de Mayuá-Las Playitas. Esta subcuenca tiene un área de 838,9 km², tiene una forma rectangular oblonga con salida lateral.

Tiene un largo de 34,4 km, un ancho de 28,3 km y un perímetro de 158,2 km. La pendiente promedio de la subcuenca es de 0,9 %, El índice de compacidad (Kc) es de 1,5; el Factor de forma (Ff) es de 0,61; la relación de forma de Horton (Arf) es de 0,7 y el índice de alargamiento es de 1,2 (ENACAL, 2020, pág. 199).

El río más importante es el Río Grande de Matagalpa, que en los límites del Municipio presenta una profundidad muy variable, velocidades del flujo en época de estiaje que varía desde 0,2 hasta 0,5 m/s, con dirección preferencial de la corriente NO-SE; conformando este río el más importante desde el punto de vista del ecosistema (ENACAL, 2020, pág. 200).

2.8 Factores Socioeconómicos

2.8.1 Población

De acuerdo con datos reflejados en la caracterización municipal elaborada por la Alcaldía Municipal de Ciudad Darío (2017), existen 37 Barrios en el Casco Urbano, totalizando una Población de 26,300 habitantes. Mientras que la población total del municipio es de 64,000 habitantes, compuesta por 32,078 hombres (50.13%) y 31,922 mujeres (49.87 %).

Según los datos históricos de población del municipio, hay un evidente y acelerado crecimiento de la población del municipio, de tal manera que el TAC global es de 3.78 para el año 2017; esto se descompone en un 5.16 % de crecimiento para la parte urbana y un 2.94 % del TAC para la parte rural, lo cual es comprensible y explicable, dado que existe una dinámica de migración de la parte rural a la parte

urbana, donde se supone que existen mejores condiciones de vida (ENACAL, 2020, pág. 229).

2.8.2 Nivel de Pobreza

Según los datos de pobreza de INIDE (2005), a nivel de municipio Ciudad Darío se encuentra en la escala de pobreza severa a pobreza alta; mientras que a nivel urbano prevalece la pobreza baja.

2.8.3 Nivel de Educación

El grado de escolaridad de los jefes de casa, resultó predominante en nivel primaria incompleta para Ciudad Darío, con un 21 % de asistencia; superior completo alcanzan un 14 % de asistencia. A pesar que no existe universidad en la localidad, la población va a los sitios donde existen las instituciones que ofrecen carreras para culminar sus estudios de pregrado (INIDE, 2015).

2.8.4 Caracterización Socioeconómica de la Zona

Según la caracterización municipal (2017), la principal actividad económica de Ciudad Darío es la comercial, generando más de 3,200 empleos. De acuerdo a la encuesta socioeconómica, el 30 % de los pobladores de Ciudad Darío, se dedican a actividades comerciales. El segundo grupo es la construcción con un 13 % y un tercer lugar el servicio doméstico con 5.7 %. El 22 % a la industria entre construcción e industria artesanal como ladrillería, talabartería, carpintería, zapatería, tortillerías, talleres de costura, entre otros. El turismo, con expectativa de crecimiento, se basa principalmente en la casa natal del Poeta y Príncipe de las letras castellanas Rubén Darío.

2.8.5 Empleo

En Ciudad Darío en el 70 % de los hogares encuestados, hay 1 ó 2 personas que trabajan, aportando de esa forma a la economía de la familia. El ingreso promedio

mensual, por hogar en Ciudad Darío, ronda entre 3,000 a 5,000 córdobas, para el 33% de los hogares encuestados.

2.8.6 Indicadores de Salud

De acuerdo con estadísticos más recientes del Ministerio de Salud (MINSA), las enfermedades más frecuentes sufridas por la población son de tipo crónicas, en orden de importancia se reportan: hipertensión arterial, enfermedades reumáticas, diabetes y epilepsia. Seguidamente se reportan incidencias de neumonía, tumores malignos, enfermedad renal crónica, insuficiencia hepática, VIH, entre otras (ENACAL, 2020, pág.230).

Las estadísticas del MINSA para el año 2016, refleja entre las enfermedades epidémicas que tienen relación con la problemática higiénico sanitario que aqueja a la ciudad, únicamente 1 caso de hepatitis en 1 año (2016) (ENACAL, 2020, pág. 231).

2.9 Servicios e Infraestructura Existentes

2.9.1 Índice Ejecutado Habitacional

La encuesta en el marco del proyecto, permitió definir que el número de habitantes por vivienda en Ciudad Darío es de 4.7 habitantes por vivienda (ENACAL, 2020, pág. 231).

2.9.2 Tratamiento de Aguas y Alcantarillado

Según información suministrada por ENACAL Filial Matagalpa, en Ciudad Darío Zona Urbana existen un total de 8,460 personas con conexión de aguas grises, lo cual representan el 24.6 % de cobertura de este servicio (ENACAL, 2020, pág. 231).

2.9.3 Caracterización de Aguas Residuales

En Ciudad Darío el mayor aporte de aguas residuales proviene del uso doméstico que consume la población, seguido del consumo de las instituciones y lugares públicos y finalmente otro porcentaje proveniente de los negocios (ENACAL, 2020, pág. 9).

Tabla 1

Caracterización de aguas residuales de Ciudad Darío

Parámetro	Unidades	Afluente
PH		7.39
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/l	250
Sólidos sedimentables	mg/l	11
Grasas y aceites	mg/l	112
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/l	480
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/l	700
Nitrógeno	mg/l	31
Fósforo total	mg/l	20
Coliformes fecales	mg/l	1.00E+08

Nota. ENACAL, 2020, pág. 162.

2.9.4 Manejo de Aguas Pluviales

En el casco urbano de Ciudad Darío, en la mayor parte de sus barrios tienen un buen manejo de las aguas pluviales. Una gran cantidad de calles tienen pavimento flexible o adoquín, con cunetas adecuadas para la conducción de las aguas pluviales, las cuales son conducidas hasta el sistema de cauces natural existente dentro y en los alrededores la ciudad (ENACAL, 2020, pág. 231).

2.9.5 Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos Municipales

El servicio de recolección de basura de Ciudad Darío, está a cargo de la Alcaldía municipal, el vertedero a cielo abierto está ubicado a sur- oeste de la ciudad. De acuerdo con informaciones verbales de la Encargada de Servicios Municipales de la Alcaldía de Ciudad Darío, se cuenta con el servicio de recolección de basura con una frecuencia semanal (cada 8 días). El recorrido de los camiones se hace en los sitios donde pueden acceder los camiones. Para realizar el recorrido en los diferentes barrios de Ciudad Darío, se cuenta con dos camiones volquetes, uno de 6 y otro de 12 toneladas (ENACAL, 2020, pág. 231).

Para el aseo de la parte central de la ciudad, están contratados 4 barrenderos, que poseen como equipo, palas, barril, escoba, carretilla. Estos operadores se encargan de mantener limpio el centro de la ciudad en los alrededores del parque central, catedral, alcaldía, mercado municipal y las cuadras del barrio Señor de los Milagros que se encuentran cercanas al centro. Otro sitio donde se promueve el aseo de las calles, es en la cercanía de la casa Natal del Poeta Rubén Darío (ENACAL, 2020, pág. 232).

2.9.6 Centros Educativos

De acuerdo con datos del MED, el Municipio de Ciudad Darío cuenta con 24 centros educativos de los cuales 20 atienden la enseñanza pública, 3 son privados subvencionados y 1 privado sin subvención. Del total de centros, 20 se localizan en el área urbana y 4 en el área semi – urbana; los cuales son atendidos por una carga docente de 261 y 28 docentes respectivamente.

2.9.7 Energía Eléctrica

De acuerdo con los resultados de la encuesta en el marco del proyecto, el 99 % de los encuestados en Ciudad Darío, expresaron que cuentan con dicho servicio.

2.9.8 Vías de Acceso y Transporte

La principal vía de acceso es la carretera Panamericana que conecta a Ciudad Darío, por el norte con los municipios de Sébaco y Matagalpa y por el sur con los municipios de Tipitapa y Managua.

CAPITULO III: MARCO TEÓRICO

3.1 Generalidades

A la hora de diseñar un sistema de aguas residuales domésticas se deben tener en cuenta todas las posibles influencias en el trazado de la red para conseguir un diseño óptimo que cumpla con los parámetros hidráulicos y requisitos sociales, económicos y medioambientales que deben incluirse en el diseño.

Se debe seguir la metodología y normativa desarrollada por la Guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales, autoridad reguladora de los servicios de agua potable y alcantarillado domiciliario de Nicaragua, para asegurar una calidad óptima, cantidad suficiente, continuidad, cobertura alta, razonable y protección del medio ambiente, así como lograr rentabilidad, permitiendo inversiones en el corto y mediano plazo, aumentando la eficiencia y eficacia del sistema y mejorando la calidad de vida de los nicaragüenses hoy y en el futuro, de manera sostenible.

3.2 Sistema de Alcantarillado

Un sistema de alcantarillado “consiste en una serie de tuberías y obras complementarias, necesarias para recibir y evacuar las aguas residuales de la población y escorrentía superficial producida por la lluvia” (Cualla, 1995, pág. 266).

3.3 Sistema de Alcantarillado Sanitario

Un sistema de alcantarillado sanitario “es la red generalmente de tuberías, a través de la cual se deben evacuar en forma rápida y segura las aguas residuales municipales hacia una planta de tratamiento y finalmente a un sitio de vertido donde no causen daños ni molestias” (SIAPA, 2014, p. 14).

De acuerdo a la Guía Técnica para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales (2004):

El sistema de Aguas Residuales está constituido por el conjunto de estructuras e instalaciones destinadas a recoger, evacuar, acondicionar y descargar las aguas usadas provenientes de un sistema de suministro de agua; así que los aportes de aguas que circulan por esas tuberías están casi en su totalidad constituidos por los consumos de aguas para fines domésticos, comerciales e industriales. (p.97)

Los Sistemas de Alcantarillado Sanitario pueden ser Convencionales o No Convencionales.

3.3.1 Sistema de Alcantarillado Sanitario Convencional (SASC)

El Alcantarillado convencional es un sistema tradicional de recolección ubicados en calles o avenidas que cuenta con redes de tuberías colectoras y pozos de visita hasta los sitios de disposición final (SIAPA, 2014, p. 4).

3.3.2 Pozos de Visita Sanitarios (PVS)

Los pozos de visita son estructuras que se utilizan en sistemas de drenaje (sanitario y pluvial) para interconectar las líneas de tubería y permitir su inspección y mantenimiento. Estas “son construidas sobre las tuberías, a cuyo interior se tiene acceso por la superficie de la calle” (CONAGUA, 2019, p. 42).

Los PVS “son estructuras que permiten la inspección, ventilación y limpieza de la red de alcantarillado. Se utilizan generalmente en la unión de varias tuberías y en todos los cambios de diámetro, dirección y pendiente” (SIAPA, 2014, p. 9).

Estos pozos “tienen forma cilíndrica en la parte inferior y troncocónica en la parte superior, son suficientemente amplios para darle paso a una persona y permite maniobrar en su interior “(ANA, 2021, p. 50).

3.3.2.1. Espaciamiento Máximo entre Pozos de Visita. Se determina que el espaciamiento máximo entre PVS deberá variar, de acuerdo con los métodos y equipos de mantenimiento disponibles, según la Guía Técnica para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales (2004):

Tabla 2

Espaciamiento máximo entre PVS

Tipo de equipo	Diámetro de la tubería (mm)	Separación máxima (m)
Equipo técnicamente avanzando	150 a 400	150
	450 y mayores	200
Con equipo tradicional	150 a 400	100
	450 y mayores	120

Nota. Elaboración propia.

3.4 Proyección de la Población

Una proyección de población es un cálculo que refiere el crecimiento aproximado previsto en el número de habitantes de un lugar para un año futuro dado. Con el fin de determinar la cantidad de aguas residuales a eliminar de una comunidad y definir el tipo de tratamiento de la población existente y futuras extensiones del servicio, que será fijado para un periodo económico de diseño.

Para proyectar la población se consideran el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE), Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL), Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL) y el Ministerio de Salud (MINSA); así como la información proveniente de las alcaldías municipales.

3.4.1 Método de Cálculo Geométrico para Proyecciones de la Población

Este método es más aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua. Se recomienda usar las siguientes tasas en base al crecimiento histórico.

La tasa de crecimiento a aplicar al proyecto debe ser sustentada sobre la base de estudios demográficos precedentes y censo actualizado de la localidad en estudio. En ningún caso será menor que 2,5%.

3.4.2 Periodos de Diseño

Es necesario fijar la vida útil de todos los componentes del sistema; debe definirse hasta qué punto estos componentes pueden satisfacer las necesidades futuras de la localidad; qué partes deben considerarse a construirse en forma inmediata y cuáles serán las previsiones que deben de tomarse en cuenta para incorporar nuevas construcciones al sistema.

Para lograr esto en forma económica, es necesario fijar los períodos de diseño para cada componente del sistema. El contenido de la tabla siguiente debe considerarse normativo para estos aspectos:

Tabla 3*Periodo económico para las estructuras de los sistemas*

Tipo de estructuras	Características especiales	Periodo de diseño/años
Colectores principales/Emisarios de descarga	Difíciles y costosos de agrandar	10 a 50
Tuberías secundarias hasta ϕ 375 mm		25 o más
Plantas de tratamiento de aguas servidas	Pueden desarrollarse por etapas. Deben considerarse las tasas de interés por los fondos a invertir.	10 a 25
Edificaciones y estructuras de concreto		50
Equipos de bombeo:		
a) De gran tamaño		15 a 25
b) Normales		10 a 15

Nota: Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales (2004, p. 11).

3.5 Dotaciones

Se afirma en la Guía de diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de Aguas Residuales (2004):

En el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario es el determinar la cantidad de agua que será recolectada y posteriormente tratada debidamente. Las aguas que se tratan en un sistema de alcantarillado

sanitario se constituyen de las servidas en el sistema de agua potable, aunque no toda el agua regresa al sistema. (pp. 7-8)

3.5.1 Valores Guías de Dotación para el Diseño de Consumo Doméstico

Estas dotaciones son aplicables a proyectos de estudios de rehabilitación y expansión de los sistemas de agua potable urbanos. Las dotaciones según la Autoridad Nacional del agua, ANA (2021) establece:

Tabla 4

Dotaciones de agua para poblaciones concentradas

Rango de población	Dotación lppd
Menor que 5,000	130
5,001– 10,000	140
10,001– 15,000	150
15,001 – 20,000	160
Mayor que 20,000	Usar formula

Para poblaciones mayores de 20 000 se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{DOTACIÓN} = 7,7082\text{Ln}(\text{Pd}) + 83,838$$

Donde:

Dotación expresada en litros por persona por día

Ln (Pd): Logaritmo natural de la población de diseño (Pd). (pp.14-15)

3.5.2 Valores Guías de Dotación para el Diseño de Consumo Comercial

Para el cálculo de los consumos comercial, público, institucional e industrial se usarán los porcentajes aplicados al consumo doméstico diario indicados en tabla siguiente proporcionados por la Autoridad Nacional del agua:

Tabla 5

Dotaciones de agua de consumo comercial

Consumo	Porcentaje
Comercial	7
Público o institucional	7
Industrial	2

Nota: Diseño de Abastecimiento de Agua Potable (ANA, 2021, p.16).

3.6 Dotaciones de las Aguas a Recolectar

3.6.1 Caudal de Infiltración (Q_{inf})

Para tuberías con juntas de mortero se les deberá asignar un gasto de 10,000 L/ha/día. Para tuberías con juntas flexibles se les deberá asignar un gasto de 5000 L/ha/día. Para tuberías plásticas 2L/hora/100 m de tubería y por cada 25 mm de diámetro.

3.6.2 Caudal Medio (Q_m)

El gasto medio de aguas residuales domésticas se deberá estimar igual al 80% de la dotación del consumo de agua.

3.6.3 Caudal Mínimo de Aguas Residuales (Q_{min})

El gasto mínimo en las alcantarillas es un quinto del caudal medio.

3.6.4 Caudal Máximo de Aguas Residuales ($Q_{Máx}$)

El gasto máximo de aguas residuales domésticas se deberá determinar utilizando el factor de relación de Harmon. El factor de relación deberá tener un valor no menor de 1.80 ni mayor de 3.00.

3.6.5 Caudal de Diseño (Q_d)

Si el área a servir tuviera más de uno de los usos antes señalados, los caudales de aguas residuales se deberán estimar como la suma de las contribuciones parciales por uso, debiéndose efectuar el diseño de los tramos de alcantarillado en base del aporte calculado para cada uso, y no usando el valor promedio por área unitaria.

3.7 Hidráulica de las Alcantarillas

Las alcantarillas son aquellas que “transportan líquidos residuales con material orgánico y esta va cambiando con el correr del tiempo, en función de la acción de los microorganismos presentes en el líquido residual” (Orellana, 2005, p.1).

3.7.1 Fórmula y Coeficiente de Rugosidad

El cálculo hidráulico de las alcantarillas se deberá hacer en base al criterio de la tensión de Arrastre (tensión tractiva) y a la fórmula de Manning. Es permitido el uso de diferentes clases de tuberías, tomando en cuenta su funcionalidad, los costos, mantenimiento y operación de estas dentro del sistema.

Tabla 6

Coeficiente de rugosidad “n” de Manning para tuberías más corrientes

Material	Coeficiente “n”
Concreto	0.013
Polivinilo (PVC)	0.009
Polietileno (PE)	0.009
Asbesto-Cemento (AC)	0.010
Hierro galvanizado (H°G°)	0.014
Hierro galvanizado (H°F°)	0.012
Fibra de vidrio	0.010

Nota: Guía Técnica para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales (2004, p. 13).

3.7.2 Diámetro Mínimo

El diámetro mínimo de las tuberías deberá ser de 150 mm (6 pulgadas aprox), tomando en cuenta el tipo de red de alcantarillado.

3.7.3 Pendiente Longitudinal Mínima

Para que una red de alcantarillado sanitario funcione en estado óptimo, se tiene que considerar una pendiente mínima, con el fin de proveer una velocidad mínima de arrastre de sedimentos y garantizar el flujo por gravedad.

La Guía Técnica para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales establece que:

La pendiente longitudinal mínima deberá ser aquella que produzca una velocidad de auto lavado, la cual se podrá determinar aplicando el criterio de la Tensión de Arrastre (Tensión Tractiva).

Se recomienda un valor mínimo de $f = 1 \text{ Pa}$. (2004, p.13)

3.7.4 Pérdida de Carga Adicional

Para todo cambio de alineación sea horizontal o vertical se incluirá una pérdida de carga igual a $0.25 (Vm)^2 / 2g$ entre la entrada y la salida del pozo de visita sanitario (PVS) correspondiente, no pudiendo ser en ninguno de los casos, menor de 3 cm.

3.7.5 Cambio de Diámetro

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

3.7.6 Ángulos entre Tuberías

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

3.7.7 Cobertura entre Tuberías

En el diseño se deberá mantener una cobertura mínima sobre la corona de la tubería en toda su longitud de acuerdo con su resistencia estructural, que facilite el drenaje de las viviendas hacia las recolectoras. Si por salvar obstáculos o por circunstancias muy especiales se hace necesario colocar la tubería a profundidades inferiores a 1.2 m, la tubería será encajonada en concreto simple con un espesor mínimo de 0.15 m alrededor de la pared exterior del tubo.

3.7.8 Ubicación de las Alcantarillas

En las vías de circulación dirigidas de Este a Oeste, las tuberías se deberán ubicar al Norte de la línea central de la vía. En las vías de circulación dirigidas de Norte a Sur, las tuberías se deberán ubicar al Oeste de la línea central de la vía. En caso de pistas de gran anchura se deberán colocar dos líneas, una en cada banda de la pista. Las alcantarillas deberán colocarse debajo de las tuberías de agua potable y con una separación mínima horizontal de 1.50 m.

3.7.9 Conexiones Domiciliares

Se establece en la Guía Nacional para el diseño de alcantarillado sanitarios (2004) que:

Las tuberías que conectan las descargas de agua residual de las edificaciones, desde la caja de registro, hasta las tuberías recolectoras del alcantarillado sanitario, son denominadas conexiones domiciliarias. Ellas deberán instalarse por debajo de las tuberías del acueducto, inclusive de las tuberías intradomiciliarias. Su diámetro mínimo deberá ser de 100 mm, para viviendas unifamiliares. Para el caso de hoteles, hospitales, colegios, etc., su diámetro se podrá determinar considerando la cantidad de artefactos sanitarios y aplicando el método de Hunter para obtener el caudal de descarga. La pendiente mínima podrá estar entre 1 y 2% dependiendo de la profundidad de la recolectora. Cuando la recolectora se encuentre a gran profundidad se puede utilizar una tubería vertical envuelta en concreto, llamada chimenea, que termina a una profundidad adecuada por debajo de 20 de la superficie y la domiciliar de la edificación se conectará al ramal por la parte superior de la chimenea. (p.15)

3.8 Sistemas de Tratamientos de Aguas Residuales (STAR)

“Las Aguas residuales pueden eliminarse por métodos químicos, físicos y biológicos. En el caso de las operaciones físicas, se aplican fuerzas físicas, tales operaciones pueden emplear el uso de rejas, mezclado, floculación, sedimentación y filtración” (Cruz y Espinoza, 2022, p. 21).

3.9 Tratamiento Preliminar de las Aguas Residuales

“El pretratamiento está formado por todos aquellos procesos que se sitúan al inicio del sistema de depuración, y cuya función esencial consiste en eliminar sólidos gruesos (piedras, ramas, plásticos, etc.), grasas y arenas que pueden dañar o interferir en los procesos posteriores” (García Serrano, 2008, p. 33).

Se puede afirmar que este tratamiento “es el proceso de eliminación de aquellos constituyentes de las aguas residuales, que pudieren interferir con los procesos subsecuentes del tratamiento” (Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales, 2004, p. 57).

Los tratamientos preliminares son destinados a preparar las Aguas residuales para que puedan recibir un tratamiento subsiguiente, sin perjudicar los equipos mecánicos y sin obstruir tuberías y causar depósitos permanentes en tanques.

Sirven también para minimizar algunos efectos negativos al tratamiento tales como grandes variaciones de caudal y la presencia de materiales flotantes como aceites, grasas y otros. (Baldizón, 1999, p. 198)

3.9.1 Rejillas

Se usan comúnmente para tratar las aguas servidas domésticas y son recomendadas en la mayoría de las industrias ya que su función es la de atrapar sólidos mayores, las rejillas pueden ser de limpieza manual o mecánica. Según el tamaño de las aberturas (barras) se clasifican como rejillas gruesas o finas. La longitud de la rejilla de limpieza manual no debe exceder de lo que pueda rastrillarse fácilmente a mano. En la parte superior de la rejilla debe proveerse una placa de drenaje o placa perforada para que los objetos rastrillados puedan almacenarse temporalmente para su escurrimiento. Por su gran importancia, la velocidad de aproximación deberá ser de 0.45 m/s a caudal promedio. Las barras de la rejilla no deberán ser menores de 1 cm de anchura por 5 cm de profundidad. (Guía Técnica para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales, 2004, p. 58)

3.9.2 Desarenadores

La Guía Técnica para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales describe que:

La función de los desarenadores es remover arena, grava, cenizas, partículas u otro material sólido pesado que tenga velocidad de asentamiento o peso específico bastante mayor que el de los sólidos orgánicos putrescibles de las aguas residuales

Los desarenadores de flujo horizontal, para aguas residuales, se diseñan para una velocidad horizontal de flujo aproximadamente igual a 30

cm/s. Dicha velocidad permite el transporte de la mayor parte de partículas orgánicas del agua residual a través de la cámara y tiende a resuspender el material orgánico sedimentado, pero permite el asentamiento del material inorgánico pesado. En la práctica, para facilidad de construcción se usan desarenadores de sección trapezoidal, aproximada a la sección de diseño parabólica. Generalmente los desarenadores para aguas residuales se diseñan para remover todas las partículas de diámetro mayor de 0.20 mm. (2004, pág. 59)

3.9.3 *Trampas de Grasas y Aceites*

Son tanques pequeños de flotación donde la grasa sale a la superficie y es retenida mientras el agua aclarada sale por una descarga inferior. No lleva partes mecánicas y el diseño es similar al de un tanque séptico.

3.9.4 *Medidores de Flujo*

La medición de caudales (gastos) en cualquier sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas o industriales es de gran importancia, por consiguiente, deberán poseer dispositivos para la medición de caudal, tanto en la entrada como a la salida. Son unidades de bajo costo, en relación con el costo total de la obra y suministran datos importantes para la operación de los sistemas de tratamiento. (Guía Técnica para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales 2004, p. 67)

3.9.5 Medidor Parshall

El medidor Parshall está incluido entre los medidores de flujo crítico es de fácil construcción, presenta la ventaja de depender de sus propias características hidráulicas, una sola determinación de carga es suficiente, la pérdida de carga es baja, posee sistema de auto limpieza que hace que no haya obstáculos capaces de provocar formación de depósitos, por lo tanto, es el más recomendable para medir caudales de aguas residuales sin tratar. Se deberá colocar a continuación del desarenador. (Guía Técnica para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales, 2004, p. 67)

3.10 Tratamiento Primario de las Aguas Residuales

3.10.1 Tanque Imhoff

“El tanque Imhoff es un sistema de tratamiento anaeróbico de dos pisos, en el que la sedimentación se produce en el compartimiento superior y la digestión de los sólidos sedimentados en el inferior” (Guía Técnica para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales, 2004, p. 79).

3.11 Tratamiento Secundario de las Aguas Residuales

Este tratamiento tiene como propósito “completar el proceso de tal modo que se evacúe el 90% de los contaminantes, bacterias y otros microorganismos. El oxígeno en el aire acelera el crecimiento de microorganismos útiles que consumen la materia orgánica dañina en el agua residual” (Belzona Inc, 2010, pág. 18).

3.11.1 Humedales

Los humedales, naturales o artificiales, son sistemas de tratamiento acuático en los cuales se usan plantas y animales para el tratamiento de aguas residuales.

3.11.2 Humedal de flujo Sub-Superficial

El humedal de flujo sub- superficial es una unidad de tratamiento que consiste en una cama de arena y grava, plantada con macrófitas acuáticas, en la mayoría de los casos con la caña común o carrizo (ENACAL, 2020, p. 66).

Toda la cama es recubierta por una membrana impermeable para evitar filtraciones en el suelo.

La guía de para el diseño de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales define que para el diseño del humedal se asume que el humedal está dividido en cuatro secciones:

- Zona de entrada: Para la distribución del caudal.
- Zona inicial de tratamiento: Se asume que ocupe el 30% del área de tratamiento total. Se considera una conductividad hidráulica equivalente al 1% de la conductividad en condiciones limpias.
- Zona final de tratamiento: Se asume que ocupe el 70% del área de tratamiento total. Se considera una conductividad hidráulica equivalente al 10% de la conductividad en condiciones limpias.
- Zona de Salida: Para la captación del agua que se transporta a través del humedal.

Figura 4

Componentes del balance hidráulico del humedal de flujo subsuperficial.



Nota. Fuente: IV Diseño Hidráulico, Diseño Estructural y Plan de Sostenibilidad de obras PISASH – ENACAL (2019).

3.11.3 Lagunas de Maduración

Las lagunas de maduración tienen como objetivo primordial la eliminación de bacterias patógena y coliformes fecales en el efluente del agua residual. Sin embargo, este tipo de lagunas contribuye también en la reducción de la materia orgánica y nutriente (ENACAL, 2020, p. 68). Estas lagunas operan siempre al menos como lagunas secundarias, es decir, como mínimo el agua residual ha pasado otro tratamiento antes de ser introducida en ellas.

3.11.4 Lechos de Secado

Los lechos de secados son sistemas empleados para la deshidratación y secado de los lodos provenientes de las plantas de tratamiento de aguas residuales, sin embargo, a nivel de diseño generalmente se construyen con base en la disposición de terreno, sin tener en cuenta determinados parámetros para dar real solución al problema de deshidratación de lodos. (Alzalte Leal, 2021, p. 9)

CAPITULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Fase N°1. Exploratoria

4.1.1 *Recopilación de Información*

Inicialmente se programó una reunión para plantear el proyecto a diseñar y garantizar el respaldo de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios en lo que compete a la recolección de información necesaria para el desarrollo del proyecto monográfico. De esta visita se obtuvo acceso al Estudio de Impacto Ambiental “Mejoramiento y Ampliación del sistema de Alcantarillado Sanitario de Ciudad Darío y Las Calabazas, departamento de Matagalpa”

Posteriormente, se nos facilitó información sobre la red de alcantarillado sanitario existente detallada en los Antecedentes del documento, la cual no contempla un sistema de alcantarillado sanitario para los barrios de Villa Hermosa, Finlandia, Luz Marina y Metapa ubicados al norte del municipio de Ciudad Darío, mismos que forman parte de la propuesta de diseño del proyecto monográfico.

Adicional se programó otra reunión con la jefatura de área técnica de la Alcaldía Municipal de Ciudad Darío. Reunión de la cual obtuvimos Plano Catastral y Censo poblacional de Ciudad Darío. La alcaldía Municipal facilitó a través de las visitas de campo que realizamos, el levantamiento topográfico, con el cual se procederá a verificar las condiciones del terreno como también la verificación de plano topográfico, el uso actual de suelo y áreas de expansión.

Asimismo, se procedió al estudio de las normas existentes que rigen el diseño de alcantarillado sanitario en el país.

4.2 Fase N°2. Fase Técnica

4.2.1 Determinación de Normas que Aplican al Diseño a Realizar

Para el diseño de la red de alcantarillado sanitario y la planta de tratamiento se utiliza la metodología establecida en la Guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON 09 007-19 de la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

El decreto 21-2017 es el Reglamento en el que se establecen las disposiciones para el vertido de aguas residuales. Previo al cálculo de cantidad de aguas residuales (Caudales) se estudió el decreto considerando los siguientes artículos:

Artículo 14. De las descargas a las redes de alcantarillado sanitario.

Artículo 15. Prohibición de verter en las redes de alcantarillado sanitario.

Artículo 17. Obligaciones para las actividades económicas.

Artículo 18. Obligaciones para las descargas de aguas residuales crudas o pretratas.

Artículo 19. Responsabilidades de las empresas que suscriben contratos con las empresas operadoras del servicio de alcantarillado sanitario.

Artículo 22. Rangos y valores máximos permisibles par los vertidos a la Red de Alcantarillado Sanitario. (Ver Tabla 38 en anexos)

Artículo 23. Parámetros. En cada caso particular, cada industria deberá tratar sus aguas residuales. Los parámetros a pre-tratar son: Sólidos, aceites y grasas, pH y metales pesados.

La planta de tratamiento deberá cumplir con los siguientes parámetros:

Tabla 7

Artículo 25. Rangos y valores máximos permisibles para los vertidos de las aguas residuales provenientes de los sistemas de tratamiento del Alcantarillado Sanitario

Parámetro	Rangos y Valores Máximos permisibles
Ph	6-9
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	100
Sólidos sedimentables (ml/l)	1
Aceites y grasas Totales (mg/l)	20
DBO ₅ (mg/l)	110
DQO (mg/l)	220
Nitrógeno Total (mg/l)	45
Fósforo Total (mg/l)	15

Nota. Decreto 21-2017, Reglamento en el que se establecen las disposiciones para el vertido de aguas residuales.

4.2.2 Definición de las Propiedades que Conforman el Diseño de Redes de Alcantarillado Sanitario

4.2.2.1. Trazado de la red. Se identifica el área de estudio y verifica la topografía del terreno, posterior a ello, se procede al trazado de la red de recolección, procurando que los flujos se muevan por gravedad. Los pozos de visita sanitarios se ubican de acuerdo con los parámetros de distancia permisible y cambio de alineación establecidos por la Guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Se definen los colectores principales ubicados en dirección de Norte a Sur por las condiciones topográficas del sitio considerando su drenaje por gravedad; teniendo

en cuenta el aporte de caudales menores que reciben de los colectores secundarios ubicados en dirección de Este a Oeste basados en la relación del tirante máximo no fue necesario aumentar el diámetro en las tuberías que componen los colectores principales dado que cumplen con el criterio establecido. Ver plano lámina No.4 dirección de flujo y lámina No. 05 planta general de tubería colectora

4.2.2.2. Profundidad de la Tubería. Se deberá tener un recubrimiento mínimo sobre la corona de la tubería de: 0.40 m en fondo de lotes o servidumbre de pase, 0.60 m en andenes y 1.10 m en áreas traficadas, siempre que no haya interferencia con otras infraestructuras.

Se establece en la Guía de diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de Aguas Residuales (2004):

Debe localizarse la tubería de agua potable por encima de la red de aguas negras. Cuando las redes de Alcantarillado Sanitario y Agua Potable se intercepten en cruces de calles y avenidas, deberá desviarse la tubería de Agua Potable, de manera que ésta descansa sobre la red de aguas negras, a fin de evitar su contaminación.

En caso contrario, si en cruces de calles y avenidas la red de Alcantarillado Sanitario pasa obligatoriamente sobre la tubería de Agua Potable, ésta deberá protegerse con una losa de concreto de 3,000 psi y de 15 cm de espesor. (p.87)

4.2.2.3. Localización de la red y numeración de pozos de visitas. La orientación de la red de recolección se realiza según convención urbanística, que indica que la tubería de aguas residuales debe instalarse de Norte a Sur, en la banda Oeste. Los pozos son ubicados a una distancia no mayor de 100 m y en cualquier cambio de dirección presentado en la configuración de las vías.

4.2.3 Estudio del Levantamiento Topográfico y Cálculos Correspondientes, Previos al Diseño

Se analizó el levantamiento topográfico del área en estudio previo al diseño y realización de los cálculos que corresponden a las pendientes de cada tramo en el sector.

4.2.4 Proyección y Tasa de Crecimiento Geométrico de la Población

La fórmula para determinar la proyección de población, mediante el Método geométrico según la Autoridad Nacional del agua (2021) es la siguiente:

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

Ecuación 1: Proyección poblacional geométrica.

En donde:

P_n: Población proyectada al año “n” (hab)

P_o: Población inicial (hab)

r: Tasa de crecimiento (notación decimal)

n: intervalo de tiempo años (p. 12)

$$r = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

Ecuación 2: Tasa de crecimiento anual de la población

En donde:

r: Tasa de crecimiento (notación decimal)

P1: Población inicial (hab)

P2: Población final (hab)

n: intervalo de tiempo años

4.2.5 Caudal de Infiltración

Para tuberías plásticas por cada 25 mm de diámetro:

$$Q_{I=} = \frac{2 * d}{360000}$$

Ecuación 3: Caudal de Infiltración

En donde:

QInf: Caudal de infiltración (l/s)

d: diámetro de la tubería (in)

4.2.6 Caudal Medio

Para la estimación de este caudal se utilizó una dotación de 130 l/hab/día.

$$Q_{med} = \frac{0.8 * P * D}{86400}$$

Ecuación 4: Caudal medio

En donde:

Qmed: Caudal medio (l/s)

P: Población (hab)

D: Dotación (l/hab/día)

4.2.7 Caudal Mínimo

$$Q_{\min} = \frac{1}{5} * Q_{\text{med}}$$

Ecuación 5: Caudal mínimo

En donde:

Q_{mín}: Caudal mínimo (l/s)

Q_{med}: Caudal medio (l/s)

4.2.8 Factor de Harmon

Para el cálculo del caudal máximo se debe calcular el factor de Harmon, el cual debe estar entre 1.8 y 3.

$$FH = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P/1000}}$$

Ecuación 6: Factor de Harmon

En donde:

FH: Factor de Harmon

P: Población (hab)

4.2.9 Caudal Máximo

$$Q_{\max} = FH * Q_{\text{med}}$$

Ecuación 7: Caudal máximo

En donde:

Q_{máx}: Caudal máximo (l/s)

Q_{med}: Caudal medio (l/s)

H: Factor de Harmon

4.2.10 Caudal de Diseño

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

Ecuación 8: Caudal de diseño

En donde:

Q_d: Caudal de diseño (l/s)

Q_{máx}: Caudal máximo (l/s)

Q_{inf}: Caudal de infiltración (l/s)

Q_{com}: Gasto comercial (l/s)

Q_{ind}: Gasto industrial (l/s)

Q_{int}: Gasto institucional o público (l/s)

4.2.11 Fórmula de Manning para Velocidad de Flujo

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Ecuación 9: Fórmula de Manning para velocidad de flujo

En donde:

V: Velocidad de Flujo(m/s)

R: Radio Hidráulico (m)

S: Pendiente (m/m)

n: Coeficiente de Manning ($s/m^{\frac{1}{3}}$)

$$R = \frac{A_m}{P_m}$$

Ecuación 10: Radio Hidráulico

En donde:

R: Radio Hidráulico (m)

Am: Área mojada (m)

Pm: Perímetro mojado (m)

4.2.12 Ecuaciones para tuberías con sección llena

$$R = \frac{D}{4}$$

Ecuación 11: Radio Hidráulico a tubería llena

En donde:

R: Radio Hidráulico (m)

D: diámetro (m)

$$V = \frac{1}{n} * \left(\frac{D}{4}\right)^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Ecuación 12: Velocidad de flujo a tubería llena

En donde:

V: Velocidad de Flujo(m/s)

D: diámetro (m)

S: Pendiente longitudinal (m/m)

n: Coeficiente de Manning ($s/m^{\frac{1}{3}}$)

$$Q = \frac{\pi * D^2}{4} * \frac{1}{n} * \left(\frac{D}{4}\right)^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Ecuación 13: Caudal a tubería llena

En donde:

V: Velocidad de Flujo(m/s)

D: diámetro (m)

S: Pendiente (m/m)

n: Coeficiente de Manning ($s/m^{\frac{1}{3}}$)

4.2.13 Ecuaciones para tuberías con sección parcialmente llena

Para conocer las condiciones de escurrimiento, se calculó la relación entre el caudal de diseño del tramo y el caudal a tubo lleno (q/Q), de donde se obtiene las relaciones de tirante (d/D), velocidad (v/V) y radios hidráulicos (rh/Rh), utilizados en el cálculo del tirante, velocidad y tensión de arrastre en el conducto.

$$\theta = 2\arccos\left(1 - \frac{2h}{D}\right)$$

Ecuación 14: Ángulo central en grados sexagesimales

En donde:

θ : Angulo (*Radianes*)

D: diámetro (*m*)

h: tirante en tubería (*m*)

4.2.14 Tensión de Arrastre

Se recomienda un valor mínimo de tensión de arrastre de 1 pascal, esta se calcula:

$$f = W R S$$

Ecuación 15: Tensión de arrastre

En donde:

f: Tensión de arrastre (*Pa*)

W: Peso específico del líquido (N/m^3)

R: Radio hidráulico a gasto mínimo (*m*)

S: Pendiente mínima (*m/m*)

4.2.15 Diseño de Redes de Alcantarillado Sanitario en Software Civil 3D según lo establecido en Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales

Se define la ubicación de los pozos de visita y se realiza el trazado de la red colectora de aguas residuales, así mismo la propuesta de niveles invert de entrada y niveles invert de salida en cada PVS, de manera que tengan una altura de 1.20 m mínimo teniendo en consideración la naturaleza del terreno en el área de estudio, asegurando que la red colectora de aguas residuales mantenga una profundidad que permita cumplir con los parámetros hidráulicos que corresponden para su buen funcionamiento.

4.2.16 Diseño del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales

Se diseñó el sistema de tratamiento siguiendo los parámetros establecidos en la normativa nacional.

La guía técnica de diseño define diferentes tratamientos de aguas residuales, entre los que están:

- Tratamiento preliminar de aguas residuales.
- Tratamiento primario de aguas residuales.
- Tratamiento secundario de aguas residuales.
- Tratamiento terciario de aguas residuales.

El sistema de tratamiento escogido debe alcanzar los parámetros establecidos en el decreto 21-2017 publicado en el diario La Gaceta. Este decreto indica los porcentajes permisibles para el vertido de aguas tratadas a su lugar de disposición final.

Tabla 8*Tipos de tratamientos de aguas residuales*

Preliminar	Primario	Secundario	Terciario
Rejas	Sedimentación (tanque séptico)	Filtros Anaerobios	Biofísicos
Tamices	Coagulación	Reactor UASB	Lechos bacterianos
Cajas de Arena	Digestión y secado de lodos	Lodos Activados	Lagunas de maduración
Trituración	Sistemas compactos (Tanque Imhoff)	Zanjas de oxidación	Humedales (lagunas de macrófitos)
Retenedores de grasas		Filtros percoladores	Sistemas de aplicación al suelo en general
Homogenizadores		Filtración lenta y rápida	Biofiltros, filtros, ultrafiltración y desinfección.
Preliminar	Primario	Secundario	
Reguladores de Caudal	Sistemas compactos (Tanque Imhoff)	Lagunas de estabilización (Facultativas, aerobias, anaerobias)	
Aireación preliminar		Lagunas de macrófitos Lechos de carbón Biofísicos Sedimentación secundaria Cloración	

Nota: Elaboración propia tomando los datos de la Guía Técnica para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales, 2004.

4.2.17 Ubicación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales

Para determinar la ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales se utilizó la NTON 05 027-05 Norma Técnica Obligatoria para Regular los Sistemas de Tratamiento de las aguas residuales y su reuso, en la que se establece en el acápite 6 los criterios para la ubicación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales. (Ver tabla 39 en anexos)

4.2.18 Eficiencia de Remoción de los Diferentes Procesos de Tratamientos

Para el diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales se estudió La Norma Técnica Obligatoria para Regular los Sistemas de Tratamiento de las aguas residuales y su reuso (NTON 05 027-05) que establece la eficiencia de remoción de los procesos de tratamientos en el Cuadro 3, acápite 9. (Ver tabla 40 en anexos)

4.2.19 Ecuaciones para el diseño del tratamiento preliminar

$$\frac{n * Q_d}{\sqrt{S}} = b * H_{m\acute{a}x} \left(\frac{b * H_{m\acute{a}x}}{b + 2H_{m\acute{a}x}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Ecuación 16: Tirante máximo en canal de entrada

En donde:

$H_{m\acute{a}x}$: Tirante máximo (m)

Q_d : Caudal de diseño (m^3/s)

n : Coeficiente de Manning ($s/m^{\frac{1}{3}}$)

b : Ancho del canal (m)

S : Pendiente (m/m)

$$\frac{n * Q_{med}}{\sqrt{S}} = b * H_{med} \left(\frac{b * H_{med}}{b + 2H_{med}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Ecuación 17: Tirante medio en canal de entrada

En donde:

H_{med} : Tirante medio (m)

Q_{med} : Caudal medio (m^3/s)

n : Coeficiente de Manning ($s/m^{1/3}$)

b : Ancho del canal (m)

S : Pendiente (m/m)

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{Q_d}{b * H_{m\acute{a}x}}$$

Ecuación 18: Velocidad máxima en canal de entrada

En donde:

$V_{m\acute{a}x}$: Velocidad máxima (m/s)

Q_d : Caudal de diseño (m^3/s)

b : Ancho del canal (m)

$H_{m\acute{a}x}$: Tirante máximo (m)

$$V_{med} = \frac{Q_d}{b * H_{med}}$$

Ecuación 19: Velocidad media en canal de entrada

En donde:

V_{med} : Velocidad media (m/s)

Q_{med} : Caudal medio (m^3/s)

b : Ancho del canal (m)

H_{med} : Tirante medio (m)

$$V_{med} = \frac{Q_d}{b * H_{med}}$$

Ecuación 20: Velocidad media en canal de entrada

En donde:

V_{med} : Velocidad media (m/s)

Q_{med} : Caudal medio (m^3/s)

b: Ancho del canal (m)

H_{med}: Tirante medio (m)

$$A = b * H_{\text{máx}}$$

Ecuación 21: Área total del agua en canal de entrada

En donde:

A: Área mojada total (m²)

b: Ancho del canal (m)

H_{máx}: Tirante máximo (m)

$$L = \frac{BL + H}{\text{seno}(\text{ángulo})}$$

Ecuación 22: Longitud de rejilla

En donde:

L: Longitud de la rejilla (m)

H: Tirante de agua en canal de rejilla (m)

BL: Borde libre (m)

Ángulo: Ángulo con respecto a la horizontal (m)

$$nb = \frac{b - c}{c + db}$$

Ecuación 23: Número de barras o rejillas

En donde:

nb: Número de rejillas (*adimensional*)

b: Ancho del canal (m)

c: Separación entre rejillas (m)

db: Diámetro de las barras (m)

$$Ar = nb * db * H$$

Ecuación 24: Área que ocupan las rejillas

En donde:

Ar: Área de rejillas (m^2)

nb: Número de rejillas (*adimensional*)

h: Altura del agua en el canal (m)

db: Diámetro de las barras (m)

$$V_r = \frac{Q}{A - A_r}$$

Ecuación 25: Velocidad a través de las rejillas

En donde:

Vr: Velocidad a través de las rejillas (m/s)

Ar: Área de rejillas (m^2)

Q: Caudal en el canal (m^3)

A: Área mojada en canal (m^2)

$$h_l = \frac{V_r^2 - V_a}{2g}$$

Ecuación 26: Pérdida hidráulica en rejillas

En donde:

hl: Pérdida hidráulica en rejillas (m/s)

Vr: Velocidad a través de las rejillas (m/s)

Va: Velocidad antes de las rejillas (m/s)

g: Aceleración de gravedad (m/s^2)

$$h_v = \frac{V_a^2}{2g}$$

Ecuación 27: Energía de velocidad del flujo de aproximación

En donde:

hv: Energía de velocidad del flujo de aproximación (m)

Va: Velocidad antes de las rejillas (m/s)

g: Aceleración de gravedad (m/s^2)

$$h = \beta * \left(\frac{db}{c}\right)^{\frac{4}{3}} * hv * \text{sen}(\text{ángulo})$$

Ecuación 28: Pérdida hidráulica en rejillas por Kirschmer

En donde:

h: Pérdida hidráulica en rejillas (m/s)

β : Factor de forma de las barras

hv: Energía de velocidad del flujo de aproximación (m)

c: Separación entre rejillas (m)

db: Diámetro de las barras (m)

Ángulo: Ángulo con respecto a la horizontal (m)

$$At = \frac{Q}{Vh}$$

Ecuación 29: Área transversal del desarenador

En donde:

At: Área transversal (m²)

Q: Caudal de diseño (m³/s)

Vh: Velocidad horizontal del desarenador (m/s)

$$Hd = \frac{Q}{B * Vh}$$

Ecuación 30: Altura de agua en el desarenador

En donde:

Hd: Altura de agua en el canal (m)

Q: Caudal de diseño (m³/s)

Vh: Velocidad horizontal del desarenador (m/s)

B: Ancho del desarenador (m)

$$L = \frac{Q}{Cs * B}$$

Ecuación 31: Longitud del desarenador

En donde:

L: Longitud del desarenador (m)

Q: Caudal de diseño (m³/s)

B: Ancho del desarenador (m)

Cs: Carga superficial (m³/m²s)

$$R = \frac{B * Hd}{B + 2Hd}$$

Ecuación 32: Radio Hidráulico en el desarenador

En donde:

R: Radio Hidráulico (m)

B: Ancho del desarenador (m)

Hd: Altura de agua en el canal (m)

$$S = \left(\frac{Vh * n}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

Ecuación 33: Pendiente en el desarenador

En donde:

S: Pendiente (m/m)

Vh: Velocidad horizontal del desarenador (m/s)

R: Radio Hidráulico (m)

n: Coeficiente de Manning (s/m ^{$\frac{1}{3}$})

$$hd = S * L$$

Ecuación 34: Perdidas en el desarenador

En donde:

hd: Pérdidas del desarenador (m)

S: Pendiente (m/m)

L: Longitud del desarenador (m)

$$T_s = \frac{H_d}{V_s}$$

Ecuación 35: Tiempo de sedimentación de la partícula.

En donde:

Ts: Tiempo de sedimentación de la partícula (s)

Hd: Altura de agua en el desarenador (m)

Vs: Velocidad de sedimentación (m/s)

$$T_d = \frac{L}{V_h}$$

Ecuación 36: Tiempo de desplazamiento

En donde:

Td: Tiempo de desplazamiento de la partícula (s)

L: Longitud del desarenador (m)

Vh: Velocidad horizontal (m/s)

$$V_s = C_R * T_R * Q$$

Ecuación 37: Volumen sedimentado

En donde:

VS: Volumen sedimentado (m³)

Q: Caudal de diseño (m³/s)

CR: Cantidad de material retenido l/m³)

TR: Tiempo de retención para limpieza (s)

4.2.20 Canaleta Parshall

Cuando se usan desarenadores de flujo horizontal, la velocidad de flujo debe permanecer constante en el desarenador; para lograr mantener esta velocidad constante, a flujos variables, se debe colocar un dispositivo de control hidráulico.

La canaleta Parshall es uno de los dispositivos de control de velocidad y una ventaja de su uso es que la pérdida de carga es mucho menor que la pérdida de carga con vertedores proporcionales.

4.2.21 Ecuaciones para Canaleta Parshall

$$H_b = \left(\frac{Q}{K} \right)^{1/n}$$

Ecuación 38: Lectura en 2/3 de A

En donde:

H_b: Carga piezométrica o lectura en $\frac{2}{3}$ de A (m)

Q: Caudal de diseño (m³/s)

K y n: Valores numéricos establecidos en tabla 13

$$W_c = \frac{2}{3} * (D - W) + W$$

Ecuación 39: Ancho de garganta en el punto H_b

En donde:

W_c: Ancho de garganta en el punto H_b (m)

D: Ancho de la entrada de la sección convergente (m)

W: Ancho de garganta (m)

$$V_b = \frac{Q}{W_c * H_b}$$

Ecuación 40: Velocidad en el punto H_b

En donde:

Vb: Velocidad en Hb (m/s)

Q: Caudal de diseño (m³/s)

Wc: Ancho de garganta en el punto Hc (m)

Hb: Carga piezométrica o lectura en $\frac{2}{3}$ de A(m)

$$H_a = \left(\frac{Q_{\min}}{K} \right)^{1/n}$$

Ecuación 41: Carga piezométrica en tramo contraído

En donde:

Ha: Carga piezométrica en tramo contraído (m)

Qmín: Caudal mínimo (m³/s)

K y n: Valores numéricos establecidos en tabla 29 en anexos

$$\frac{H_a}{H_b} < 60\%$$

Ecuación 42: Ahogamiento

En donde:

Ha: Carga piezométrica en tramo contraído (m)

Hb: Carga piezométrica o lectura en $\frac{2}{3}$ de A(m)

$$q = \frac{Q}{W}$$

Ecuación 43: Caudal específico

En donde:

q: Caudal específico (m²/s)

Q: Caudal de diseño (m³/s)

W: Ancho de garganta (m)

$$H_c = \frac{V_b^2}{2g} + H_b + \frac{M}{4}$$

Ecuación 44: Carga total en la sección Wc

En donde:

Hc: Carga total (m)

Vb: Velocidad en Hb (m/s)

Hb: Carga piezométrica o lectura en $\frac{2}{3}$ de A(m)

g: Aceleración de gravedad (m/s^2)

M: Longitud de la transición de entrada (m)

$$\theta = \cos^{-1} \left[\frac{-q * g}{\left(\frac{2}{3} * g * H_c \right)^{1.5}} \right]$$

Ecuación 45: Ángulo

En donde:

θ : Ángulo (rad)

Hc: Carga total (m)

g: Aceleración de gravedad (m/s^2)

q: Caudal específico (m^2/s)

$$V_1 = 2 * \left[\left(\frac{2 * g * H_c}{3} \right)^{0.5} * \cos \left(\frac{\theta}{3} \right) \right]$$

Ecuación 46: Velocidad de agua antes del resalto

En donde:

V1: Velocidad de agua antes del resalto (m/s)

θ : Ángulo (rad)

Hc: Carga total (m)

g: Aceleración de gravedad (m/s^2)

$$H1 = \frac{q}{V1}$$

Ecuación 47: Altura de agua antes del resalto

En donde:

H1: Altura de agua antes del resalto (m)

V1: Velocidad de agua antes del resalto (m/s)

q: Caudal específico (m²/s)

$$F = \frac{V1}{\sqrt{H1 * g}}$$

Ecuación 48: Número de Froude

En donde:

F: Número de Froude

H1: Altura de agua antes del resalto (m)

V1: Velocidad de agua antes del resalto (m/s)

g: Aceleración de gravedad (m/s²)

$$H2 = \frac{H1}{2} * (\sqrt{1 + 8F^2} - 1)$$

Ecuación 49: Altura de agua en el resalto

En donde:

H2: Altura en el resalto (m)

F: Número de Froude

H1: Altura de agua antes del resalto (m)

$$V2 = \frac{Q}{W * H2}$$

Ecuación 50: Velocidad en el resalto

En donde:

V2: Velocidad en el resalto (m/s)

Q: Caudal de diseño (m³/s)

H2: Altura en el resalto (m)

W: Ancho de garganta (m)

$$H3 = H2 - (N - K)$$

Ecuación 51: Altura de agua en la salida del canal

En donde:

H3: Altura de agua en la salida del canal (m)

H2: Altura en el resalto (m)

N: Profundidad de la cubeta

K: Diferencia de la elevación entre la salida y la cresta (m)

$$V3 = \frac{Q}{C * H3}$$

Ecuación 52: Velocidad en la sección de salida

En donde:

V3: Velocidad en la salida (m/s)

Q: Caudal de diseño (m³/s)

H3: Altura de agua en la salida del canal (m)

C: Ancho de la salida (m)

$$Hf = \frac{(H2 - H1)^3}{4 * H2 * H1}$$

Ecuación 53: Pérdidas

En donde:

Hf: Pérdidas (m)

H1: Altura de agua antes del resalto (m)

H2: Altura en el resalto (m)

4.2.22 Cálculos para el Tratamiento Primario

Tanque Imhoff

$$A = \frac{Q_m}{C_s}$$

Ecuación 54: Área del sedimentador

En donde:

A: Área del sedimentador (m^2)

Q_m : Caudal medio (m^3/s)

C_s : Altura en el resalto ($m^3/m^2/s$)

$$V_s = Q_m * TR$$

Ecuación 55: Volumen del sedimentador

En donde:

V_s : Volumen del sedimentador (m^3)

Q_m : Caudal medio (m^3/s)

TR: Tiempo de retención (s)

$$A_s = \sqrt{\frac{A}{r}}$$

Ecuación 56: Ancho del sedimentador

En donde:

A_s : Ancho del sedimentador (m)

A: Área del sedimentador (m^2)

r: Relación largo/ancho (Ver anexo, tabla 47)

$$L_s = A_s * r$$

Ecuación 57: Largo del sedimentador

En donde:

Vs: Volumen del sedimentador (m^3)

Ls: Largo del sedimentador (m)

As: Ancho del sedimentador (m)

r: Relación largo/ancho (Ver anexo, tabla 47)

$$Vg = \frac{70 * Pob * Fcr}{1000}$$

Ecuación 58: Volumen del digestor

En donde:

Vd: Volumen del digestor (m^3)

Pob: Población (*hab*)

Fcr: Factor de capacidad relativa

$$Lv = \frac{Qd}{Chv}$$

Ecuación 59: Longitud del vertedero

En donde:

Lv: Longitud del vertedero (m)

Qd: Caudal de diseño (m^3/s)

Chv: Carga sobre vertedero efluente ($m^3 / m * s$)

$$C = \frac{86400 * Qm * SS}{1000}$$

Ecuación 59: Carga de solidos que ingresan al sedimentador

En donde:

C: Solidos que ingresan al sedimentador (m)

Qd: Caudal medio (m^3/s)

Ss: Solidos en afluente (mg/l)

$$Msd = 0.325 * C$$

Ecuación 60: Masa que conforman los sólidos

En donde:

C: Sólidos que ingresan al sedimentador (m)

Msd: Masa que conforman los sólidos ($Kg * ss/día$)

$$Vl = \frac{Msd}{\rho l * \%solidos}$$

Ecuación 61: Masa que conforman los sólidos

En donde:

Vl: Volumen diario digeridos de lodos (l/día)

Msd: Masa que conforman los sólidos ($Kg * ss/día$)

ρl : Densidad de lodos (kg/l)

$$Ve = \frac{Vl * Td}{1000}$$

Ecuación 62: Volumen de lodos a extraerse

En donde:

Ve: Volumen de extracción (m^3)

Vl: Volumen diario digeridos de lodos (l/día)

Td : Tiempo de digestion (días)

$$Ats = \frac{Ve}{Hl}$$

Ecuación 62: Área superficial de lecho

En donde:

Ats: Área superficial (m^2)

Ve: Volumen de extracción (m^3)

Hl: Altura de lecho de secado (m)

4.2.23 Cálculos para el Tratamiento Secundario

Humedales de flujo sub superficial (Biofiltros)

$$C_e = C_o e^{-K \cdot T}$$

Ecuación 63: Concentración del efluente

En donde:

Ce: Concentración en efluente (mg/l)

Co: Concentración en afluente (mg/l)

K: Constante de remoción (d^{-1})

T: Periodo de retención (d)

$$K_{20} = 1.839 * (37.31 * p^{4.172})$$

Ecuación 64: Constante de biodegradación a 20°C

En donde:

K20: Constante de biodegradación (d^{-1})

p: Porosidad del medio filtrante

$$K = K_{20}(1.06^{T_a - 20})$$

Ecuación 65: Constante de remoción

En donde:

K: Constante de remoción (d^{-1})

K20: Constante de biodegradación (d^{-1})

Ta: Temperatura de agua en el mes más frío (°C)

$$A_{su} = \frac{Q_m * \ln(C_{o_{DBO}}/C_{e_{DBO}})}{K * Prf * p}$$

Ecuación 66: Constante de remoción

En donde:

Asu: Area superficial requerida para humedal (m²)

Qm: Caudal medio (m³/s)

p: Porosidad del medio filtrante

Prf: Profundidad del medio filtrante (m)

K: Constante de remoción (d^{-1})

$$Trh = \frac{Asu * Prf * p}{Qm}$$

Ecuación 67: Tiempo de retención hidráulica del humedal

En donde:

Trh: Tiempo de retención hidráulica (días)

Asu: Area superficial requerida para humedal (m^2)

Qm: Caudal medio ($m^3/día$)

p: Porosidad del medio filtrante

Prf: Profundidad del medio filtrante (m)

$$Ch = \frac{Qm}{Asu}$$

Ecuación 68: Carga orgánica

En donde:

Ch: Carga hidráulica ($m^3/hab\ día$)

Asu: Area superficial requerida para humedal (m^2)

Qm: Caudal medio ($m^3/día$)

$$Ah = \sqrt{\frac{Asu}{l/a}}$$

Ecuación 69: Ancho del humedal

En donde:

Ah: Ancho del humedal (m)

Asu: Area superficial requerida para humedal (m^2)

$\frac{l}{a}$: Relación largo ancho

$$L = Ah * l/a$$

Ecuación 70: Largo del humedal

En donde:

L: Largo del humedal (m)

Ah: Ancho del humedal (m)

$\frac{l}{a}$: Relación largo ancho

CAPITULO V: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

5.1 Periodo de Diseño

El periodo de diseño de este proyecto es de 20 años considerando los parámetros establecidos en la tabla 3. Este periodo especifica cuanto tiempo el proyecto podrá cubrir las necesidades de la zona para la cual ha sido pensado.

5.2 Proyección de la Población

5.2.1 Población de Diseño

Se calculó la tasa de crecimiento poblacional a través de los datos de los Anuarios del INIDE, el cual arrojó una tasa de crecimiento menor a lo establecido en la norma nacional NTON 09 007-19.

Tabla 9

Resumen de cantidad de personas por año en Ciudad Darío

Población	Anuario estadístico del INIDE			Tasa de crecimiento	
	2012	2016	2022	2012-2016	2016-2022
Urbana	21,273	22,266	23,327	1.14%	0.77%
Rural	28,757	29,797	30,736	0.89%	0.51%
Total	50,030	52,063	54,063	1%	0.63%

Nota: Datos de los Anuarios estadísticos del INIDE (2012,2016,2022).

Dado a que la tasa calculada es menor, se establece una tasa de crecimiento anual del 2.5%, se utilizó el método de crecimiento geométrico, dicha herramienta es adecuada para el cálculo de poblaciones futuras en ciudades que están en un constante desarrollo y es el de mayor uso en Nicaragua. La población proyectada resultó de 4,680 habitantes para el año 2043 distribuyéndose de la manera mostrada en la tabla 10.

Tabla 10*Resultados de población de diseño por año*

Tasa de crecimiento r (2.5%)	Población
2023	2856 hab
2028	3231 hab
2033	3656 hab
2038	4136 hab
2043	4680 hab

Nota: Elaboración propia

5.3 Cantidad de Agua Residual

5.3.1 Dotación de Agua

Una vez conocida la población de diseño, se procedió a calcular el Q domiciliar, para ello se utilizó la tabla 4 Dotaciones de agua para poblaciones concentradas, capítulo III del ANA. La dotación para la zona en estudio sería de 130 Lppd.

5.3.2 Caudal Doméstico

Conociendo el valor de dotación, se obtuvo como resultado un Q domiciliar para nuestro último año del periodo de diseño de 7.04 l/s.

5.3.3 Consumo Comercial, Industrial y Público

Se definió el consumo comercial, industrial y público utilizando la tabla 5 de dotaciones de consumo comercial (ANA, 2021, p.16), en ella se establecen porcentajes, para cada uno de los anteriores, en base al Q domiciliar.

$Q_{\text{comercial}}$: 0.49 l/s

$Q_{\text{público}}$: 0.49 l/s

$Q_{\text{industrial}}$: 0.14 l/s

5.3.4 Gasto de Infiltración (Q_{inf})

El gasto de infiltración, “para tuberías plásticas será de 2L/hora/100m y por cada 25 mm de diámetro” (ANA, 2004, pág. 9). Para una longitud de tubería de 6” de 5,744.89 y una longitud de 8” de 1,018.30, el caudal de infiltración es de:

$$Q_{inf}: 2.27 \text{ l/s}$$

5.3.5 Gasto Medio (Q_m)

El gasto medio es de 5.63 l/s y se estima como el 80% de la dotación del consumo de agua, (ANA, 2004, pág. 9).

5.3.6 Gasto Mínimo de Aguas Residuales (Q_{min})

El caudal mínimo es igual al que representa el flujo pico que se produce de la descarga de un inodoro sanitario (INAA, 2013, pág. 12), por consiguiente:

$$Q_{min}: 1.13 \text{ l/s}$$

5.3.7 Gasto Máximo de Aguas Residuales ($Q_{máx}$)

El caudal máximo calculado con el factor de Harmon es igual a:

$$Q_{max}: 16.9 \text{ l/s}$$

5.3.8 Gasto de Diseño (Q_d)

El caudal de diseño para nuestro sistema ha sido calculado de la suma de los caudales anteriormente obtenidos.

$$Q_d = 18.25 \text{ l/s}$$

5.3.9 Diseño de la Red de Alcantarillado

El diseño de la red de alcantarillado del municipio Ciudad Darío, Matagalpa es de tipo convencional utilizando tubería F-949, con diámetros de 150 mm y 200 mm con una cobertura del 100%.

En el proceso de elaboración de la red se tomaron en cuenta 2 factores: Topografía y zona de tratamiento de aguas.

La topografía fue un factor muy importante en el diseño ya que en base a esta se procuró que el sistema opere por gravedad, de manera que fuera posible el transporte de las aguas a las áreas definidas para el tratamiento de las aguas residuales antes de su vertido. El diseño para implementar en los barrios Villa Hermosa, Finlandia, Metapa y Luz Marina del casco urbano de Ciudad Darío está basado a las especificaciones de las guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales del ANA, que es la norma de referencia nicaragüense.

5.4 Parámetros de Diseño Hidráulico

5.4.1 *Pendiente Mínima y Máxima*

La pendiente mínima y máxima resultantes del diseño propuesto fueron 0.62% y 6.34% respectivamente, los cuales garantizan el drenaje de las aguas residuales en las tuberías colectoras.

5.4.2 *Velocidad Mínima y Máxima*

Los valores de velocidades mínima y máxima calculadas para el diseño fueron 0.61 m/s y 1.49 m/s respectivamente, los cuales cumplen con el criterio de garantizar la autolimpieza en las tuberías.

5.4.3 *Tensión Tractiva*

Para el cálculo hidráulico de la red se tomó en cuenta el factor de cumplimiento de la tensión de arrastre, la cual no deberá ser menor que 1 Pascal, los valores de tensión tractiva mínima y máxima para el diseño propuesto fueron de 1.09 Pascal y 6.69 Pascal, garantizando así que toda materia sedimentable sea arrastrada durante su trayecto por la tubería.

5.4.4 Tirante Máximo

El tirante máximo (conocido como la capacidad de llenado) se establece que no deberá ser mayor del 75% del diámetro total de la tubería, con lo cual, se ha cumplido en el sistema propuesto.

5.5 Dimensionamiento

5.5.1 Diámetro

De acuerdo con lo establecido en las guías técnicas del ANA, el diámetro de tubería nunca deberá ser menor a 150 mm (6"). Para ello se utilizó tubería de 6", de igual forma en los tramos que la capacidad de llenado excedía el 75% se decidió ensanchar el diámetro a 8" respectivamente.

5.5.2 Material

El material para utilizar en tuberías y accesorios será PVC F-949. Dado que este presenta un coeficiente de Manning relativamente bajo de 0.009, lo que indica menos problemas por fricción.

5.6 Dispositivos de Inspección

5.6.1 Distancia Máxima

Tomando los parámetros establecidos es la norma nacional de diseño de alcantarillado sanitario, la separación máxima entre pozos de visita no deberá ser mayor a los 100 m, con equipo tradicional.

5.6.2 Profundidad Mínima

La altura mínima y máxima es de 1.22 m y 4.31 m, cumpliendo con el criterio establecido en guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamientos de aguas residuales.

5.7 Modelado y Análisis de la Red de Alcantarillado

El proceso de modelado y análisis hidráulico de la red de alcantarillado propuesta fue realizado haciendo uso de Civil 3D para el procesamiento de la información topográfica y trazado de la red de alcantarillado sanitario, Google Earth como auxilio en la georreferenciación e identificación de principales estructuras además de la valoración del terreno con las imágenes satelitales.

5.7.1 Hoja de Cálculo

El uso del programa de cómputo Microsoft Excel fue imprescindible al momento de registrar y realizar los cálculos numéricos de la red de alcantarillado (caudales, resumen de información, relaciones y parámetros hidráulicos, cálculos hidráulicos y resúmenes de diseño), de esta manera se procesó y corroboró el diseño realizado a través de Civil 3D, obteniendo resultados satisfactorios constatando que los parámetros de diseño se cumpliera en todos en cada uno de los tramos de la red de alcantarillado.

El diseño y análisis de la red de alcantarillado resultó en un total de 115 tramos de tuberías y 97 Dispositivos de visita sanitario, cumpliendo con todos y cada uno de los parámetros de diseño mencionado anteriormente.

Los resultados completos del diseño se encuentran en la Tabla 32 en los Anexos.

5.8 Diseño del Sistema de Tratamientos de Aguas Residuales

El diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales para el sector 1 de Ciudad Darío consiste en la combinación de tecnologías convencionales: Pretratamiento + Tanque Imhoff + Biofiltro. Para la elección de este sistema de tratamiento se verificó la combinación de sistemas en Norma técnica NTON 05 027-05.

5.9 Tratamiento Preliminar

El tratamiento preliminar inicia con un canal de aproximación hacia las rejillas, seguido de un desarenador y finalizando con una Canaleta Parshall.

5.9.1 Canal de Entrada

El tratamiento preliminar está conformado por rejillas colocadas en un canal de aproximación de 0.5 m de ancho, 0.67 m de altura, un tirante hidráulico máximo de 0.05 m con una pendiente de 0.005 m/m.

Tabla 11

Resultados de cálculos del diseño de canal de entrada

Canal de entrada			
Descripción	Cantidad	Unidades	Criterio
Ancho del canal:	0.5	m	0.2m – 0.30 m CEPIS
Altura del canal:	0.67	m	
Borde Libre:	0.3	m	
Pendiente:	0.005	m/m	
Coeficiente de Manning:	0.013		
Tirante hidráulico:	0.054	m	
Área de agua en el canal:	0.027	m ²	
Perímetro mojado:	0.608	m	
Radio hidráulico:	0.044	m	
Velocidad máxima de aproximación hacia las rejillas:	0.676	m/s	0.4-0.75 m/s CEPIS

Nota. Elaboración propia

5.9.2 Rejas para Sólidos Medios

Las rejillas evitan el paso de sólidos que representen un problema para los procesos de tratamiento posteriores. Se proponen rejillas circulares con limpieza manual, de 12.5 mm de diámetro (1/2 pulgada), instalada con una inclinación de

60° con respecto a la horizontal y espaciamiento libre entre barras (C) de 30 mm. El caudal máximo que pasará por las rejas es de 0.0056 m³/s).

Tabla 12

Resultados de cálculos del diseño de rejillas

Descripción	Rejillas		Criterio
	Cantidad	Unidades	
Factor de forma de las barras:	1.79		Circular
Diámetro de las barras:	0.0125	m	5-15 mm
Separación entre barras:	0.03	m	25-50 mm
Ángulo con la horizontal:	60	°	45-60
Ancho total de las rejas:	0.5	m	Igual que el canal de aproximación
Altura de las rejas:	0.67	m	
Número de barras:	10		
Velocidad máxima entre barras:	0.89	m/s	0.6-0.9 m/s
Velocidad media entre barras:	0.59	m/s	0.4-0.75 m/s
Pérdidas de carga (Velocidad):	0.024	m	<0.15
Pérdidas de carga (Kirschmer):	0.013	m	<0.15
Longitud de rejilla sumergida:	0.0624	m	
Longitud total de rejilla:	0.7736	m	

Nota. Elaboración propia

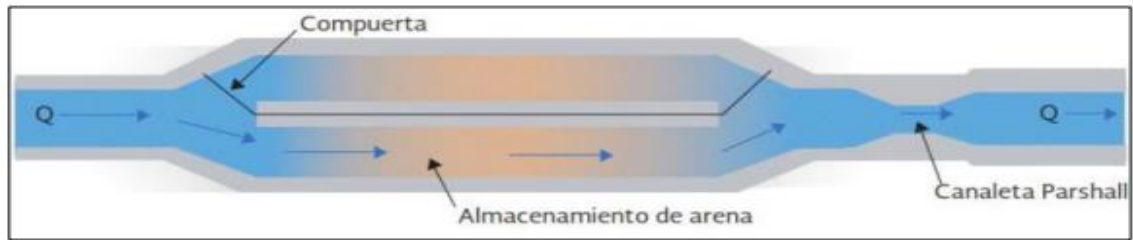
5.9.3 Desarenador

El diseño establece dos unidades de desarenador de concreto con un periodo de retención de 2 horas, un tirante de 0.122 m, una velocidad de sedimentación de 0.02m/s y velocidad horizontal de 0.3 m/s, el ancho es de 0.5 m y una longitud de 3.75 m.

Este desarenador está diseñado para tener una capacidad de sedimentación de 0.69 m³ en un periodo de 15 días.

Figura 5

Diagrama de flujo del desarenador horizontal.



Nota. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (2015).

Tabla 13

Resultados de cálculos del desarenador de flujo horizontal

Cálculos para desarenador			
Descripción	Cantidad	Unidades	Criterio
Área transversal del canal desarenador	0.061	m ²	
Tirante del canal:	0.122	m	
Área de la superficie del desarenador:	1.25	m ²	
Longitud teórica del canal:	2.5	m	L:5*b NTON
Incremento por turbulencia:	1.25	m	IL:0.5*b CEPIS
Longitud total del canal	3.75	m	
Radio hidráulico:	0.08	m	
Pendiente:	0.0004	m/m	
Pérdidas en el desarenador:	0.0016	m	
Altura del desarenador:	0.82	m	
L/H	28.7	15 ≤ L/h ≤ 30	CUMPLE
Zona de lodos			
Volumen sedimentado:	0.69	m ³	CUMPLE
Tiempo de sedimentación:	5.9	s	CUMPLE
Tiempo de desplazamiento:	12.5	s	CUMPLE
Altura propuesta de tolva:	0.4	m	
Volumen propuesto de tolva:	0.75	m ³	0.75>0.69

Nota. Elaboración propia.

5.9.4 Canaleta Parshall

La selección de la canaleta se hace en función del caudal que pasará por ella. Para un caudal máximo de 18.23 l/s, se ha seleccionado una canaleta con un ancho de garganta de 15.2 cm (6 pulgadas).

Tabla 14

Dimensiones para Canaleta Parshall

Descripción	Cantidad	Unidades
Ancho del canal:	0.5000	m
Ancho de garganta:	0.25	m
Ancho de garganta seleccionado:	0.1520	m
A	0.6210	m
2/3 A	0.4140	m
Wc	0.3153	m
B	0.6090	m
C	0.3940	m
D	0.3970	m
E	0.6100	m
F	0.3050	m
G	0.6100	m
K	0.0760	m
N	0.1140	m
R	0.4060	m
M	0.3050	m
P	0.9020	m
X	0.0510	m
Y	0.0760	m
K	0.3810	m
N	1.5800	m

Nota. Elaboración propia.

Tabla 15*Resultados de cálculos de Canaleta Parshall*

Descripción	Cantidad	Unidades	Criterio
Carga piezométrica en Wc:	0.146	m	
Velocidad en Wc:	0.39	m/s	
Carga piezométrica en tramo contraído:	0.025	m	
Ahogamiento:	17%	m/m	<60%
Carga total en la sección Wc:	0.23	m	
Caudal específico en W:	0.12	m ³ /m*s	
Ángulo:	1.57	rad	
Velocidad antes del resalto:	2.5	m/s	2.5-3 m/s
Altura de agua antes del resalto:	0.05	m	
Número de Froude:	3.56		Supercrítico
Altura de agua en el resalto:	0.22	m	0.5 m < 0.22 m
Velocidad en el resalto:	0.54	m/s	
Altura de agua en la salida del canal:	0.18	m	
Velocidad en la sección de salida:	0.25	m/s	
Pérdidas:	0.12	m	

Nota. Elaboración propia.

5.9.5 Eficiencia del tratamiento preliminar**Tabla 16***Eficiencia del tratamiento preliminar*

Parámetro	Cantidad Afluente	Cantidad en Efluente	Porcentaje eliminado	Decreto 21-2017
Sólidos suspendidos totales (SST)	250	212.50	15%	100
Sólidos sedimentables	11	9.35	15%	1
Grasas y aceites	112	95.20	15%	20

Nota. Elaboración propia.

5.9.6 Tratamiento primario: Tanque Imhoff

Se proyecta la construcción de dos tanques Imhoff para una proyección de población hasta el 2043. Dado que la población de diseño del sector 1 de Ciudad Darío es de 4,680 habitantes, se seleccionó el tanque Imhoff como tratamiento primario debido a que es ideal para comunidades menor a 5,000 habitantes ya que es de simple operación y no requiere de partes mecánicas.

El diseño para ambos tanques Imhoff se realizó utilizando el caudal medio de aguas residuales de 0.0056 m³/s. El espaciamiento libre entre la pared del digestor y el sedimentador se le conoce como área de ventilación o cámara de natas, esta área no es mayor al 30% del área de todo el tanque y tendrá un borde libre de 0.25 m. El compartimiento de almacenamiento y digestión de lodos es diseñado con el factor de capacidad relativa y el tiempo de digestión, los factores dependen de la temperatura en el mes más frío del sitio. En este caso la temperatura es de 25°C.

Tabla 17

Parámetros generales de diseño para tanques Imhoff

Descripción	Cantidad	Unidades	Criterio
Caudal de diseño:	0.018	m ³ /s	
Caudal medio:	0.005	m ³ /s	
Sólidos en suspensión Afluente:	212.5	mg/l	
Demanda bioquímica de oxígeno Afluente:	480	mg/l	Caracterización Ciudad Darío
Coliformes fecales en el afluente:	1.0E+08	NMP/100ml	
Demanda química de Oxígeno	700		
% de remoción de DBO:	0.5		NTON 05 027-05
% de remoción coliformes:	0.90		
% de remoción de DQO:	0.5		

Nota. Elaboración propia.

Tabla 18*Diseño de tanque Imhoff*

Cálculos Tanque Imhoff			
Descripción	Cantidad	Unidades	Criterio
Sedimentador			
Carga superficial	1.2	m ³ /m ² h	1-1.7
Carga sobre el vertedero Efluente	16	m ³ /m h	7-25
Tiempo de retención	2	h	2-4
Pendiente de fondo	1.25	3:2	5:4-7:4
Longitud/Ancho	5	4:1	2:1-5:1
Proyección horizontal del saliente	25	Cm	15-30
Área del sedimentador	16.90	m ²	
Volumen total de sedimentación	40.56	m ³	
Ancho del sedimentador	1.84	m	
Longitud del sedimentador	9.20	m	
H1(Altura triangular del sedimentador)	1.15	m	
H2(Altura rectangular del sedimentador)	1.83	m	
Altura total de sedimentador	3.42	m	
Área total de sedimentador:	4.41	m ²	
Velocidad de flujo horizontal:	0.0012	m/s	CUMPLE
Zona de ventilación			
Borde libre:	0.45	m	0.45-0.6
Superficie en % del total	27.8	%	15-30
Anchura de abertura	0.6	m	0.45-75
Cámara de digestión			
Temperatura del agua	25	°C	
Factor de capacidad relativa	0.5		CEPIS
Tiempo de retención de lodos	30	días	
Pendiente mínima del fondo(V/H)	0.500	01:02	
Carga hidráulica sobre el vertedero	384.00	m ³ /m*día	
Longitud de cada cámara	4.60	m	
Volumen por cámara	163.80	m ³	
Base Mayor de cámara de Lodos	3.54	m	
Base Menor de cámara de Lodos	1.00	m	
Área en zona trapezoidal	0.64	m	
h1 Altura del digestor	0.90	m	
Volumen 1 del digestor	9.78	m ³	
h2 Altura del digestor	4.73	m	
Volumen 2 del digestor	154.02	m ³	
Altura total del digestor	5.63	m	
Altura total del tanque	9.36	m	7.25-9.5

Nota. Elaboración propia

5.9.7 Tratamiento de Lodos

Los lodos provenientes de los tanques Imhoff pasarán a dos unidades de lecho de secado, con dimensiones de 5 m de ancho y 5 m de largo, una profundidad de 0.4 m.

Tabla 19

Diseño y resultados de cálculos de lecho de secado

Lechos de secado				
Descripción	Cantidad	Unidades	Criterio	
Densidad de los lodos:	1.0400	kg/l	CEPIS	
Sólidos contenidos en los Lodos	10%	%	CEPIS	
Altura de lecho	0.40	m	CEPIS	
Carga de sólidos que ingresa al sedimentador:	103.43	kg/ss*día		
Masa de sólidos que conforman los sólidos:	33.61	kg/ss*día		
Volumen diario de lodos digeridos:	323.21	l/día		
Volumen de lodos a extraer del Tanque:	9.70	m ³		
Área del lecho de secado:	24.24	m ²		
Ancho del lecho de secado Asumido:	5.0	m	Asumido	
Largo del lecho de secado:	5.0	m		

Nota. Elaboración propia.

5.9.8 Eficiencia del tratamiento primario

Tabla 20

Remoción del tratamiento primario

Descripción	Cantidad Afluente	Cantidad en Efluente	Porcentaje Eliminado	Permisible Decreto 21-2017
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	212.5	42.5	80%	100
DBO ₅ (mg/l)	480	240	50%	110
DQO (mg/l)	700	350	50%	220
Coliformes Fecales (NMP/100ml)	1.0E+08	1.0E+07	90%	1000

Nota. Elaboración propia.

5.9.9 Tratamiento Secundario

Para el tratamiento secundario del agua residual del sector 1 de Ciudad Darío, se ha seleccionado el humedal artificial de flujo sub-superficial, mejor conocido como biofiltro de flujo horizontal. Esta unidad de tratamiento es muy recomendada para poblaciones menores a 6000 habitantes, por su gran eficiencia en la remoción de materia orgánica y nutriente.

5.9.10 Humedal de flujo sub-superficial

Se determinó realizar 2 biofiltros de 53.4 m de ancho y 84 m de largo, con una profundidad media de 1.025 m. El afluente recibido en los biofiltros del efluente del tanque Imhoff se conducirán por medio de tubería enterrada hacia el humedal.

Tabla 21

Parámetros de diseño para Biofiltro 1

Parámetros para Biofiltro			
Descripción	Cantidad	Unidades	Criterio
Coliformes fecales en el afluente	1.00E+07	NMP/100ml	
Solidos en suspensión	42.5	mg/l	
Demanda bioquímica de oxígeno Afluente	240.00	mg/l	
Porosidad	0.40		
Conductividad hidráulica	10000.00	m/d	
Temperatura mínima en Ciudad Darío	22	°C	
Temperatura de agua en el mes más frío:	25.6	°C	
Caudal medio	486.72	m3/dia	
Profundidad de Humedal	0.75	m	CEPIS
Pendiente en el fondo	0.005	m/m	
Altura del agua	0.6	m	
Relación largo/ancho	1.5		NTON
Altura de borde libre	0.2	m	
Espesor de tierra superficial	0.1	m	0.05-0.15

Nota. Elaboración propia.

Tabla 22*Resultados diseño de Biofiltro N°1*

Cálculos Biofiltro 1		
Descripción	Cantidad	Unidades
Constante de Biodegradación de la Materia Orgánica a 20°C	1.5	d ⁻¹
Constante de Reacción de Primer Orden a Temperatura Ambiente:	2.07	d ⁻¹
Área superficial requerida:	4276.37	m ²
Tiempo de retención hidráulica:	2.64	días
Carga Orgánica:	27.32	KgDBO/ha*día
Carga hidráulica:	0.113	m ³ /m ² *ha*d
Geometría		
Área Superficie unitaria	4276.36	m ²
Caudal unitario	486.72	m ³ /día
Área Vertical	9.7344	m ²
Altura del agua	0.6	m
Ancho unitario	53.4	m
Largo unitario	80.1	m
Tiempo de retención:	5.27	días
Espesor de lecho filtrante en la entrada del biofiltro	0.55	m
Profundidad del humedal en la entrada del biofiltro	0.85	m
Espesor de lecho filtrante en la salida del biofiltro	0.95	m
Profundidad del humedal en la salida del biofiltro	1.25	m
Margen extra de longitud a la entrada del humedal	1.275	m
Margen extra de longitud a la salida del humedal	1.875	m
Longitud total de biofiltro	83.3	
Biofiltro 1		
Coliformes fecales en efluente:	4.17E+04	NMP/100ml

Nota. Elaboración propia.

Tabla 23*Cálculos de diseño para Biofiltro 2*

Parámetros para Biofiltro 2			
Descripción	Cantidad	Unidades	Criterio
Coliformes fecales en el afluente:	4.17E+04	NMP/100ml	
Coliformes fecales en el efluente esperado:	1000	NMP/100ml	
Solidos en suspensión:	0	mg/l	Cumple con el decreto
Demanda bioquímica de oxígeno Afluente:	24	mg/l	Cumple con el decreto
Porosidad:	0.4		
Conductividad hidráulica:	10000	m/d	
Temperatura mínima en Ciudad Darío:	22		
Caudal medio:	486.72	m3/dia	
Profundidad de Humedal:	0.75	m	CEPIS
Pendiente en el fondo del lecho:	0.005	m/m	NTON
Altura del agua:	0.6	m	NTON
Relación Largo/Ancho	1.5		NTON
Altura de borde libre:	0.200	m	
Espesor de tierra superficial:	0.1	0.05-0.15	NTON
Talud a lo largo:	0.667	INAA	NTON
Cálculos de Biofiltro 2			
Constante de Biodegradación de la Materia Orgánica a 20°C	1.5	d ⁻¹	
Constante de Reacción de Primer Orden a Temperatura Ambiente:	2.07	d ⁻¹	
Área superficial requerida:	4276.37	m ²	
Tiempo de retención hidráulica:	2.64	días	
Carga Orgánica:	27.32	KgDBO/ha*día	
Carga hidráulica:	0.11	m ³ /m ² *ha*día	

Nota. Elaboración propia.

Tabla 24*Cálculo de dimensiones de Biofiltro N°2*

Geometría Biofiltro 2		
Área Superficie unitaria	4276.36	m2
Caudal unitario	486.72	m3/día
Área Vertical	9.73	m2
Altura del agua	0.6	m
Ancho unitario	53.4	m
Largo unitario	80.1	m
Tiempo de retención	5.27	días
Espesor de lecho filtrante en la entrada del biofiltro	0.55	m
Profundidad del humedal en la entrada del biofiltro	0.85	m
Espesor de lecho filtrante en la salida del biofiltro	0.95	m
Profundidad del humedal en la salida del biofiltro	1.25	m
Margen extra de longitud a la entrada del humedal	1.275	m
Margen extra de longitud a la salida del humedal	1.875	m
Longitud total de biofiltro	84	m
Biofiltro 2		
Coliformes fecales en efluente:	174	NMP/100ml

Nota. Elaboración propia.

5.9.11 Eficiencia del Tratamiento Secundario**Tabla 25***Remoción del tratamiento Secundario*

Descripción	Cantidad Afluente	Cantidad en Efluente	Porcentaje Eliminado	Permisible Decreto 21-2017
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	42.5	0.00	100%	100
DBO ₅ (mg/l)	240	2.4	100%	110
DQO (mg/l)	350	3.5	50%	220
Coliformes Fecales (NMP/100ml)	1.0E+07	174	99.99%	1000

Nota. Elaboración propia

5.9.12 Eficiencia del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales

Tabla 26

Eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales

Parámetro Afluente		Tratamiento preliminar		Tratamiento primario		Tratamiento secundario				Decreto 21-2017	
		Efluente	% remoción	Efluente	% remoción	Efluente	% remoción	Efluente	% remoción		
PH	7.39									6-9	Cumple
Sólidos suspendidos totales (SST)	250	212.5	15%	42.5	80%	4.25	90%	0.00	100%	100	Cumple
Sólidos sedimentables (mg/l)	11	9.35	15%	1.87	80%	0.187	90%	0.00	100%	1	Cumple
Grasas y aceites (mg/l)	112	95.20	15%	38.08	60%	19.04	50%	7.6	60%	20	Cumple
DBO ₅ (mg/l)	480			240	50%	24	90%	2.4	90%	110	Cumple
DQO (mg/l)	700			350	50%	35	90%	3.5	90%	220	Cumple
Nitrógeno (mg/l)	31			29	5%	2.9	90%	0.29	90%	45	Cumple
Fósforo total (mg/l)	20			18	10%	1.8	90%	0.18	90%	15	Cumple
Coliformes fecales (NMP/100ml)	1.0E+8			1.0E+7	90%	4.17E+4	99.5%	174	99.99%	1000	Cumple

Nota. Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Considerando las condiciones ambientales actuales de Ciudad Darío, y debido a la importancia socio ambiental que reviste el impacto de la contaminación del Río Grande de Matagalpa (disposición final del efluente actual), se diseñó el proyecto: **“Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del sector 1 del Municipio de Ciudad Darío, departamento de Matagalpa”** para una cobertura del 100%, correspondiente a una población de 4680 habitantes, calculada durante un período de diseño de 20 años, daría como resultado un caudal de 18.254 l/s.

El proceso de diseño de red se realizó en base a lo estipulado en las especificaciones que se plasman en Guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales. La red de alcantarillado resultante del diseño está compuesta por 97 pozos de visita sanitario, 6628.858 metros PVC F-949 de 150mm (6”) y 150.4 metros de PVC F-949 de 200mm (8”).

Se diseña y evalúa un sistema de tratamiento de aguas residuales que contempla: El Tratamiento preliminar compuesto por rejillas, dos unidades de desarenador, canaleta Parshall. El tratamiento primario que está controlado por dos tanques IMHOFF que conduce al tratamiento secundario compuesto por 2 Biofiltros.

RECOMENDACIONES

Se hacen las siguientes recomendaciones para garantizar la operación adecuado del diseño, además de la correcta ejecución de la obra.

1. Al momento de ejecutar la obra se recomienda la presencia permanente e indispensable de topografía, esto con la finalidad de corroborar la ubicación de todos los componentes diseñados y garantizar pendientes, profundidades además de verificar los desniveles topográficos y así garantizar que el sistema trabaje por gravedad.
2. Se recomienda realizar sondeos en el área de intervención para descartar presencia de tuberías de agua potable, fibra óptica u otros obstáculos que interfieran con el proceso constructivo diseñado.
3. Se recomienda realizar visitas y/o campañas de sensibilización con la población sobre el correcto uso de la red sanitaria, de esta manera evitar la presencia de desecho que obstruyan la red y garantizar el buen uso de esta, asimismo.
4. Se recomienda realizar mantenimiento preventivo y/o correctivo periódicamente para evitar la presencia de depósitos en la red que pueden reducir su correcto funcionamiento.
5. Se recomienda elaborar un manual de operación y mantenimiento de esta manera para mejorar la eficiencia y asegurar el correcto funcionamiento del sistema.
6. Se recomienda a la Empresa nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado Sanitario, ENACAL brindar mantenimiento a las dos plantas de tratamiento existentes en Ciudad Darío, de manera que se garantice su funcionamiento de operación de forma eficiente para el buen uso del sistema de alcantarillado en la localidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía Municipal de Ciudad Darío. (2017). *Caracterización de Ciudad Darío*. Ciudad Darío, Nicaragua.
- Autoridad Nacional del Agua ANA, (2021). *Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON 09 007-19 Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable*. Managua, Nicaragua.
- Asamblea Nacional. (2017). *Disposiciones para el vertido de aguas Residuales*. La Gaceta No. 229. Managua, Nicaragua.
- Asamblea Nacional. (2006). *Norma técnica obligatoria nicaragüense para regular los sistemas de tratamientos de aguas residuales y su reuso*. La Gaceta No.90. Managua, Nicaragua.
- Baldizon, I. M. (s.f). *Apuntes de Ingeniería Sanitaria I,Alcantarillado Sanitario*. Managua,Nicaragua.
- Baldizon, I. M. (s.f). *Apuntes de Ingeniería Sanitaria II, Tratamiento de aguas residuales*. Managua,Nicaragua.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (2005). 1. *Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización*. Lima, Perú.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (2005). 1. *Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores*. Lima, Perú.
- CONAGUA. (2019). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: Lagunas de estabilización*. México.
- Cualla, R. A. (1995). *Elementos para diseño de acueductos y alcantarillado sanitario*. Colombia.
- ENACAL, Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado. (2017). *Datos Operacionales de ENACAL Filial Ciudad Darío*. Ciudad Darío, Nicaragua.
- ENACAL, Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado. (2020). *Estudio de Impacto Ambiental “Mejoramiento y Ampliación del sistema de*

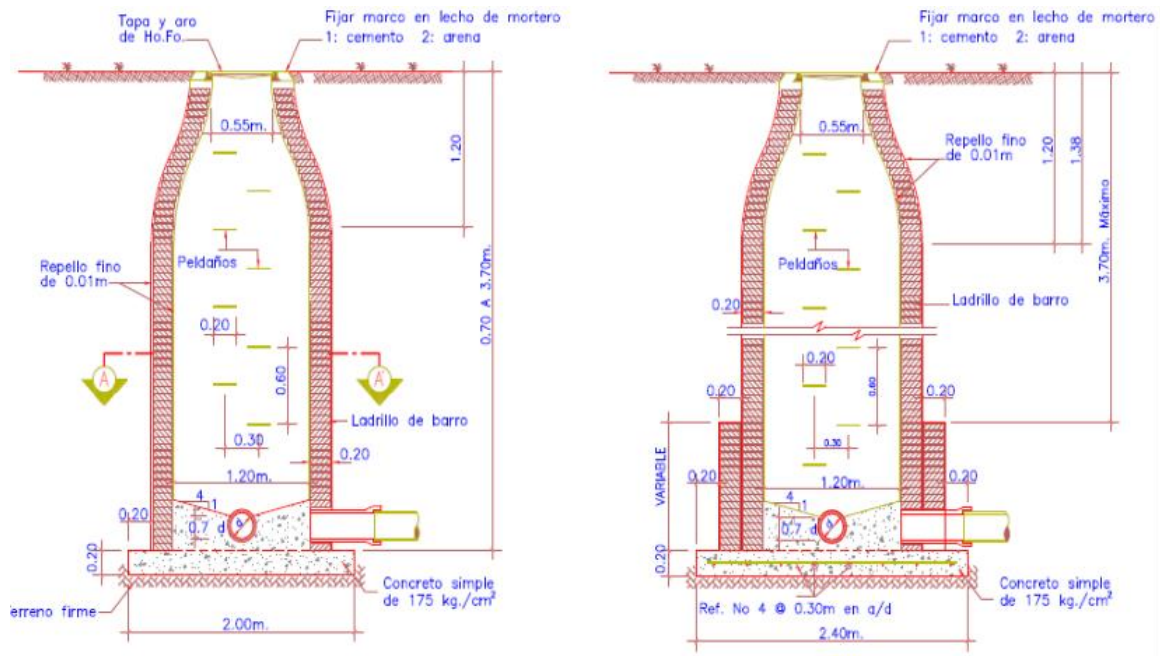
- Alcantarillado Sanitario de Ciudad Darío y Las Calabazas, departamento de Matagalpa*". Ciudad Darío, Nicaragua.
- ENACAL, PISASH (2019). *Diseño Hidráulico, Diseño Estructural y Plan de Sostenibilidad de obras*. Managua, Nicaragua.
- INAA. (2004). *Guía Técnica para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales*.
- Instituto Nacional de Formación de Desarrollo. (2012). *Anuario estadístico 2012*. Managua, Nicaragua.
- Instituto Nacional de Formación de Desarrollo. (2016). *Anuario estadístico 2016*. Managua, Nicaragua.
- Instituto Nacional de Formación de Desarrollo. (2022). *Anuario estadístico 2022*. Managua, Nicaragua

ANEXOS

10.1 FIGURAS

Figura 6

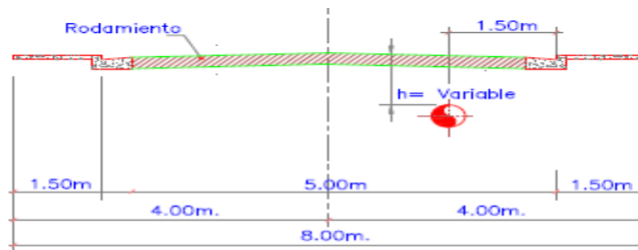
Detalle típico de pozo de visita



Nota. Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Figura 7

Ubicación de tuberías de alcantarillado sanitario.

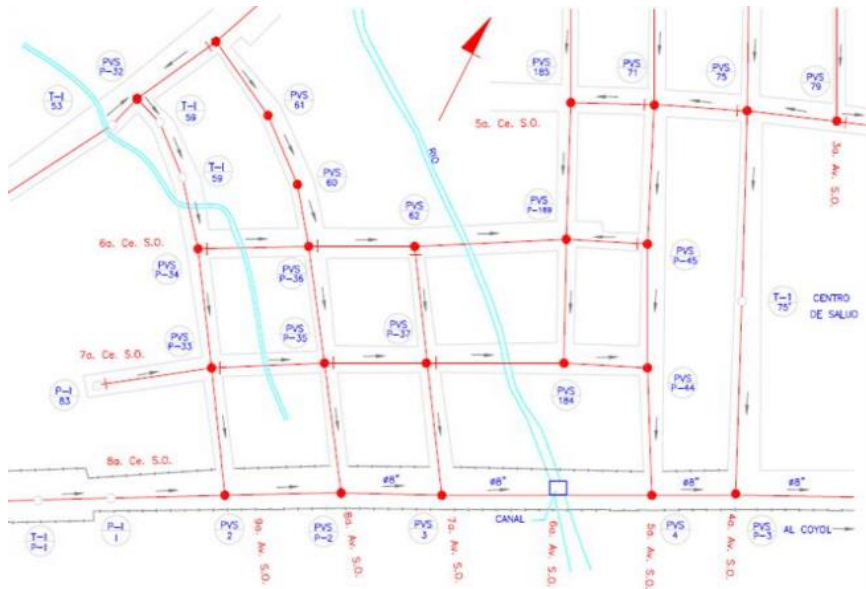


a.— Ruta con derecho de vía de 8m.

Nota. Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Figura 8

Planta de plano típico de un sistema de alcantarillado sanitario.

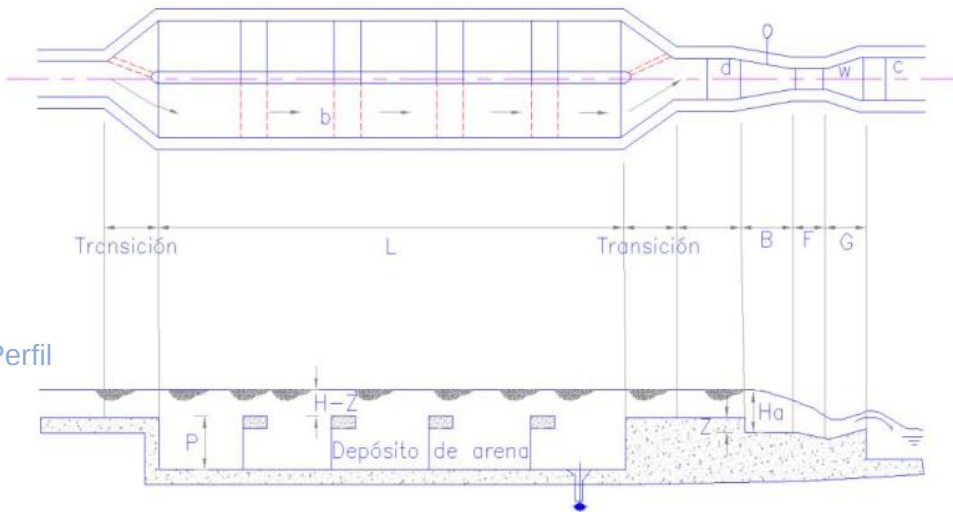


Nota. Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Figura 9

Desarenador de flujo horizontal seguido de un medidor Parshall

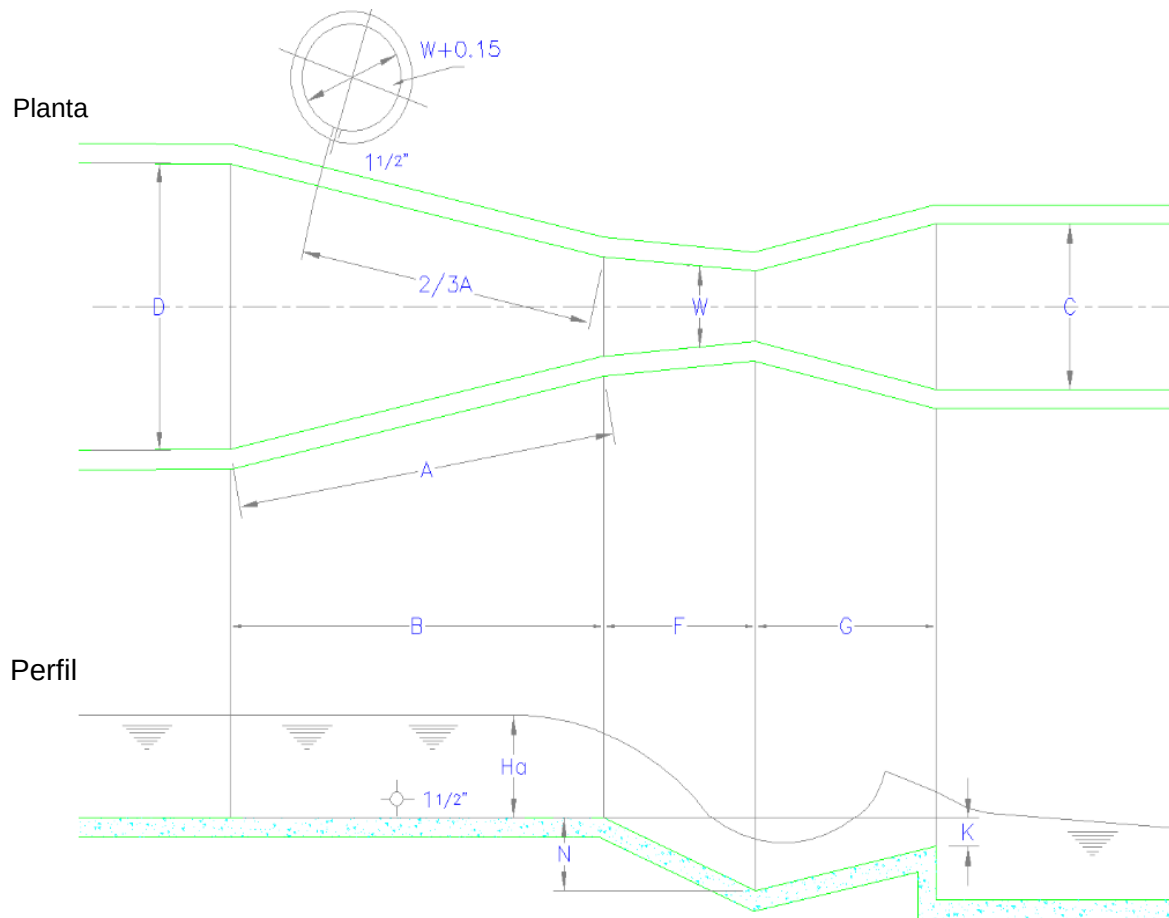
Planta



Nota. Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Figura 10

Medidor Parshall



Nota. Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales

10.2 TABLAS

Tabla 27

Resultados de la Población de diseño

Tasa de crecimiento r (%)	2.5	%
Población 2023	2856	Hab
Población 2028	3231	Hab
Población 2033	3656	Hab
Población 2038	4136	Hab
Población 2043	4680	Hab

Nota. Elaboración propia.

Tabla 28

Cálculos de caudales

Descripción	unidad	Cantidad
Población de diseño	hab	4680
Dotación	lppd	130
Longitud total de tubería	m	6779.25
Población unitaria	hab/m	0.6903
Factor de Harmon (H)	3.00	3.00
Caudal domestico	l/s	7.042
Qmín	1/5*Qm	1.126
Qmáx	Qm*H	16.9
Qesp (comercial, publico e industrial)	l/s	1.126
Qinf total (l/s)	2 L/hora/100 m. de tubería y 25 mm de diámetro	0.22765
Qdiseño	Qmáx + Qesp + Qinf	18.236
Qdis unit	0.00269	
Qmedio	l/s	5.63

Nota. Elaboración propia.

Tabla 29*Resultados de diseño de pozos de visita*

No.	BARRIO	Pozos de Visita			
		NOMBRE	NIVEL DE TERRENO	NIVEL DE FONDO	H
1	VILLA HERMOSA	MH-475A	487.50	485.90	1.60
2	VILLA HERMOSA	MH-476A	484.61	483.01	1.60
3	VILLA HERMOSA	MH-477A	487.12	485.40	1.72
4	VILLA HERMOSA	MH-483A	484.68	482.71	1.97
5	VILLA HERMOSA	MH-482A	487.13	485.37	1.76
6	VILLA HERMOSA	MH-479A	484.32	482.35	1.97
7	VILLA HERMOSA	MH-481A	486.80	484.86	1.94
8	VILLA HERMOSA	MH-480A	483.50	481.99	1.51
9	VILLA HERMOSA	MH-484A	486.40	484.65	1.75
10	VILLA HERMOSA	MH-485A	483.22	481.67	1.55
11	VILLA HERMOSA	MH-486A	483.18	481.39	1.79
12	FINLANDIA	MH-488A	485.74	483.77	1.97
13	FINLANDIA	MH-487A	483.05	481.10	1.95
14	FINLANDIA	MH-489A	482.13	480.49	1.64
15	VILLA HERMOSA	MH-466	488.45	487.18	1.27
16	VILLA HERMOSA	MH-469	488.10	486.69	1.41
17	VILLA HERMOSA	MH-472	487.44	486.10	1.34
18	VILLA HERMOSA	MH-473	487.58	485.94	1.64
19	VILLA HERMOSA	MH-475	488.22	485.57	2.65
20	VILLA HERMOSA	MH-477	487.65	485.07	2.58
21	VILLA HERMOSA	MH-481	486.74	484.59	2.15
22	VILLA HERMOSA	MH-484	486.36	484.17	2.19
23	FINLANDIA	MH-485	484.24	480.11	4.13
24	LUZ MARINA	MH-486	482.69	479.90	2.79
25	METAPA	MH-487	480.36	478.97	1.39
26	METAPA	MH-488	479.84	478.55	1.29
27	VILLA HERMOSA	MH-474	489.71	488.09	1.62
28	VILLA HERMOSA	MH-476	489.70	487.30	2.40
29	VILLA HERMOSA	MH-478	488.58	486.91	1.67
30	VILLA HERMOSA	MH-479	489.62	486.66	2.96
31	VILLA HERMOSA	MH-482	488.33	486.25	2.08
32	FINLANDIA	MH-494	487.41	485.74	1.67

No.	BARRIO	Pozos de Visita			
		NOMBRE	NIVEL DE TERRENO	NIVEL DE FONDO	H
33	FINLANDIA	MH-496	484.21	482.21	2.00
34	LUZ MARINA	MH-498	483.47	481.95	1.52
35	METAPA	MH-500	482.26	478.14	4.12
36	METAPA	MH-501	481.62	477.97	3.65
37	METAPA	MH-550	480.28	476.56	3.72
38	METAPA	MH-549	479.87	476.68	3.19
39	METAPA	MH-548	478.14	476.85	1.29
40	VILLA HERMOSA	MH-511	490.75	489.34	1.41
41	VILLA HERMOSA	MH-515	490.19	488.58	1.61
42	VILLA HERMOSA	MH-517	490.13	488.26	1.87
43	VILLA HERMOSA	MH-591	490.77	487.95	2.82
44	VILLA HERMOSA	MH-520	491.08	489.11	1.97
45	VILLA HERMOSA	MH-522	490.47	488.77	1.70
46	VILLA HERMOSA	MH-531	489.87	488.27	1.60
47	FINLANDIA	MH-495	488.18	486.71	1.47
48	LUZ MARINA	MH-497	487.39	485.98	1.41
49	LUZ MARINA	MH-499	485.82	484.44	1.38
50	METAPA	MH-545	484.58	483.19	1.39
51	METAPA	MH-546	483.78	479.47	4.31
52	METAPA	MH-508	481.96	479.86	2.10
53	METAPA	MH-505	481.31	480.31	1.48
54	VILLA HERMOSA	MH-509	493.26	491.91	1.35
55	VILLA HERMOSA	MH-513	494.27	492.87	1.40
56	VILLA HERMOSA	MH-516	492.78	491.36	1.42
57	VILLA HERMOSA	MH-519	492.33	490.78	1.55
58	VILLA HERMOSA	MH-521	492.84	491.39	1.45
59	VILLA HERMOSA	MH-526	493.65	492.40	1.25
60	VILLA HERMOSA	MH-528	493.84	491.86	1.98
61	VILLA HERMOSA	MH-533	491.83	490.40	1.43
62	VILLA HERMOSA	MH-534	490.38	488.91	1.47
63	LUZ MARINA	MH-539	488.14	486.80	1.34
64	LUZ MARINA	MH-540	488.20	486.54	1.66
65	METAPA	MH-541	487.59	485.72	1.87

No.	BARRIO	Pozos de Visita			
		NOMBRE	NIVEL DE TERRENO	NIVEL DE FONDO	H
66	METAPA	MH-544	486.51	484.61	1.90
67	METAPA	PVS-106A	487.00	485.78	1.22
68	METAPA	MH-502	485.56	484.03	1.53
69	METAPA	MH-503	484.06	482.58	1.48
70	METAPA	MH-504	482.07	480.68	1.39
71	METAPA	PVS-105A	489.32	487.82	1.50
72	METAPA	MH-543	487.93	486.54	1.39
73	METAPA	MH-547	482.20	479.02	3.18
74	METAPA	MH-551	478.51	475.96	2.55
75	METAPA	MH-551A	477.80	475.87	1.93
76	LUZ MARINA	MH-537	490.16	488.84	1.32
77	LUZ MARINA	MH-538	489.09	487.67	1.42
78	LUZ MARINA	MH-489	480.26	478.47	1.79
79	FINLANDIA	MH-532	490.63	489.24	1.39
80	FINLANDIA	MH-527	493.92	492.67	1.25
81	VILLA HERMOSA	MH-530	492.29	490.89	1.40
82	VILLA HERMOSA	MH-493	489.87	487.08	2.79
83	VILLA HERMOSA	MH-483	487.56	485.91	1.65
84	VILLA HERMOSA	MH-524	493.58	492.33	1.25
85	VILLA HERMOSA	MH-525	493.14	491.76	1.38
86	VILLA HERMOSA	MH-480	488.76	487.38	1.38
87	VILLA HERMOSA	MH-478A	488.62	487.27	1.35
88	VILLA HERMOSA	MH-492	489.82	487.63	2.19
89	VILLA HERMOSA	MH-514	491.39	490.07	1.32
90	VILLA HERMOSA	MH-490	490.02	488.67	1.35
91	VILLA HERMOSA	MH-510	491.31	489.90	1.41
92	VILLA HERMOSA	MH-471A	490.33	488.98	1.35
93	VILLA HERMOSA	MH-471	489.00	487.62	1.38
94	VILLA HERMOSA	MH-467	490.20	488.85	1.35
95	VILLA HERMOSA	MH-468	489.58	488.20	1.38
96	VILLA HERMOSA	MH-464	490.20	488.85	1.35
97	VILLA HERMOSA	MH-465	489.72	488.34	1.38

Nota. Elaboración propia.

Tabla 30

Relaciones hidráulicas de tubería de la sección circular

Relación	q/Q	0.00	0.01	0.02	0.03	0.033	0.034	0.035	0.036	0.040	0.049	0.05	0.06	0.07	0.072	0.074	0.076	0.079	0.08	0.084	0.085	0.086	0.09
v/V		0.000	0.326	0.398	0.448	0.458	0.464	0.468	0.472	0.488	0.519	0.522	0.551	0.576	0.581	0.585	0.590	0.596	0.599	0.607	0.610	0.612	0.620
d/D	0.0	0.000	0.072	0.099	0.119	0.124	0.126	0.128	0.130	0.137	0.151	0.152	0.167	0.179	0.181	0.184	0.186	0.190	0.191	0.196	0.196	0.197	0.203
rh/Rh		0.000	0.186	0.251	0.300	0.311	0.316	0.321	0.325	0.341	0.373	0.377	0.409	0.437	0.442	0.448	0.453	0.460	0.464	0.474	0.475	0.477	0.488
v/V		0.641	0.668	0.675	0.690	0.695	0.696	0.698	0.699	0.705	0.719	0.720	0.733	0.746	0.748	0.751	0.753	0.757	0.757	0.762	0.765	0.767	0.770
d/D	0.1	0.215	0.224	0.234	0.244	0.247	0.248	0.249	0.249	0.253	0.261	0.262	0.271	0.279	0.281	0.282	0.284	0.286	0.287	0.290	0.291	0.292	0.295
rh/Rh		0.513	0.533	0.555	0.573	0.579	0.581	0.583	0.584	0.592	0.609	0.611	0.627	0.644	0.647	0.650	0.653	0.658	0.659	0.665	0.668	0.670	0.675
v/V		0.781	0.792	0.802	0.813	0.815	0.817	0.818	0.818	0.822	0.830	0.831	0.840	0.849	0.851	0.853	0.855	0.857	0.858	0.861	0.864	0.867	0.866
d/D	0.2	0.303	0.311	0.319	0.326	0.329	0.329	0.330	0.331	0.334	0.340	0.341	0.348	0.355	0.356	0.358	0.359	0.361	0.362	0.365	0.366	0.367	0.369
rh/Rh		0.690	0.704	0.718	0.732	0.736	0.737	0.739	0.740	0.745	0.757	0.758	0.770	0.783	0.785	0.787	0.790	0.793	0.794	0.799	0.802	0.804	0.806
v/V		0.874	0.882	0.890	0.897	0.899	0.900	0.901	0.901	0.904	0.910	0.911	0.918	0.925	0.926	0.928	0.930	0.931	0.932	0.934	0.938	0.941	0.938
d/D	0.3	0.376	0.382	0.389	0.395	0.397	0.398	0.399	0.399	0.402	0.407	0.408	0.415	0.421	0.422	0.424	0.425	0.427	0.428	0.430	0.432	0.433	0.434
rh/Rh		0.817	0.828	0.839	0.850	0.853	0.854	0.855	0.856	0.860	0.869	0.870	0.880	0.890	0.892	0.894	0.896	0.898	0.900	0.903	0.906	0.909	0.908
v/V		0.944	0.950	0.956	0.962	0.964	0.964	0.965	0.966	0.968	0.973	0.974	0.979	0.985	0.986	0.987	0.989	0.990	0.990	0.992	0.995	0.999	0.995
d/D	0.4	0.440	0.446	0.452	0.458	0.460	0.460	0.461	0.462	0.464	0.469	0.470	0.476	0.482	0.483	0.484	0.486	0.487	0.488	0.490	0.492	0.494	0.494
rh/Rh		0.918	0.927	0.935	0.943	0.946	0.947	0.948	0.948	0.952	0.960	0.961	0.969	0.977	0.979	0.980	0.982	0.984	0.985	0.988	0.991	0.995	0.992
v/V		1.000	1.005	1.010	1.015	1.016	1.017	1.017	1.017	1.019	1.024	1.024	1.028	1.033	1.034	1.035	1.036	1.037	1.037	1.039	1.042	1.046	1.041
d/D	0.5	0.500	0.506	0.512	0.518	0.519	0.520	0.521	0.521	0.523	0.528	0.529	0.535	0.541	0.542	0.543	0.545	0.546	0.547	0.549	0.551	0.553	0.552
rh/Rh		1.000	1.007	1.015	1.022	1.024	1.025	1.026	1.026	1.029	1.035	1.036	1.043	1.049	1.050	1.052	1.054	1.055	1.056	1.058	1.062	1.066	1.062
v/V		1.045	1.049	1.053	1.057	1.058	1.059	1.059	1.059	1.061	1.065	1.065	1.068	1.072	1.073	1.073	1.075	1.075	1.075	1.077	1.080	1.084	1.079
d/D	0.6	0.568	0.564	0.570	0.576	0.577	0.578	0.579	0.579	0.581	0.586	0.587	0.593	0.599	0.600	0.601	0.603	0.604	0.605	0.607	0.610	0.612	0.611
rh/Rh		1.068	1.075	1.081	1.087	1.089	1.089	1.090	1.091	1.093	1.098	1.098	1.104	1.110	1.111	1.112	1.114	1.115	1.115	1.117	1.121	1.125	1.120
v/V		1.082	1.085	1.088	1.092	1.093	1.093	1.094	1.094	1.095	1.097	1.097	1.100	1.103	1.104	1.104	1.105	1.105	1.106	1.107	1.111	1.114	1.108
d/D	0.7	0.616	0.622	0.628	0.634	0.636	0.636	0.637	0.638	0.640	0.645	0.646	0.652	0.668	0.667	0.667	0.667	0.668	0.664	0.666	0.669	0.671	0.670
rh/Rh		1.125	1.131	1.135	1.140	1.142	1.142	1.143	1.143	1.145	1.150	1.150	1.154	1.159	1.160	1.161	1.162	1.163	1.163	1.165	1.169	1.173	1.167
v/V		1.111	1.113	1.116	1.118	1.119	1.119	1.119	1.119	1.120	1.123	1.123	1.125	1.126	1.126	1.127	1.128	1.128	1.128	1.129	1.133	1.137	1.130
d/D	0.8	0.677	0.683	0.689	0.695	0.697	0.698	0.699	0.699	0.702	0.707	0.708	0.715	0.721	0.722	0.724	0.726	0.727	0.728	0.731	0.733	0.736	0.735
rh/Rh		1.171	1.175	1.179	1.182	1.183	1.184	1.184	1.184	1.186	1.189	1.189	1.193	1.196	1.197	1.197	1.198	1.198	1.199	1.200	1.204	1.208	1.201

Nota. Elaboración propia

Tabla 31

Distribución de Caudales

BARRIO	TRAMO	DIRECCIÓN (N,S,E,W)	POZOS DE VISITA		LONGITUD SERVIDA (M)	POBLACIÓN		CAUDALES								
			DE	A		CONEXIONES DOMICILIARES	POB 2043	Qdom	Qinf	Qmedio	Qmax	Qmin	Qcomercial	Qpublico	Qindustrial	Qdiseño
VILLA HERMOSA	T-456A	E-W	MH-475A	MH-476A	72.51	8.00	48.00	0.07	0.002	0.06	0.17	0.01	0.01	0.01	0.00	0.19
VILLA HERMOSA	T-457A	N-S	MH-476A	MH-483A	42.03	4.00	24.00	0.04	0.001	0.03	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00	0.09
VILLA HERMOSA	T-458A	E-W	MH-477A	MH-483A	71.59	8.00	48.00	0.07	0.002	0.06	0.17	0.01	0.01	0.01	0.00	0.19
VILLA HERMOSA	T-459A	N-S	MH-483A	MH-479A	38.16	3.00	18.00	0.03	0.001	0.02	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
VILLA HERMOSA	T-460A	E-W	MH-482A	MH-480A	78.53	8.00	48.00	0.07	0.003	0.06	0.17	0.01	0.01	0.01	0.00	0.19
VILLA HERMOSA	T-461A	N-S	MH-479A	MH-480A	42.19	4.00	24.00	0.04	0.001	0.03	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00	0.09
VILLA HERMOSA	T-462A	E-W	MH-481A	MH-480A	77.57	8.00	48.00	0.07	0.003	0.06	0.17	0.01	0.01	0.01	0.00	0.19
VILLA HERMOSA	T-463A	N-S	MH-480A	MH-485A	48.96	3.00	18.00	0.03	0.002	0.02	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
VILLA HERMOSA	T-464A	E-W	MH-484A	MH-486A	74.12	7.00	42.00	0.06	0.002	0.05	0.15	0.01	0.00	0.00	0.00	0.16
VILLA HERMOSA	T-465A	N-S	MH-485A	MH-486	50.15	5.00	30.00	0.05	0.002	0.04	0.11	0.01	0.00	0.00	0.00	0.12
VILLA HERMOSA	T-466A	E-W	MH-484	MH-486A	79.74	10.00	60.00	0.09	0.003	0.07	0.22	0.01	0.01	0.01	0.00	0.23
FINLANDIA	T-467A	N-S	MH-486	MH-487A	46.80	4.00	24.00	0.04	0.002	0.03	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00	0.09
FINLANDIA	T-468A	E-W	MH-488A	MH-487A	60.69	8.00	48.00	0.07	0.002	0.06	0.17	0.01	0.01	0.01	0.00	0.19
FINLANDIA	T-469A	N-S	MH-488A	MH-489A	48.39	4.00	24.00	0.04	0.002	0.03	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00	0.09
FINLANDIA	T-470A	W-E	MH-489A	MH-485	67.45	8.00	40.00	0.06	0.002	0.05	0.14	0.01	0.00	0.00	0.00	0.16
VILLA HERMOSA	440	E-W	MH-464	MH-465	58.63	6.00	36.00	0.05	0.002	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14
VILLA HERMOSA	439	E-W	MH-465	MH-466	54.45	6.00	36.00	0.05	0.002	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14
VILLA HERMOSA	T-443	N-S	MH-466	MH-469	33.19	6.00	36.00	0.05	0.001	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14
VILLA HERMOSA	T-441	E-W	MH-467	MH-468	59.61	6.00	36.00	0.05	0.002	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14
VILLA HERMOSA	T-442	E-W	MH-468	MH-469	74.23	6.00	36.00	0.05	0.002	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14
VILLA HERMOSA	444	N-S	MH-469	MH-472	61.58	6.00	36.00	0.05	0.002	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14
VILLA HERMOSA	445	E-W	MH-471A	MH-471	95.45	12.00	72.00	0.11	0.003	0.09	0.26	0.02	0.01	0.01	0.00	0.28
VILLA HERMOSA	446	E-W	MH-471	MH-472	48.58	6.00	36.00	0.05	0.002	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14
VILLA HERMOSA	448	N-S	MH-472	MH-473	63.27	6.00	36.00	0.05	0.002	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14
VILLA HERMOSA	451	N-S	MH-473	MH-475	62.68	6.00	36.00	0.05	0.002	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14
VILLA HERMOSA	450	E-W	MH-474	MH-475	95.84	15.00	90.00	0.14	0.003	0.11	0.33	0.02	0.01	0.01	0.00	0.35
VILLA HERMOSA	456	N-S	MH-475	MH-477	94.82	13.00	78.00	0.12	0.003	0.09	0.28	0.02	0.01	0.01	0.00	0.30
VILLA HERMOSA	461	N-S	MH-477	MH-481	91.46	14.00	84.00	0.13	0.003	0.10	0.30	0.02	0.01	0.01	0.00	0.33
VILLA HERMOSA	467	N-S	MH-481	MH-484	73.06	6.00	36.00	0.05	0.002	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14
FINLANDIA	468	N-S	MH-484	MH-485	94.22	12.00	72.00	0.11	0.003	0.09	0.26	0.02	0.01	0.01	0.00	0.28
VILLA HERMOSA	T-480A	N-S	MH-485	MH-486	33.04	6.00	36.00	0.05	0.001	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14
VILLA HERMOSA	470	N-S	MH-486	MH-487	46.05	6.00	36.00	0.05	0.002	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14
VILLA HERMOSA	471	N-S	MH-487	MH-488	14.15	6.00	36.00	0.05	0.000	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14
VILLA HERMOSA	449	E-W	MH-490	MH-474	83.74	6.00	36.00	0.05	0.003	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14
VILLA HERMOSA	454	N-S	MH-474	MH-476	91.36	12.00	72.00	0.11	0.003	0.09	0.26	0.02	0.01	0.01	0.00	0.28
VILLA HERMOSA	452	N-S	MH-476	MH-478	57.28	6.00	36.00	0.05	0.002	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14
VILLA HERMOSA	480	W-E	MH-478A	MH-478	43.22	4.00	24.00	0.04	0.001	0.03	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00	0.09
VILLA HERMOSA	457	N-S	MH-478	MH-479	38.54	7.00	42.00	0.06	0.001	0.05	0.15	0.01	0.00	0.00	0.00	0.16
VILLA HERMOSA	463	N-S	MH-479	MH-482	73.38	7.00	42.00	0.06	0.002	0.05	0.15	0.01	0.00	0.00	0.00	0.16
VILLA HERMOSA	462	E-W	MH-482	MH-483	66.03	6.00	36.00	0.05	0.002	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14
VILLA HERMOSA	464	E-W	MH-483	MH-484	32.85	6.00	36.00	0.05	0.001	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14
VILLA HERMOSA	544	W-E	MH-493	MH-482	80.80	10.00	60.00	0.09	0.003	0.07	0.22	0.01	0.01	0.01	0.00	0.23
FINLANDIA	477	N-S	MH-482	MH-494	22.66	6.00	36.00	0.05	0.001	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14
VILLA HERMOSA	481	N-S	MH-494	MH-496	70.71	8.00	48.00	0.07	0.002	0.06	0.17	0.01	0.01	0.01	0.00	0.19
LUZ MARINA	486	N-S	MH-496	MH-498	35.88	6.00	36.00	0.05	0.001	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14

BARRIO	TRAMO	DIRECCIÓN (N,S,E,W)	POZOS DE VISITA		LONGITUD SERVIDA (M)	POBLACIÓN		CAUDALES									
			DE	A		CONEXIONES DOMICILIARES		POB 2043	Qdom	Qinf	Qmedio	Qmax	Qmin	Qcomercial	Qpublico	Qindustrial	Qdiseño
VILLA HERMOSA	482	E-W	MH-498	MH-486	94.36	12.00	72.00	0.11	0.003	0.09	0.26	0.02	0.01	0.01	0.00	0.28	
LUZ MARINA	484	N-S	MH-498	MH-500	57.27	6.00	36.00	0.05	0.002	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14	
METAPA	489	N-S	MH-500	MH-501	28.31	6.00	36.00	0.05	0.001	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14	
METAPA	543	N-S	MH-501	MH-550	71.84	8.00	48.00	0.07	0.003	0.06	0.17	0.01	0.01	0.01	0.00	0.19	
METAPA	542	N-S	MH-549	MH-550	9.91	1.00	4.00	0.01	0.000	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	
METAPA	540	S-N	MH-548	MH-549	55.23	3.00	15.00	0.02	0.002	0.02	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	
VILLA HERMOSA	497	E-W	MH-509	MH-510	62.28	6.00	36.00	0.05	0.002	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14	
VILLA HERMOSA	498	E-W	MH-510	MH-511	32.69	3.00	42.00	0.06	0.001	0.05	0.15	0.01	0.00	0.00	0.00	0.16	
VILLA HERMOSA	459	N-S	MH-511	MH-515	44.84	6.00	36.00	0.05	0.001	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14	
VILLA HERMOSA	501	N-S	MH-515	MH-517	47.21	6.00	36.00	0.05	0.002	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14	
VILLA HERMOSA	503	N-S	MH-517	MH-591	46.58	6.00	36.00	0.05	0.002	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14	
VILLA HERMOSA	447	E-W	MH-591	MH-592	24.98	6.00	36.00	0.05	0.001	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14	
VILLA HERMOSA	453	E-W	MH-592	MH-476	24.98	6.00	36.00	0.05	0.001	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14	
VILLA HERMOSA	455	E-W	MH-476	MH-477	93.31	12.00	72.00	0.11	0.003	0.09	0.26	0.02	0.01	0.01	0.00	0.28	
FINLANDIA	532	N-S	MH-591	MH-520	45.24	6.00	36.00	0.05	0.002	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14	
VILLA HERMOSA	507	N-S	MH-520	MH-522	49.41	6.00	36.00	0.05	0.002	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14	
VILLA HERMOSA	511	E-W	MH-524	MH-525	42.84	2.00	12.00	0.02	0.001	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	
VILLA HERMOSA	512	E-W	MH-525	MH-521	53.45	3.00	18.00	0.03	0.002	0.02	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
VILLA HERMOSA	509	E-W	MH-521	MH-522	93.03	9.00	54.00	0.08	0.003	0.07	0.20	0.01	0.01	0.01	0.00	0.21	
VILLA HERMOSA	510	E-W	MH-522	MH-479	91.17	13.00	78.00	0.12	0.003	0.09	0.28	0.02	0.01	0.01	0.00	0.30	
VILLA HERMOSA	458	E-W	MH-479	MH-480	33.67	6.00	36.00	0.05	0.001	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14	
VILLA HERMOSA	460	E-W	MH-480	MH-481	58.67	8.00	48.00	0.07	0.002	0.06	0.17	0.01	0.01	0.01	0.00	0.19	
VILLA HERMOSA	517	N-S	MH-522	MH-531	72.61	7.00	42.00	0.06	0.002	0.05	0.15	0.01	0.00	0.00	0.00	0.16	
FINLANDIA	479	N-S	MH-531	MH-495	91.90	15.00	90.00	0.14	0.003	0.11	0.33	0.02	0.01	0.01	0.00	0.35	
LUZ MARINA	483	N-S	MH-495	MH-497	33.30	7.00	42.00	0.06	0.001	0.05	0.15	0.01	0.00	0.00	0.00	0.16	
LUZ MARINA	485	E-W	MH-497	MH-498	92.31	12.00	72.00	0.11	0.003	0.09	0.26	0.02	0.01	0.01	0.00	0.28	
LUZ MARINA	487	N-S	MH-497	MH-499	58.55	6.00	36.00	0.05	0.002	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14	
METAPA	535	N-S	MH-499	MH-545	69.80	8.00	48.00	0.07	0.002	0.06	0.17	0.01	0.01	0.01	0.00	0.19	
METAPA	538	N-S	MH-545	MH-546	31.52	6.00	36.00	0.05	0.001	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14	
METAPA	495	S-N	MH-505	MH-508	63.44	6.00	36.00	0.05	0.002	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14	
METAPA	T-496A	S-N	MH-508	MH-546	68.53	7.00	42.00	0.06	0.002	0.05	0.15	0.01	0.00	0.00	0.00	0.16	
VILLA HERMOSA	499	E-W	MH-513	MH-514	52.48	5.00	30.00	0.05	0.002	0.04	0.11	0.01	0.00	0.00	0.00	0.12	
VILLA HERMOSA	500	E-W	MH-514	MH-515	42.69	4.00	24.00	0.04	0.001	0.03	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00	0.09	
VILLA HERMOSA	496	N-S	MH-513	MH-516	47.65	4.00	24.00	0.04	0.002	0.03	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00	0.09	
VILLA HERMOSA	502	E-W	MH-516	MH-517	93.79	14.00	84.00	0.13	0.003	0.10	0.30	0.02	0.01	0.01	0.00	0.33	
VILLA HERMOSA	504	N-S	MH-516	MH-518	46.28	4.00	24.00	0.04	0.002	0.03	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00	0.09	
VILLA HERMOSA	T-518A	E-W	MH-518	MH-591	92.28	9.00	54.00	0.08	0.003	0.07	0.20	0.01	0.01	0.01	0.00	0.21	
VILLA HERMOSA	506	N-S	MH-518	MH-519	44.11	7.00	28.00	0.04	0.001	0.03	0.10	0.01	0.00	0.00	0.00	0.11	
VILLA HERMOSA	508	E-W	MH-519	MH-520	92.17	10.00	60.00	0.09	0.003	0.07	0.22	0.01	0.01	0.01	0.00	0.23	
VILLA HERMOSA	505	S-N	MH-521	MH-519	49.07	3.00	18.00	0.03	0.002	0.02	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	
VILLA HERMOSA	515	N-S	MH-526	MH-528	63.19	5.00	30.00	0.05	0.002	0.04	0.11	0.01	0.00	0.00	0.00	0.12	
VILLA HERMOSA	514	E-W	MH-528	MH-530	48.43	4.00	24.00	0.04	0.002	0.03	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00	0.09	
FINLANDIA	513	E-W	MH-527	MH-528	86.01	6.00	36.00	0.05	0.003	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14	
VILLA HERMOSA	516	E-W	MH-530	MH-531	44.07	2.00	12.00	0.02	0.001	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	
FINLANDIA	519	N-S	MH-528	MH-533	68.19	6.00	36.00	0.05	0.002	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14	
VILLA HERMOSA	522	N-S	MH-533	MH-534	23.80	2.00	12.00	0.02	0.001	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	
FINLANDIA	518	E-W	PVS-104A	MH-532	40.67	4.00	24.00	0.04	0.001	0.03	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00	0.09	
FINLANDIA	520	E-W	MH-532	MH-534	47.66	4.00	24.00	0.04	0.002	0.03	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00	0.09	
FINLANDIA	521	E-W	MH-534	MH-495	94.42	10.00	60.00	0.09	0.003	0.07	0.22	0.01	0.01	0.01	0.00	0.23	
FINLANDIA	482	E-W	MH-495	MH-496	92.64	14.00	84.00	0.13	0.003	0.10	0.30	0.02	0.01	0.01	0.00	0.33	

BARRIO	TRAMO	DIRECCIÓN (N,S,E,W)	POZOS DE VISITA		LONGITUD SERVIDA (M)	POBLACIÓN		CAUDALES								
			DE	A		CONEXIONES DOMICILIARES	POB 2043	Qdom	Qinf	Qmedio	Qmax	Qmin	Qcomercial	Qpublico	Qindustrial	Qdiseño
FINLANDIA	478	E-W	MH-496	MH-485	95.10	17.00	102.00	0.15	0.003	0.12	0.37	0.02	0.01	0.01	0.00	0.40
LUZ MARINA	469	N-S	MH-534	MH-539	90.63	11.00	66.00	0.10	0.003	0.08	0.24	0.02	0.01	0.01	0.00	0.26
LUZ MARINA	T-528	E-W	MH-537	MH-538	42.63	2.00	12.00	0.02	0.001	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
LUZ MARINA	T-525	E-W	MH-538	MH-539	43.38	3.00	18.00	0.03	0.001	0.02	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
LUZ MARINA	T-526	E-W	MH-539	MH-540	9.08	1.00	8.00	0.01	0.000	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
LUZ MARINA	T-527	E-W	MH-540	MH-540	85.22	7.00	35.00	0.05	0.003	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14
LUZ MARINA	T-529	E-W	MH-499	MH-500	93.20	15.00	90.00	0.14	0.003	0.11	0.33	0.02	0.01	0.01	0.00	0.35
LUZ MARINA	494	W-E	MH-488	MH-489	30.12	6.00	36.00	0.05	0.001	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14
LUZ MARINA	472	W-E	MH-489	MH-500	59.27	6.00	36.00	0.05	0.002	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14
LUZ MARINA	488	N-S	MH-541	MH-544	64.39	6.00	36.00	0.05	0.002	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14
LUZ MARINA	T-534	E-W	PVS-105A	MH-543	49.87	3.00	18.00	0.03	0.002	0.02	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
LUZ MARINA	T-532A	E-W	MH-543	MH-544	55.29	7.00	42.00	0.06	0.002	0.05	0.15	0.01	0.00	0.00	0.03	0.21
LUZ MARINA	T-533	E-W	MH-544	MH-546	55.29	8.00	48.00	0.07	0.002	0.06	0.17	0.01	0.01	0.01	0.00	0.19
LUZ MARINA	T-536	E-W	MH-546	MH-547	44.51	7.00	42.00	0.06	0.001	0.05	0.15	0.01	0.00	0.00	0.00	0.16
LUZ MARINA	T-537	E-W	MH-547	MH-549	42.17	6.00	36.00	0.05	0.001	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14
LUZ MARINA	T-539	E-W	MH-550	MH-551	50.25	7.00	42.00	0.06	0.002	0.05	0.15	0.01	0.00	0.00	0.00	0.16
LUZ MARINA	T-541	E-W	PVS-108A	MH-502	46.19	4.00	20.00	0.03	0.002	0.02	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
LUZ MARINA	490	E-W	MH-502	MH-503	57.41	6.00	42.00	0.06	0.002	0.05	0.15	0.01	0.00	0.00	0.00	0.16
LUZ MARINA	491	E-W	MH-503	MH-504	68.86	6.00	36.00	0.05	0.002	0.04	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.14
LUZ MARINA	492	E-W	MH-504	MH-505	33.93	2.00	12.00	0.02	0.001	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
	RESULTADOS					781.00	4680.00	7.04	0.23	5.63	16.90	1.13	0.49	0.49	0.14	18.25

Tabla 32

Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del sector 1 del Municipio de Ciudad Darío

BARRIO	Tramo #	DIRECCIÓN (N,S,E,W)	Pozos de Visita								Longitud				Q Calc (l/s)	Q de Dis (l/s)	Pendiente de Tubería (%)	Diámetro (mm)	RH (m)	Rh^0.66/n	Área (m2)	QII (lps)	V Lleno (m/s)	V diseño (m/s)	V>0.60 m/s	Relaciones de elementos de Tubos Parcialmente Llenos						rh	τ	Criterio T>1 Pa	Criterio Y<75%
			De	NT	Invert (SA)	H	A	NT	Invert (EN)	H	Servida (m)	A Instalar (m)	Tributaria	Acumulada												g	Qf/QLL	vi/VLL	q/Qcall	<i>q</i> (Rad)	rh/RhLL				
																																(m)	(Pa)		
VILLA HERMOSA	T-456A	E-W	MH-475A	487.50	485.90	1.60	MH-476A	484.61	483.04	1.57	72.51	71.28	0.00	71.28	0.19	1.5	4.01	150	0.04	12.45	0.018	44.051	2.493	1.158	Cumple	0.13	0.03	0.46	0.03	1.45	0.32	0.012	4.67	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	T-457A	N-S	MH-476A	484.61	483.01	1.60	MH-483A	484.68	482.74	1.94	42.03	40.80	71.28	112.08	0.30	1.5	0.66	150	0.04	12.45	0.018	17.871	1.011	0.614	Cumple	0.20	0.08	0.61	0.08	1.83	0.47	0.018	1.15	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	T-458A	E-W	MH-477A	487.12	485.40	1.72	MH-483A	484.68	482.83	1.85	71.59	70.36	0.00	70.36	0.19	1.5	3.65	150	0.04	12.45	0.018	42.027	2.378	1.121	Cumple	0.13	0.04	0.47	0.04	1.47	0.32	0.012	4.35	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	T-459A	N-S	MH-483A	484.68	482.71	1.97	MH-479A	484.32	482.38	1.94	38.16	36.93	111.16	148.09	0.40	1.5	0.89	150	0.04	12.45	0.018	20.753	1.174	0.682	Cumple	0.18	0.07	0.58	0.07	1.76	0.44	0.017	1.45	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	T-460A	E-W	MH-482A	487.13	485.37	1.76	MH-480A	483.50	482.46	1.47	78.53	77.30	0.00	77.30	0.21	1.5	3.76	150	0.04	12.45	0.018	42.656	2.414	1.133	Cumple	0.13	0.04	0.47	0.04	1.47	0.32	0.012	4.45	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	T-461A	N-S	MH-479A	484.32	482.35	1.97	MH-480A	483.50	482.08	1.42	42.19	40.96	114.23	155.19	0.42	1.5	0.66	150	0.04	12.45	0.018	17.871	1.011	0.614	Cumple	0.20	0.08	0.61	0.08	1.83	0.47	0.018	1.15	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	T-462A	E-W	MH-481A	486.80	484.86	1.94	MH-480A	483.50	482.05	1.45	77.57	76.34	0.00	76.34	0.21	1.5	3.68	150	0.04	12.45	0.018	42.200	2.388	1.124	Cumple	0.13	0.04	0.47	0.04	1.47	0.32	0.012	4.37	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	T-463A	N-S	MH-480A	483.50	482.03	1.47	MH-485A	483.22	481.63	1.59	48.96	47.73	117.30	165.03	0.44	1.5	0.84	150	0.04	12.45	0.018	20.162	1.141	0.668	Cumple	0.18	0.07	0.59	0.07	1.78	0.45	0.017	1.39	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	T-464A	E-W	MH-484A	486.40	484.65	1.75	MH-486A	482.69	481.73	1.22	74.12	72.89	0.00	72.89	0.20	1.5	4.01	150	0.04	12.45	0.018	44.051	2.493	1.158	Cumple	0.13	0.03	0.46	0.03	1.45	0.32	0.012	4.67	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	T-465A	N-S	MH-485A	483.22	481.60	1.62	MH-486	482.69	481.16	1.53	50.15	48.92	120.62	169.54	0.46	1.5	0.9	150	0.04	12.45	0.018	20.869	1.181	0.685	Cumple	0.18	0.07	0.58	0.07	1.76	0.44	0.017	1.46	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	T-466A	E-W	MH-484	486.36	484.43	1.93	MH-486A	485.16	481.21	4.04	79.74	78.51	0.00	78.51	0.21	1.5	4.1	150	0.04	12.45	0.018	44.543	2.521	1.167	Cumple	0.13	0.03	0.46	0.03	1.45	0.32	0.012	4.75	Cumple	Cumple
FINLANDIA	T-467A	N-S	MH-486	482.69	481.13	1.56	MH-487A	483.05	480.79	2.29	46.80	45.57	127.43	173.00	0.47	1.5	0.75	150	0.04	12.45	0.018	19.051	1.078	0.642	Cumple	0.19	0.08	0.60	0.08	1.80	0.46	0.017	1.27	Cumple	Cumple
FINLANDIA	T-468A	E-W	MH-488A	485.74	483.77	1.97	MH-487A	483.05	481.19	2.29	60.69	59.46	0.00	59.46	0.16	1.5	4.34	150	0.04	12.45	0.018	45.828	2.593	1.191	Cumple	0.12	0.03	0.46	0.03	1.44	0.31	0.012	4.97	Cumple	Cumple
FINLANDIA	T-469A	N-S	MH-488A	485.07	480.76	4.31	MH-489A	482.13	480.46	1.67	48.39	47.16	105.03	152.19	0.41	1.5	0.64	150	0.04	12.45	0.018	17.598	0.996	0.608	Cumple	0.20	0.09	0.61	0.09	1.84	0.48	0.018	1.12	Cumple	Cumple
FINLANDIA	T-470A	W-E	MH-489A	482.13	480.43	1.70	MH-485	484.24	479.90	4.13	67.45	66.22	47.16	113.38	0.31	1.5	0.8	150	0.04	12.45	0.018	19.676	1.113	0.657	Cumple	0.19	0.08	0.59	0.08	1.79	0.45	0.017	1.33	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	440	E-W	MH-464	490.20	488.85	1.35	MH-465	489.72	488.37	1.35	58.63	57.40	0.00	57.40	0.15	1.5	0.84	150	0.04	12.45	0.018	20.162	1.141	0.668	Cumple	0.18	0.07	0.59	0.07	1.78	0.45	0.017	1.39	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	439	E-W	MH-465	489.72	488.34	1.38	MH-466	488.48	487.31	1.22	54.45	53.22	57.40	110.62	0.30	1.5	1.94	150	0.04	12.45	0.018	30.640	1.734	0.898	Cumple	0.15	0.05	0.52	0.05	1.59	0.37	0.014	2.66	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	T-443	N-S	MH-466	488.47	487.25	1.22	MH-469	488.10	486.72	1.38	33.19	31.96	53.22	85.18	0.23	1.5	1.66	150	0.04	12.45	0.018	28.343	1.604	0.851	Cumple	0.16	0.05	0.53	0.05	1.63	0.39	0.014	2.36	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	T-441	E-W	MH-467	490.20	488.85	1.35	MH-468	489.58	488.23	1.35	59.61	58.38	0.00	58.38	0.16	1.5	1.06	150	0.04	12.45	0.018	22.648	1.282	0.727	Cumple	0.17	0.07	0.57	0.07	1.72	0.43	0.016	1.66	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	T-442	E-W	MH-468	489.58	488.20	1.38	MH-469	488.10	486.72	1.38	74.23	73.00	31.96	104.96	0.28	1.5	2.03	150	0.04	12.45	0.018	31.342	1.774	0.912	Cumple	0.15	0.05	0.51	0.05	1.58	0.37	0.014	2.76	Cumple	Cumple

BARRIO	Tramo #	DIRECCIÓN (N,S,E,W)	Pozos de Visita								Longitud				Q Calc (l/s)	Q de Dis (l/s)	Pendiente de Tubería (%)	Diámetro (mm)	RH (m)	Rh^0.66/n	Área (m2)	QII (lps)	V Lleno (m/s)	V diseño (m/s)	V>0.60 m/s	Relaciones de elementos de Tubos Parcialmente Llenos						rh		τ	Criterio T>1 Pa	Criterio Y<75%
			De	NT	Invert (SA)	H	A	NT	Invert (EN)	H	Servida (m)	A Instalar (m)	Tributaria	Acumulada												g	Qf/QLL	vi/VLL	q/Qcall	q (Rad)	rh/RhLL	(m)	(Pa)			
VILLA HERMOSA	444	N-S	MH-469	488.10	486.69	1.41	MH-472	487.49	486.30	1.22	61.58	60.35	104.96	165.31	0.45	1.5	0.65	150	0.04	12.45	0.018	17.735	1.004	0.611	Cumple	0.20	0.08	0.61	0.08	1.84	0.48	0.018	1.14	Cumple	Cumple	
VILLA HERMOSA	445	E-W	MH-471A	490.33	488.98	1.35	MH-471	489.00	487.65	1.38	95.45	94.22	0.00	94.22	0.25	1.5	1.41	150	0.04	12.45	0.018	26.121	1.478	0.804	Cumple	0.16	0.06	0.54	0.06	1.66	0.40	0.015	2.08	Cumple	Cumple	
VILLA HERMOSA	446	E-W	MH-471	489.00	487.62	1.38	MH-472	487.49	486.48	1.22	48.58	47.35	94.22	141.57	0.38	1.5	2.41	150	0.04	12.45	0.018	34.150	1.933	0.970	Cumple	0.14	0.04	0.50	0.04	1.55	0.36	0.013	3.15	Cumple	Cumple	
VILLA HERMOSA	448	N-S	MH-472	487.49	486.27	1.22	MH-473	487.58	485.87	1.71	63.27	62.04	107.70	169.74	0.46	1.5	0.64	150	0.04	12.45	0.018	17.598	0.996	0.608	Cumple	0.20	0.09	0.61	0.09	1.84	0.48	0.018	1.12	Cumple	Cumple	
VILLA HERMOSA	451	N-S	MH-473	487.58	485.84	1.74	MH-475	488.22	485.45	2.77	62.68	61.45	62.04	123.49	0.33	1.5	0.63	150	0.04	12.45	0.018	17.460	0.988	0.604	Cumple	0.20	0.09	0.61	0.09	1.85	0.48	0.018	1.11	Cumple	Cumple	
VILLA HERMOSA	450	E-W	MH-474	489.71	488.12	1.59	MH-475	488.22	486.87	1.35	95.84	94.61	82.51	177.12	0.48	1.5	1.32	150	0.04	12.45	0.018	25.274	1.430	0.787	Cumple	0.17	0.06	0.55	0.06	1.68	0.41	0.015	1.98	Cumple	Cumple	
VILLA HERMOSA	456	N-S	MH-475	488.22	485.43	2.79	MH-477	487.65	484.84	2.81	94.82	93.59	156.06	249.65	0.67	1.5	0.63	150	0.04	12.45	0.018	17.460	0.988	0.604	Cumple	0.20	0.09	0.61	0.09	1.85	0.48	0.018	1.11	Cumple	Cumple	
VILLA HERMOSA	461	N-S	MH-477	487.65	484.81	2.84	MH-481	486.74	484.25	2.49	91.46	90.23	185.67	275.90	0.74	1.5	0.62	150	0.04	12.45	0.018	17.321	0.980	0.601	Cumple	0.20	0.09	0.61	0.09	1.85	0.48	0.018	1.10	Cumple	Cumple	
VILLA HERMOSA	467	N-S	MH-481	486.74	484.23	2.51	MH-484	486.36	483.76	2.60	73.06	71.83	147.67	219.50	0.59	1.5	0.65	150	0.04	12.45	0.018	17.735	1.004	0.611	Cumple	0.20	0.08	0.61	0.08	1.84	0.48	0.018	1.14	Cumple	Cumple	
FINLANDIA	468	N-S	MH-484	486.36	483.73	2.63	MH-485	484.24	482.26	1.98	94.22	92.99	103.45	196.44	0.53	1.5	1.58	150	0.04	12.45	0.018	27.651	1.565	0.836	Cumple	0.16	0.05	0.53	0.05	1.64	0.39	0.015	2.27	Cumple	Cumple	
VILLA HERMOSA	T-480A	N-S	MH-485	484.24	481.11	3.13	MH-486	482.69	479.93	2.76	33.04	31.81	186.86	218.67	0.59	1.5	3.71	150	0.04	12.45	0.018	42.371	2.398	1.490	Cumple	0.20	0.04	0.62	0.09	1.87	0.49	0.018	6.69	Cumple	Cumple	
VILLA HERMOSA	470	N-S	MH-486	482.69	479.90	2.79	MH-487	480.36	478.96	1.40	46.05	44.82	31.81	76.63	0.21	1.5	2.1	150	0.04	12.45	0.018	31.878	1.804	0.923	Cumple	0.15	0.05	0.51	0.05	1.58	0.37	0.014	2.83	Cumple	Cumple	
VILLA HERMOSA	471	N-S	MH-487	480.36	478.97	1.39	MH-488	483.04	478.75	4.29	14.15	12.92	44.82	57.74	0.16	1.5	1.7	150	0.04	12.45	0.018	28.682	1.623	0.858	Cumple	0.16	0.05	0.53	0.05	1.62	0.38	0.014	2.40	Cumple	Cumple	
VILLA HERMOSA	449	E-W	MH-490	490.22	489.00	1.22	MH-474	489.71	488.12	1.59	83.74	82.51	0.00	82.51	0.22	1.5	1.07	150	0.04	12.45	0.018	22.755	1.288	0.623	Cumple	0.13	0.07	0.48	0.04	1.50	0.34	0.013	1.32	Cumple	Cumple	
VILLA HERMOSA	454	N-S	MH-474	489.71	488.09	1.62	MH-476	489.70	487.49	2.21	91.36	90.13	82.51	172.64	0.46	1.5	0.67	150	0.04	12.45	0.018	18.006	1.019	0.617	Cumple	0.20	0.08	0.61	0.08	1.83	0.47	0.018	1.16	Cumple	Cumple	
VILLA HERMOSA	452	N-S	MH-476	489.70	487.30	2.40	MH-478	488.58	486.94	1.64	57.28	56.05	113.88	169.93	0.46	1.5	0.64	150	0.04	12.45	0.018	17.598	0.996	0.608	Cumple	0.20	0.09	0.61	0.09	1.84	0.48	0.018	1.12	Cumple	Cumple	
VILLA HERMOSA	480	W-E	MH-478A	488.64	487.42	1.22	MH-478	488.58	487.00	1.58	43.22	41.99	0.00	41.99	0.11	1.5	1	150	0.04	12.45	0.018	21.998	1.245	0.606	Cumple	0.14	0.07	0.49	0.04	1.51	0.34	0.013	1.25	Cumple	Cumple	
VILLA HERMOSA	457	N-S	MH-478	488.58	486.91	1.67	MH-479	489.62	486.66	2.96	38.54	37.31	98.04	135.35	0.36	1.5	0.67	150	0.04	12.45	0.018	18.006	1.019	0.617	Cumple	0.20	0.08	0.61	0.08	1.83	0.47	0.018	1.16	Cumple	Cumple	
VILLA HERMOSA	463	N-S	MH-479	489.62	486.63	2.99	MH-482	488.33	486.17	2.16	73.38	72.15	127.25	199.40	0.54	1.5	0.64	150	0.04	12.45	0.018	17.598	0.996	0.608	Cumple	0.20	0.09	0.61	0.09	1.84	0.48	0.018	1.12	Cumple	Cumple	
VILLA HERMOSA	462	E-W	MH-482	488.33	486.62	1.71	MH-483	487.56	485.94	1.62	66.03	64.80	151.72	216.52	0.58	1.5	1.05	150	0.04	12.45	0.018	22.541	1.276	0.724	Cumple	0.17	0.07	0.57	0.07	1.73	0.43	0.016	1.65	Cumple	Cumple	
VILLA HERMOSA	464	E-W	MH-483	487.56	485.91	1.65	MH-484	486.36	485.01	1.35	32.85	31.62	136.63	168.25	0.45	1.5	2.85	150	0.04	12.45	0.018	37.137	2.102	1.030	Cumple	0.14	0.04	0.49	0.04	1.52	0.34	0.013	3.60	Cumple	Cumple	
VILLA HERMOSA	544	W-E	MH-493	489.87	487.87	2.00	MH-482	488.33	486.67	1.66	80.80	79.57	0.00	79.57	0.21	1.5	1.51	150	0.04	12.45	0.018	27.032	1.530	0.767	Cumple	0.14	0.06	0.50	0.04	1.55	0.36	0.013	1.97	Cumple	Cumple	

BARRIO	Tramo #	DIRECCION (N,S,E,W)	Pozos de Visita								Longitud				Q Calc (l/s)	Q de Dis (l/s)	Pendiente de Tubería (%)	Diámetro (mm)	RH (m)	Rh^0.66/n	Área (m2)	QII (lps)	V Lleno (m/s)	V diseño (m/s)	V>0.60 m/s	Relaciones de elementos de Tubos Parcialmente Llenos						rh	τ	Criterio T>1 Pa	Criterio Y<75%
			De	NT	Invert (SA)	H	A	NT	Invert (EN)	H	Servida (m)	A Instalar (m)	Tributaria	Acumulada												g	Qf/QLL	vi/VLL	q/Qcall	q (Rad)	rh/RhLL				
FINLANDIA	477	N-S	MH-482	488.33	486.14	2.19	MH-494	487.41	485.77	1.64	22.66	21.43	151.72	173.15	0.47	1.5	1.73	150	0.04	12.45	0.018	28.934	1.637	0.863	Cumple	0.15	0.05	0.53	0.05	1.62	0.38	0.014	2.43	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	481	N-S	MH-494	487.41	485.74	1.67	MH-496	484.21	482.41	1.80	70.71	69.48	21.43	90.91	0.24	1.5	4.79	150	0.04	12.45	0.018	48.145	2.724	1.233	Cumple	0.12	0.03	0.45	0.03	1.42	0.30	0.011	5.37	Cumple	Cumple
LUZ MARINA	486	N-S	MH-496	484.21	482.21	2.00	MH-498	483.47	481.98	1.49	35.88	34.65	160.89	195.54	0.53	1.5	0.66	150	0.04	12.45	0.018	17.871	1.011	0.614	Cumple	0.20	0.08	0.61	0.08	1.83	0.47	0.018	1.15	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	482	E-W	MH-498	483.47	481.95	1.52	MH-486	482.69	481.34	1.35	94.36	93.13	157.54	250.67	0.67	1.5	0.65	150	0.04	12.45	0.018	17.735	1.004	0.611	Cumple	0.20	0.08	0.61	0.08	1.84	0.48	0.018	1.14	Cumple	Cumple
LUZ MARINA	484	N-S	MH-498	483.47	481.95	1.52	MH-500	482.26	480.80	1.46	57.27	56.04	101.37	157.41	0.42	1.5	2.05	150	0.04	12.45	0.018	31.496	1.782	0.915	Cumple	0.15	0.05	0.51	0.05	1.58	0.37	0.014	2.78	Cumple	Cumple
METAPA	489	N-S	MH-500	482.26	478.14	4.12	MH-501	481.62	477.66	3.96	28.31	27.08	206.05	233.13	0.63	1.5	1.77	200	0.05	15.08	0.031	63.029	2.006	0.838	Cumple	0.11	0.02	0.42	0.02	1.33	0.27	0.014	2.34	Cumple	Cumple
METAPA	543	N-S	MH-501	481.62	477.63	3.99	MH-550	480.28	476.88	3.40	71.84	70.61	27.08	97.69	0.26	1.5	1.06	200	0.05	15.08	0.031	48.776	1.553	0.700	Cumple	0.12	0.03	0.45	0.03	1.42	0.30	0.015	1.57	Cumple	Cumple
METAPA	542	N-S	MH-549	479.87	476.48	3.39	MH-550	480.28	476.36	3.92	9.91	8.68	124.61	133.29	0.36	1.5	1.38	150	0.04	12.45	0.018	25.842	1.462	0.634	Cumple	0.11	0.06	0.43	0.03	1.37	0.29	0.011	1.45	Cumple	Cumple
METAPA	540	S-N	MH-548	480.14	478.55	1.59	MH-549	479.87	476.51	3.20	55.23	54.00	0.00	54.00	0.15	1.5	3.78	150	0.04	12.45	0.018	42.769	2.420	1.182	Cumple	0.14	0.04	0.49	0.04	1.52	0.34	0.013	4.75	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	497	E-W	MH-509	493.26	491.91	1.35	MH-510	491.31	489.93	1.38	62.28	61.05	0.00	61.05	0.16	1.5	3.24	150	0.04	12.45	0.018	39.597	2.241	0.856	Cumple	0.09	0.04	0.38	0.02	1.24	0.24	0.009	2.81	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	498	E-W	MH-510	491.31	489.90	1.41	MH-511	490.75	489.34	1.41	32.69	31.46	61.05	92.51	0.25	1.5	1.78	150	0.04	12.45	0.018	29.349	1.661	0.693	Cumple	0.11	0.05	0.42	0.02	1.33	0.27	0.010	1.77	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	459	N-S	MH-511	490.75	489.34	1.41	MH-515	490.19	488.73	1.46	44.84	43.61	85.46	129.07	0.35	1.5	1.4	150	0.04	12.45	0.018	26.028	1.473	0.803	Cumple	0.16	0.06	0.54	0.06	1.67	0.40	0.015	2.07	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	501	N-S	MH-515	490.19	488.58	1.61	MH-517	490.13	488.29	1.84	47.21	45.98	85.07	131.05	0.35	1.5	0.63	150	0.04	12.45	0.018	17.460	0.988	0.604	Cumple	0.20	0.09	0.61	0.09	1.85	0.48	0.018	1.11	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	503	N-S	MH-517	490.13	488.26	1.87	MH-591	490.77	487.98	2.79	46.58	45.35	138.54	183.89	0.50	1.5	0.62	150	0.04	12.45	0.018	17.321	0.980	0.601	Cumple	0.20	0.09	0.61	0.09	1.85	0.48	0.018	1.10	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	447	E-W	MH-591	490.77	487.95	2.82	MH-592	490.77	487.66	3.11	24.98	23.75	45.35	69.10	0.19	1.5	1.22	150	0.04	12.45	0.018	24.298	1.375	0.607	Cumple	0.12	0.06	0.44	0.03	1.39	0.29	0.011	1.32	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	453	E-W	MH-592	490.77	487.63	3.14	MH-476	489.70	487.33	2.37	24.98	23.75	113.89	137.64	0.37	1.5	1.26	150	0.04	12.45	0.018	24.693	1.397	0.614	Cumple	0.12	0.06	0.44	0.03	1.39	0.29	0.011	1.35	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	455	E-W	MH-476	489.70	487.49	2.21	MH-477	487.65	485.07	2.58	93.31	92.08	117.34	209.42	0.56	1.5	2.63	150	0.04	12.45	0.018	35.675	2.019	0.798	Cumple	0.10	0.04	0.40	0.02	1.27	0.25	0.009	2.41	Cumple	Cumple
FINLANDIA	532	N-S	MH-591	490.77	489.42	1.35	MH-520	491.08	489.14	1.94	45.24	44.01	136.40	180.41	0.49	1.5	0.64	150	0.04	12.45	0.018	17.598	0.996	0.608	Cumple	0.20	0.09	0.61	0.09	1.84	0.48	0.018	1.12	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	507	N-S	MH-520	491.08	489.11	1.97	MH-522	490.67	488.80	1.87	49.41	48.18	134.95	183.13	0.49	1.5	0.64	150	0.04	12.45	0.018	17.598	0.996	0.608	Cumple	0.20	0.09	0.61	0.09	1.84	0.48	0.018	1.12	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	511	E-W	MH-524	493.88	492.65	1.23	MH-525	493.17	491.98	1.22	42.84	41.61	0.00	41.61	0.11	1.5	1.61	150	0.04	12.45	0.018	27.912	1.580	0.659	Cumple	0.11	0.05	0.42	0.02	1.33	0.27	0.010	1.60	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	512	E-W	MH-525	493.17	491.95	1.22	MH-521	492.84	491.42	1.42	53.45	52.22	41.61	93.83	0.25	1.5	1.01	150	0.04	12.45	0.018	22.108	1.251	0.608	Cumple	0.14	0.07	0.49	0.04	1.51	0.34	0.013	1.26	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	509	E-W	MH-521	492.84	491.39	1.45	MH-522	490.67	489.35	1.32	93.03	91.80	100.40	192.20	0.52	1.5	2.22	150	0.04	12.45	0.018	32.776	1.855	0.733	Cumple	0.10	0.05	0.39	0.02	1.27	0.25	0.009	2.03	Cumple	Cumple

BARRIO	Tramo #	DIRECCIÓN (N,S,E,W)	Pozos de Visita								Longitud				Q Calc (l/s)	Q de Dis (l/s)	Pendiente de Tubería (%)	Diámetro (mm)	RH (m)	Rh^0.66/n	Área (m2)	QII (lps)	V Lleno (m/s)	V diseño (m/s)	V>0.60 m/s	Relaciones de elementos de Tubos Parcialmente Llenos						rh	τ	Criterio T>1 Pa	Criterio Y<75%
			De	NT	Invert (SA)	H	A	NT	Invert (EN)	H	Servida (m)	A Instalar (m)	Tributaria	Acumulada												g	Qf/QLL	vi/VLL	q/Qcall	q (Rad)	rh/RhLL				
VILLA HERMOSA	510	E-W	MH-522	490.67	489.32	1.35	MH-479	489.62	488.34	1.28	91.17	89.94	85.49	175.43	0.47	1.5	1.09	150	0.04	12.45	0.018	22.967	1.300	0.615	Cumple	0.13	0.07	0.47	0.04	1.48	0.33	0.012	1.30	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	458	E-W	MH-479	489.62	488.25	1.37	MH-480	488.76	487.41	1.35	33.67	32.44	162.09	194.53	0.52	1.5	2.59	150	0.04	12.45	0.018	35.403	2.003	0.794	Cumple	0.10	0.04	0.40	0.02	1.27	0.25	0.009	2.38	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	460	E-W	MH-480	488.76	487.38	1.38	MH-481	486.74	485.36	1.38	58.67	57.44	122.67	180.11	0.48	1.5	3.52	150	0.04	12.45	0.018	41.272	2.336	0.760	Cumple	0.07	0.04	0.33	0.01	1.09	0.19	0.007	2.40	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	517	N-S	MH-522	490.47	488.77	1.70	MH-531	489.87	488.30	1.57	72.61	71.38	139.98	211.36	0.57	1.5	0.66	150	0.04	12.45	0.018	17.871	1.011	0.614	Cumple	0.20	0.08	0.61	0.08	1.83	0.47	0.018	1.15	Cumple	Cumple
FINLANDIA	479	N-S	MH-531	489.87	488.27	1.60	MH-495	488.18	486.74	1.44	91.90	90.67	114.22	204.89	0.55	1.5	1.69	150	0.04	12.45	0.018	28.598	1.618	0.856	Cumple	0.16	0.05	0.53	0.05	1.62	0.38	0.014	2.39	Cumple	Cumple
LUZ MARINA	483	N-S	MH-495	488.18	486.71	1.47	MH-497	487.39	486.01	1.38	33.30	32.07	183.86	215.93	0.58	1.5	2.18	150	0.04	12.45	0.018	32.480	1.838	0.936	Cumple	0.15	0.05	0.51	0.05	1.57	0.36	0.014	2.91	Cumple	Cumple
LUZ MARINA	485	E-W	MH-497	487.39	485.98	1.41	MH-498	483.47	482.12	1.35	92.31	91.08	66.72	157.80	0.42	1.5	4.24	150	0.04	12.45	0.018	45.297	2.563	1.181	Cumple	0.12	0.03	0.46	0.03	1.44	0.31	0.012	4.88	Cumple	Cumple
LUZ MARINA	487	N-S	MH-497	487.39	485.98	1.41	MH-499	485.82	484.50	1.32	58.55	57.32	123.15	180.47	0.49	1.5	2.58	150	0.04	12.45	0.018	35.334	2.000	0.994	Cumple	0.14	0.04	0.50	0.04	1.54	0.35	0.013	3.32	Cumple	Cumple
METAPA	535	N-S	MH-499	485.82	484.44	1.38	MH-545	484.58	483.22	1.36	69.80	68.57	141.31	209.88	0.57	1.5	1.78	150	0.04	12.45	0.018	29.349	1.661	0.871	Cumple	0.15	0.05	0.52	0.05	1.61	0.38	0.014	2.49	Cumple	Cumple
METAPA	538	N-S	MH-545	484.58	483.19	1.39	MH-546	483.75	481.77	1.98	31.52	30.29	68.57	98.86	0.27	1.5	4.69	150	0.04	12.45	0.018	47.640	2.696	1.224	Cumple	0.12	0.03	0.45	0.03	1.43	0.31	0.011	5.28	Cumple	Cumple
METAPA	495	S-N	MH-505	481.53	480.31	1.22	MH-508	481.96	479.92	2.04	63.44	62.21	32.70	94.91	0.26	1.5	0.63	150	0.04	12.45	0.018	17.460	0.988	0.604	Cumple	0.20	0.09	0.61	0.09	1.85	0.48	0.018	1.11	Cumple	Cumple
METAPA	T-496A	S-N	MH-508	481.96	479.89	2.07	MH-546	483.75	479.47	4.28	68.53	67.30	116.27	183.57	0.49	1.5	0.62	150	0.04	12.45	0.018	17.321	0.980	0.601	Cumple	0.20	0.09	0.61	0.09	1.85	0.48	0.018	1.10	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	499	E-W	MH-513	494.27	492.90	1.37	MH-514	491.39	490.37	1.22	52.48	51.25	0.00	51.25	0.14	1.5	4.94	150	0.04	12.45	0.018	48.893	2.767	1.247	Cumple	0.12	0.03	0.45	0.03	1.42	0.30	0.011	5.50	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	500	E-W	MH-514	491.39	490.07	1.32	MH-515	490.19	488.73	1.46	42.69	41.46	51.25	92.71	0.25	1.5	3.23	150	0.04	12.45	0.018	39.535	2.237	1.075	Cumple	0.13	0.04	0.48	0.04	1.50	0.33	0.012	3.96	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	496	N-S	MH-513	494.27	492.90	1.37	MH-516	492.78	491.43	1.35	47.65	46.42	51.25	97.67	0.26	1.5	3.17	150	0.04	12.45	0.018	39.166	2.216	1.068	Cumple	0.13	0.04	0.48	0.04	1.50	0.33	0.013	3.90	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	502	E-W	MH-516	492.78	491.36	1.42	MH-517	490.13	488.78	1.35	93.79	92.56	46.42	138.98	0.37	1.5	2.79	150	0.04	12.45	0.018	36.744	2.079	1.022	Cumple	0.14	0.04	0.49	0.04	1.52	0.34	0.013	3.54	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	504	N-S	MH-516	492.78	491.40	1.38	MH-518	492.76	491.11	1.65	46.28	45.05	138.98	184.03	0.50	1.5	0.64	150	0.04	12.45	0.018	17.598	0.996	0.608	Cumple	0.20	0.09	0.61	0.09	1.84	0.48	0.018	1.12	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	T-518A	E-W	MH-518	492.76	491.15	1.61	MH-591	490.77	489.42	1.35	92.28	91.05	45.05	136.10	0.37	1.5	1.9	150	0.04	12.45	0.018	30.322	1.716	0.891	Cumple	0.15	0.05	0.52	0.05	1.60	0.37	0.014	2.62	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	506	N-S	MH-518	492.76	491.08	1.68	MH-519	492.33	490.81	1.52	44.11	42.88	92.89	135.77	0.37	1.5	0.63	150	0.04	12.45	0.018	17.460	0.988	0.604	Cumple	0.20	0.09	0.61	0.09	1.85	0.48	0.018	1.11	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	508	E-W	MH-519	492.33	490.78	1.55	MH-520	491.08	489.63	1.45	92.17	90.94	134.73	225.67	0.61	1.5	1.26	150	0.04	12.45	0.018	24.693	1.397	0.774	Cumple	0.17	0.06	0.55	0.06	1.69	0.41	0.015	1.91	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	505	S-N	MH-521	492.84	491.49	1.35	MH-519	492.33	490.81	1.55	49.07	47.84	0.00	47.84	0.13	1.5	1.42	150	0.04	12.45	0.018	26.214	1.483	0.806	Cumple	0.16	0.06	0.54	0.06	1.66	0.40	0.015	2.09	Cumple	Cumple
VILLA HERMOSA	515	N-S	MH-526	493.65	492.40	1.25	MH-528	493.84	491.95	1.89	63.19	61.96	0.00	61.96	0.17	1.5	0.73	150	0.04	12.45	0.018	18.795	1.064	0.636	Cumple	0.19	0.08	0.60	0.08	1.81	0.46	0.017	1.24	Cumple	Cumple

BARRIO	Tramo #	DIRECCIÓN (N,S,E,W)	Pozos de Visita								Longitud				Q Calc (l/s)	Q de Dis (l/s)	Pendiente de Tubería (%)	Diámetro (mm)	RH (m)	Rh^0.66/n	Área (m2)	QII (lps)	V Lleno (m/s)	V diseño (m/s)	V>0.60 m/s	Relaciones de elementos de Tubos Parcialmente Llenos							rh (m)	τ (Pa)	Criterio T>1 Pa	Criterio Y<75%
			De	NT	Invert (SA)	H	A	NT	Invert (EN)	H	Servida (m)	A Instalar (m)	Tributaria	Acumulada												g	Qf/QLL	vi/VLL	q/Qcall	q (Rad)	rh/RhLL					
VILLA HERMOSA	514	E-W	MH-528	493.84	492.44	1.40	MH-530	492.31	491.12	1.22	48.43	47.20	146.74	193.94	0.52	1.5	2.8	150	0.04	12.45	0.018	36.810	2.083	1.023	Cumple	0.14	0.04	0.49	0.04	1.52	0.34	0.013	3.55	Cumple	Cumple	
FINLANDIA	513	E-W	MH-527	493.92	492.67	1.25	MH-528	493.84	492.06	1.78	86.01	84.78	61.96	146.74	0.40	1.5	0.72	150	0.04	12.45	0.018	18.666	1.056	0.633	Cumple	0.19	0.08	0.60	0.08	1.81	0.46	0.017	1.23	Cumple	Cumple	
VILLA HERMOSA	516	E-W	MH-530	492.31	491.09	1.22	MH-531	489.87	488.46	1.41	44.07	42.84	118.58	161.42	0.43	1.5	6.14	150	0.04	12.45	0.018	54.509	3.085	1.345	Cumple	0.11	0.03	0.44	0.03	1.38	0.29	0.011	6.50	Cumple	Cumple	
FINLANDIA	519	N-S	MH-528	493.84	491.86	1.98	MH-533	491.83	490.43	1.40	68.19	66.96	146.74	213.70	0.58	1.5	2.14	150	0.04	12.45	0.018	32.180	1.821	0.929	Cumple	0.15	0.05	0.51	0.05	1.57	0.36	0.014	2.87	Cumple	Cumple	
VILLA HERMOSA	522	N-S	MH-533	491.83	490.40	1.43	MH-534	490.38	488.97	1.41	23.80	22.57	66.96	89.53	0.24	1.5	6.34	150	0.04	12.45	0.018	55.390	3.134	1.360	Cumple	0.11	0.03	0.43	0.03	1.37	0.29	0.011	6.66	Cumple	Cumple	
FINLANDIA	518	E-W	PVS-104A	491.32	489.71	1.61	MH-532	490.63	489.27	1.36	40.67	39.44	0.00	39.44	0.11	1.5	1.12	150	0.04	12.45	0.018	23.281	1.317	0.741	Cumple	0.17	0.06	0.56	0.06	1.71	0.42	0.016	1.74	Cumple	Cumple	
FINLANDIA	520	E-W	MH-532	490.63	489.24	1.39	MH-534	490.38	488.94	1.44	47.66	46.43	62.01	108.44	0.29	1.5	0.65	150	0.04	12.45	0.018	17.735	1.004	0.611	Cumple	0.20	0.08	0.61	0.08	1.84	0.48	0.018	1.14	Cumple	Cumple	
FINLANDIA	521	E-W	MH-534	490.38	488.98	1.40	MH-495	488.18	486.74	1.44	94.42	93.19	69.00	162.19	0.44	1.5	2.4	150	0.04	12.45	0.018	34.079	1.928	0.968	Cumple	0.14	0.04	0.50	0.04	1.55	0.36	0.013	3.14	Cumple	Cumple	
FINLANDIA	478	E-W	MH-495	488.18	486.81	1.37	MH-496	484.21	482.74	1.47	92.64	91.41	183.86	275.27	0.74	1.5	4.45	150	0.04	12.45	0.018	46.405	2.626	1.201	Cumple	0.12	0.03	0.46	0.03	1.43	0.31	0.012	5.07	Cumple	Cumple	
FINLANDIA	469	E-W	MH-496	484.21	482.85	1.36	MH-485	484.24	482.24	2.00	95.10	93.87	253.88	347.75	0.94	1.5	0.65	150	0.04	12.45	0.018	17.735	1.004	0.611	Cumple	0.20	0.08	0.61	0.08	1.84	0.48	0.018	1.14	Cumple	Cumple	
LUZ MARINA	T-528	N-S	MH-534	490.38	488.91	1.47	MH-539	488.14	486.86	1.28	90.63	89.40	69.00	158.40	0.43	1.5	2.29	150	0.04	12.45	0.018	33.289	1.884	0.952	Cumple	0.14	0.05	0.51	0.05	1.56	0.36	0.013	3.03	Cumple	Cumple	
LUZ MARINA	T-525	E-W	MH-537	490.36	489.04	1.32	MH-538	489.09	487.70	1.39	42.63	41.40	0.00	41.40	0.11	1.5	3.24	150	0.04	12.45	0.018	39.597	2.241	1.076	Cumple	0.13	0.04	0.48	0.04	1.49	0.33	0.012	3.97	Cumple	Cumple	
LUZ MARINA	T-526	E-W	MH-538	489.09	487.67	1.42	MH-539	488.14	486.89	1.25	43.38	42.15	130.80	172.95	0.47	1.5	1.85	150	0.04	12.45	0.018	29.921	1.693	0.883	Cumple	0.15	0.05	0.52	0.05	1.60	0.38	0.014	2.56	Cumple	Cumple	
LUZ MARINA	T-527	E-W	MH-539	488.14	486.80	1.34	MH-540	488.20	486.59	1.61	9.08	7.85	131.55	139.40	0.38	1.5	2.68	150	0.04	12.45	0.018	36.012	2.038	1.007	Cumple	0.14	0.04	0.49	0.04	1.53	0.35	0.013	3.43	Cumple	Cumple	
LUZ MARINA	T-529	E-W	MH-540	488.20	486.80	1.40	MH-540	488.20	484.47	3.73	85.22	83.99	49.25	133.24	0.36	1.5	2.77	150	0.04	12.45	0.018	36.612	2.072	1.019	Cumple	0.14	0.04	0.49	0.04	1.53	0.35	0.013	3.52	Cumple	Cumple	
LUZ MARINA	494	E-W	MH-499	485.82	484.42	1.40	MH-500	482.26	480.90	1.36	93.20	91.97	141.31	233.28	0.63	1.5	3.83	150	0.04	12.45	0.018	43.051	2.436	1.140	Cumple	0.13	0.03	0.47	0.03	1.46	0.32	0.012	4.51	Cumple	Cumple	
LUZ MARINA	472	W-E	MH-488	483.04	478.73	4.31	MH-489	480.26	478.50	1.76	30.12	28.89	12.92	41.81	0.11	1.5	0.8	150	0.04	12.45	0.018	19.676	1.113	0.657	Cumple	0.19	0.08	0.59	0.08	1.79	0.45	0.017	1.33	Cumple	Cumple	
LUZ MARINA	488	W-E	MH-489	480.26	478.47	1.79	MH-500	482.26	477.96	4.31	59.27	58.04	65.17	123.21	0.33	1.5	0.88	150	0.04	12.45	0.018	20.636	1.168	0.680	Cumple	0.18	0.07	0.58	0.07	1.76	0.44	0.017	1.44	Cumple	Cumple	
LUZ MARINA	T-534	N-S	MH-541	487.59	485.72	1.87	MH-544	486.51	484.64	1.87	64.39	63.16	28.89	92.05	0.25	1.5	1.71	150	0.04	12.45	0.018	28.766	1.628	0.859	Cumple	0.16	0.05	0.53	0.05	1.62	0.38	0.014	2.41	Cumple	Cumple	
LUZ MARINA	T-532A	E-W	PVS-105A	489.32	487.82	1.50	MH-543	488.93	486.57	2.36	49.87	48.64	0.00	48.64	0.13	1.5	2.57	150	0.04	12.45	0.018	35.266	1.996	0.992	Cumple	0.14	0.04	0.50	0.04	1.54	0.35	0.013	3.31	Cumple	Cumple	
LUZ MARINA	T-533	E-W	MH-543	488.93	487.54	1.39	MH-544	486.51	485.16	1.35	55.29	54.06	111.80	165.86	0.45	1.5	4.4	150	0.04	12.45	0.018	46.144	2.611	1.197	Cumple	0.12	0.03	0.46	0.03	1.44	0.31	0.012	5.02	Cumple	Cumple	
LUZ MARINA	T-536	E-W	MH-544	486.51	484.61	1.90	MH-546	483.75	481.77	1.98	55.29	54.06	102.70	156.76	0.42	1.5	5.25	150	0.04	12.45	0.018	50.404	2.852	1.274	Cumple	0.12	0.03	0.45	0.03	1.41	0.30	0.011	5.76	Cumple	Cumple	

BARRIO	Tramo #	DIRECCIÓN (N,S,E,W)	Pozos de Visita								Longitud				Q Calc (l/s)	Q de Dis (l/s)	Pendiente de Tubería (%)	Diámetro (mm)	RH (m)	Rh^0.66/n	Área (m2)	QII (lps)	V Lleno (m/s)	V diseño (m/s)	V>0.60 m/s	Relaciones de elementos de Tubos Parcialmente Llenos							rh (m)	τ (Pa)	Criterio T>1 Pa	Criterio Y<75%
			De	NT	Invert (SA)	H	A	NT	Invert (EN)	H	Servida (m)	A Instalar (m)	Tributaria	Acumulada												g	Qf/QLL	vi/VLL	q/Qcall	q (Rad)	rh/RhLL					
LUZ MARINA	T-537	E-W	MH-546	483.75	479.44	4.31	MH-547	482.20	479.05	3.15	44.51	43.28	84.35	127.63	0.34	1.5	0.9	150	0.04	12.45	0.018	20.869	1.181	0.685	Cumple	0.18	0.07	0.58	0.07	1.76	0.44	0.017	1.46	Cumple	Cumple	
LUZ MARINA	T-539	E-W	MH-547	482.20	479.02	3.18	MH-549	479.87	478.49	1.38	42.17	40.94	43.28	84.22	0.23	1.5	1.29	150	0.04	12.45	0.018	24.985	1.414	0.781	Cumple	0.17	0.06	0.55	0.06	1.68	0.41	0.015	1.95	Cumple	Cumple	
LUZ MARINA	T-541	E-W	MH-550	480.28	476.33	3.95	MH-551	477.80	475.90	1.90	50.25	49.02	120.23	169.25	0.46	1.5	0.88	200	0.05	15.08	0.031	44.442	1.415	0.629	Cumple	0.12	0.03	0.44	0.03	1.40	0.30	0.015	1.28	Cumple	Cumple	
LUZ MARINA	490	E-W	PVS-108A	490.02	485.81	4.21	MH-502	485.56	484.06	1.50	46.19	44.96	0.00	44.96	0.12	1.5	3.89	150	0.04	12.45	0.018	43.387	2.455	1.146	Cumple	0.13	0.03	0.47	0.03	1.46	0.32	0.012	4.57	Cumple	Cumple	
LUZ MARINA	491	E-W	MH-502	485.56	484.03	1.53	MH-503	484.06	482.61	1.45	57.41	56.18	44.96	101.14	0.27	1.5	2.53	150	0.04	12.45	0.018	34.990	1.980	0.987	Cumple	0.14	0.04	0.50	0.04	1.54	0.35	0.013	3.27	Cumple	Cumple	
LUZ MARINA	492	E-W	MH-503	484.06	482.58	1.48	MH-504	482.07	480.71	1.36	68.86	67.63	56.18	123.81	0.33	1.5	2.77	150	0.04	12.45	0.018	36.612	2.072	1.019	Cumple	0.14	0.04	0.49	0.04	1.53	0.35	0.013	3.52	Cumple	Cumple	
LUZ MARINA	493	E-W	MH-504	482.07	480.68	1.39	MH-505	481.53	480.34	1.22	33.93	32.70	67.63	100.33	0.27	1.5	1.04	150	0.04	12.45	0.018	22.434	1.269	0.722	Cumple	0.18	0.07	0.57	0.07	1.73	0.43	0.016	1.64	Cumple	Cumple	

Nota. Elaboración propia

Tabla 33*Longitud total del sistema de alcantarillado sanitario*

SECTOR	Descripción	Diámetro	Material	Longitud m
1	Tubería nueva	150	PVC -F949	6628.858
		200	PVC -F949	150.4
	Total			6779.258 m

Nota. Elaboración propia

Tabla 34*Dimensionamiento de canal de entrada y rejillas*

Descripción	Cantidad	Unidades
Canal de entrada		
Ancho propuesto de canal:	0.5	m
Pendiente a lo largo del canal:	0.005	m/m
Coeficiente de Manning para canal:	0.013	
Altura del canal:	0.67	m
Factor de forma de las barras:	1.79	
Tirante hidráulico:	0.054	m
Rejillas		
Ángulo de la rejilla con la horizontal:	60	°
Separación entre barras:	0.03021	mm
Ancho de barra o diámetro de barra:	0.01250	mm
Borde Libre:	0.3	m
Velocidad de aproximación:	0.45	m/s

Nota. Elaboración propia

Tabla 35*Cálculos de canal de entrada y rejillas*

Canal Rectangular			
Descripción	Cantidad	Unidades	Criterio
Tirante hidráulico:	0.05400	m	
Área de agua en el canal:	0.027000	m ²	
Perímetro mojado:	0.608	m	
Radio hidráulico:	0.044	m	
Velocidad máxima:	0.676	m/s	
Cálculos de rejillas			
Energía de velocidad de flujo de aproximación:	0.0294	m	
Longitud de rejilla sumergida:	0.0461	m	
Longitud total de rejilla:	0.7736	m	
Cálculo de numero de barras a utilizar	11.7073	barras	
Numero de barras:	11.0000	barras	
Área máxima entre barras:	0.01446375	m ²	
Velocidad máxima entre barras:	0.794697989	m/s	<0.90 Cumple
Área media entre barras:	0.0096135	m ²	
Velocidad media entre barras:	0.624122328	m/s	<0.90 Cumple
Perdida de carga en las rejillas (Velocidad):	0.021813682	m	<0.15 Cumple
Perdida de carga en las rejillas (Kirschmer):	0.014036832	m	<0.15 Cumple
Eficiencia:	0.707317073		0.6-0.85 Cepis
Velocidad aguas arriba:	0.562103456	m/s	0.3-0.6 m/s
Altura del canal:	0.0758		

Nota. Elaboración propia

Tabla 36*Parámetros para el diseño del Desarenador de flujo horizontal*

Parámetros			
Descripción	Cantidad	Unidades	Criterios
Tiempo de retención en tolva:	15	días	
Tiempo de retención:	60	s	45-90 NTON
Velocidad Horizontal:	0.3	m/s	0.24-0.4 NTON
Velocidad de sedimentación:	0.02	m/s	0.016-0.021 NTON
Relación largo:ancho:	5:1		2.5:1-5:1 NTON
Relación ancho:profundidad:	1:1		1:1-5:1 NTON
Carga superficial:	0.0105	m ³ / m ² s	0.0081-0.018
Diámetro de partícula:	0.0002	m	NTON
Borde libre:	0.2	m	
Ancho del desarenador:	0.5	m	Propuesto
Coeficiente de Manning:	0.013		
Altura del desarenador:	0.5		
Cantidad de material retenido:	0.03	l/ m ³	OPS/OMS/CEPIS

Nota. Elaboración propia

Tabla 37*Valores de K y n en el medidor Parshall.*

W (m)	“K”	“n”	Capacidad (m³/s)	
			Mínima	Máxima
0.076	0.176	1.547	0.00085	0.0538
0.152	0.381	1.580	0.00152	0.1104
0.229	0.535	1.530	0.00255	0.2519
0.305	0.690	1.522	0.00311	0.4556
0.457	1.054	1.538	0.00425	0.6962
0.610	1.426	1.550	0.01189	0.9367
0.925	2.182	1.556	0.01726	1.4263
1.220	2.935	1.578	0.03679	1.9215
1.525	3.728	1.587	0.06280	2.4220
1.830	4.515	1.595	0.07440	2.9290
2.135	5.306	1.601	0.11540	3.4400
2.440	6.101	1.606	0.13070	3.9500

Nota. Guía de diseño para el diseño de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales, pág. 68.

Tabla 38

Rangos y Valores Máximos Permisibles para los Vertidos a la Red de Alcantarillado Sanitario.

Parámetro	Rangos y Valores Máximos Permisibles
Temperatura °C	50
Color (UC)	20
pH	6 – 9
Conductividad eléctrica (µS/cm)	5000
Sólidos Totales (mg/l)	1,500
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	400
Sólidos Sedimentables (ml/l)	10
Aceites y Grasas Totales (mg/l)	100
Aceites y Grasas Minerales (mg/l)	20
DBO ₅ (mg/l)	400
DQO (mg/l)	900
Fósforo Total (mg/l)	12
Nitrógeno Total Kjeldahl (mg/l)	60
Mercurio (mg/l)	0,02
Manganeso (mg/l)	10
Arsénico (mg/l)	0,50
Cadmio (mg/l)	0,75
Cromo Hexavalente (mg/l)	0,5
Cobre (mg/l)	3
Plomo(mg/l)	1
Fenoles(mg/l)	0,5
Níquel (mg/l)	3
Zinc (mg/l)	3
Plata(mg/l)	1
Selenio (mg/l)	1
Sulfuros(mg/l)	1
Sulfatos (mg/l)	500
Hierro(mg/l)	10
Cloruro (mg/l)	1,000
Fluoruro (mg/l)	10

Nota. Decreto 21-2017, Reglamento en el que se establecen las disposiciones para el vertido de aguas residuales.

Tabla 39*Ubicación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales***Cuadro 1: Ubicación de los Sistemas de Tratamientos de Aguas Residuales**

UNIDADES DE TRATAMIENTOS	POZOS INDIVIDUALES DE AGUA PARA CONSUMO DOMESTICO 1	LINDERO DE PROPIEDAD	VIVIENDAS o Zonas Pobladas	NIVEL FREÁTICO
Tanque séptico	Mayor de 20 metros	Mayor de 5 metros	Mayor de 5 metros	Mayor de 5 metros
Tanque Inhoff	Mayor de 15 metros			
Pozo de absorción	Mayor de 30 metros	Mayor de 10 metros	Mayor de 100 metros	Mayor de 100 metros
Laguna de Estabilización	Mayor de 200 metros	Mayor de 3 metros	Mayor de 3 metros	Mayor de 3 metros
Facultativas y Aerobias	Mayor de 200 metros	Mayor de 20 metros	Mayor de 300 metros	Mayor de 300 metros
Lagunas y Anaerobias				
Lodos activados	Mayor de 100 metros	Mayor de 20 metros	Mayor de 1000 metros	Mayor de 1000 metros
Reactor UASB	Mayor de 100 metros	Mayor de 10 metros	Mayor de 50 metros	Mayor de 50 metros
Filtro Anaerobio				
Zanjas de Oxidación	Mayor de 100 metros	Mayor de 10 metros	Mayor de 50 metros	Mayor de 50 metros
Biofiltros	Mayor de 100 metros	Mayor de 10 metros	Mayor de 100 metros	Mayor de 100 metros
Humedales				
(Laguna con macrofitas)	100 metros	Mayor de 10 metros	Mayor de 10 metros	Mayor de 10 metros
	200 metros			
Laguna aeobia (Maduración)	Mayor de 200 metros	Mayor de 5 metros	Mayor de 50 metros	Mayor de 50 metros
Infiltración al suelo en general	Mayor de 200 metros	Mayor de 20 metros	100 metros	100 metros
		Mayor de 20 metros	200 metros	200 metros
		Mayor de 3 metros		

Nota. Acápites 6.10 Norma técnica obligatoria nicaragüense para regular los sistemas de tratamientos de aguas residuales y su reuso N° NTON 05 027-05.

Tabla 40*Eficiencia de remoción de los diferentes procesos de tratamientos*

TRATAMIENTO	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN (%)					
	DBO5	DQO	SS	Coliformes	P	N
Tratamiento Preliminar o pretratamiento	15-30	10-20	15-30	10-25	0-10	0-10
Decantación Primaria	25-40	40-70	50-70	25-75	40-70	3-5
Efluente Primario + Coloración	40-60	70-90	37-85	99	40-70	40-60
Fosas Sépticas o Tanques Imhoff	75-95	70-92	83-99	10-90	40-46	40-60
Lodos Activados (Aireación Prolongada)	85-95	40-70	85-92	90	40-70	40-60
Lodos Activados (Convencional)	80-90	40-70	90-99	90-98	85-91	55-85
Lechos Bacterianos	70-95	40-60	70-90	98-99	85-91	90-96
Efluentes Secundario + Coloración	70-85	40-80	50-90	99-99.99	85-90	90-96
Lagunas Aerobias	40-80	70-90	60-80	99-99.99	85-91	90-96
Lagunas Facultativas	70-90	90-95	60-80	40-60	25-40	90-96
Lagunas Anaerobias	70-95	60-70	90-99	90-98		90-96
Humedales de Flujo Superficial Libre	70-97	70-80	75-97	70-90		90-96
(Lagunas con Macrofitas)	90-99		95-100	75-97		90-96
Humedales sub – superficial	92-96		95	95-1000		90-96
Biodiscos	80-99		95	25		90-96
Filtro Verde (Irrigación)				25		90-96
Filtro Verde (Escorrentía)						30-95
Infiltración - Percolación						

Nota. Acápite 9.4 Norma técnica obligatoria nicaragüense para regular los sistemas de tratamientos de aguas residuales y su reuso N° NTON 05 027-05.

Tabla 41*Población en Matagalpa 2022-2023*

Código		Población	Superficie	Densidad
Departamentos/ Municipios	Departamento / Municipio	Estimada Año 2023	Territorial km ²	Poblacional (Hab./km ²)
40	Matagalpa	613,262	6,803.86	90.13
4005	Rancho Grande	43,352	598.23	72.47
4010	Río Blanco	37,469	662.51	56.56
4015	El Tuma - La Dalia	81,043	651.66	124.36
4020	San Isidro	20,279	282.70	71.73
4025	Sébaco	38,588	289.81	133.15
4030	Matagalpa	171,473	619.36	276.86
4035	San Ramón	42,585	424.00	100.44
4040	Matiguás	54,676	1,532.25	35.68
4045	Muy Muy	17,299	375.06	46.12
4050	Esquipulas	18,166	218.58	83.11
4055	San Dionisio	18,710	165.50	113.05
4060	Terrabona	15,164	248.89	60.93
4065	Ciudad Dario	54,458	735.31	74.06

Nota. Fuente: Anuario estadístico 2022, INIDE

Tabla 42*Población en Matagalpa 2016-2017*

Departamento y Municipio	2016			2017		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
MATAGALPA	574,058	232,606	341,452	580,504	236,098	344,406
Rancho Grande	37,802	5,925	31,877	38,684	6,393	32,291
Río Blanco	35,821	17,059	18,762	36,098	17,281	18,817
El Tuma - La Dalia	73,450	11,614	61,836	74,681	11,986	62,695
San Isidro	19,700	9,187	10,513	19,800	9,209	10,591
Sébaco	36,817	25,308	11,509	37,114	25,354	11,760
Matagalpa	159,982	105,299	54,683	161,877	106,697	55,180
San Ramón	38,595	4,351	34,244	39,242	4,545	34,697
Matiguás	52,271	14,632	37,639	52,675	14,996	37,679
Muy Muy	16,805	5,269	11,536	16,891	5,340	11,551
Esquipulas	17,860	6,294	11,566	17,915	6,311	11,604
San Dionisio	18,395	3,080	15,315	18,451	3,155	15,296
Terrabona	14,497	2,322	12,175	14,610	2,378	12,232
Ciudad Dario	52,063	22,266	29,797	52,466	22,453	30,013

Nota. Fuente: Anuario estadístico 2016, INIDE

Tabla 43*Población en Matagalpa 2012-2013*

Departamento y Municipio	2012			2013		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
MATAGALPA	542,420	215,006	327,414	548,666	218,537	330,129
Rancho Grande	33,646	3,860	29,786	34,445	4,237	30,208
Río Blanco	34,422	15,857	18,565	34,703	16,107	18,596
El Tuma - La Dalia	67,510	10,118	57,392	68,669	10,377	58,292
San Isidro	19,185	9,047	10,138	19,290	9,080	10,210
Sébaco	35,321	24,888	10,433	35,621	24,997	10,624
Matagalpa	150,643	97,513	53,130	152,490	99,156	53,334
San Ramón	35,474	3,601	31,873	36,083	3,727	32,356
Matiguás	50,230	12,851	37,379	50,640	13,200	37,440
Muy Muy	16,366	4,921	11,445	16,456	4,990	11,466
Esquipulas	17,568	6,219	11,349	17,629	6,235	11,394
San Dionisio	18,094	2,761	15,333	18,157	2,818	15,339
Terrabona	13,931	2,097	11,834	14,045	2,135	11,910
Ciudad Dario	50,030	21,273	28,757	50,438	21,478	28,960

Nota. Fuente: Anuario estadístico 2012, INIDE

Tabla 44*Información típica para el diseño de rejillas de barras*

Parámetro	Limpieza manual	Limpieza mecánica
Sección recta de la barra:		
Anchura (mm)	5 - 15	5 - 15
Profundidad (mm)	25 – 37.5	25 – 37.5
Separación entre barras (mm)	25 - 50	15 - 75
Ángulo con la vertical (grados)	30 - 45	0 - 30
Velocidad de aproximación (m/s)	0.30 - 0.60	0.60 – 1.10
Pérdida de carga admisible (m)	0.15	0.15

Nota. Guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 45*Valores de Kirschmer*

Tipo de barras	β
Rectangular con aristas vivas	2.42
Rectangular con la cara aguas arriba semicircular	1.83
Rectangular con las caras aguas arriba y abajo semicircular	1.67
Circular	1.79

Nota. Guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 46*Información típica para el diseño de desarenadores de flujo horizontal*

Parámetro	Valores	
	Intervalos	Típico
Tiempo de retención, s	45 - 90	60
Velocidad horizontal, m/s	0.24 - 0.40	0.30
Velocidad de sedimentación para la eliminación de:		
Malla 65, m/min ⁽¹⁾	0.95-1.25	1.15
Malla 106, m/min ⁽¹⁾	0.60 - 0.90	0.75
Relación largo: ancho	2.5:1 – 5:1	
Relación ancho: profundidad	1:1 – 5:1	
Cargas superficial, m ³ /m ² .d	700 - 1600	
Incremento de longitud por turbulencia en la entrada y salida.	2. Hm - 0.5 L	

Nota. Guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 47

Información típica para el diseño de tanques Imhoff

Parámetro	Unidad	Valor	
		Intervalo	Típico
Cámara de sedimentación			
Volumen	m³/hab.	-	0.03
Carga superficial	m³/m².h	1.0 – 1.7	1.35
Carga sobre el vertedero efluente	m³/m.h	7 - 25	24
Tiempo de retención	h	2.0 – 4.0	2.00
Velocidad del flujo	cm/min	-	30
Longitud/ancho	Relación	2:1 – 5:1	3:1
Pendiente del fondo (V/H)	Relación	5:4 – 7:4	3:2
Abertura de comunicación entre cámaras	cm	15 - 30	25
Proyección horizontal del saliente	cm	15 - 30	25
Deflector de espumas			
Por debajo de la superficie	cm	25 - 40	30
Por encima de la superficie	cm	-	30
Borde libre	cm	45 - 60	60
Zona de ventilación de gases			
Superficie en % del total	%	15 - 30	20
Anchura de abertura	cm	45 - 75	60
Cámara de digestión			
Volumen	m³/hab.	0.05 – 0.10	0. 06
Pendiente mínima del fondo (V/H)	Relación		1: 2
Tubería de extracción de lodos ϕ	cm	20 - 30	25
Distancia libre hasta el nivel de lodos	cm	30 - 90	60
Profundidad total del tanque	m	7.25 – 9.5	9.0

Nota. Guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 48*Características típicas del medio para humedales de flujo subsuperficial*

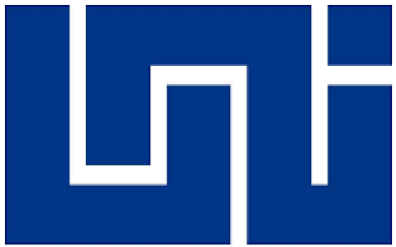
Medio	Tamaño efectivo (TE) (mm)	Porosidad (p)	Conductividad hidráulica m/d
Arena media	1	0.30	500
Arena gruesa	2	0.32	1000
Arena y grava	8	0.35	5000
Grava media	32	0.40	10000
Grava gruesa	128	0.45	100000

Nota. Guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 49*Características típicas del medio para humedales de flujo subsuperficial*

Parámetro	Valor
Período de retención, d	
Remoción de DBO	3 – 4
Remoción de N	4 – 15
Carga hidráulica, m³/ha.d	470 – 1870
Carga orgánica, kg DBO/ha.d	< 112
Carga SST, kg/ha.d	390
Profundidad del agua, m	0.30 – 0.60
Profundidad del medio, m	0.45 – 0.75
Control de mosquitos	No requiere
Programa de cosecha	No requiere
Calidad esperada del efluente, mg/L	
DBO	< 20
SST	< 20
Nt	< 10
Pt	< 5

Nota. Guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Tecnología de Construcción

Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del sector 1 del Municipio de Ciudad Darío, departamento de Matagalpa.

ÍNDICE DE PLANOS

PRESENTADO POR:

1.

Br. Jade Alexa Jarquin

2.

Br. Estefani Massiel Jiron Salgado

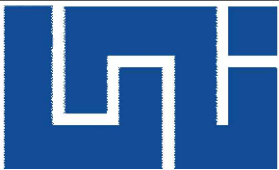
REVISADO POR:

M.Sc Ing. José Ángel

Baltodano Maldonado

INDICE DE PLANOS	
CONTENIDO	No. Lámina
PLANO TOPOGRÁFICO CON UBICACIÓN DE PI	01
COORDENADAS TOPOGRÁFICO CON UBICACIÓN DE PI	02
DISTRIBUCIÓN DEL SITIO - LIMITE DE BARRIO	03
PLANTA DE TUBERÍA COLECTORA - SENTIDO DE FLUJO	04
PLANTA DE TUBERÍA COLECTORA (POBLACIÓN EXISTENTE Y POBLACIÓN PROYECTADA)	05
PLANTA DE TUBERÍA COLECTORA (POBLACIÓN EXISTENTE)	06
PLANTA DE TUBERÍA COLECTORA (POBLACIÓN PROYECTADA)	07
PLANTA DE TUBERÍA COLECTORA - 001	08
PLANTA DE TUBERÍA COLECTORA - 002	09
PLANTA DE TUBERÍA COLECTORA - 003	010
PLANTA DE TUBERÍA COLECTORA - 004	011
PERFILES DE TRAMOS DE TUBERÍA COLECTORA 001	012
PERFILES DE TRAMOS DE TUBERÍA COLECTORA 002	013
PERFILES DE TRAMOS DE TUBERÍA COLECTORA 003	014
PERFILES DE TRAMOS DE TUBERÍA COLECTORA 004	015
PERFILES DE TRAMOS DE TUBERÍA COLECTORA 005	016

INDICE DE PLANOS	
CONTENIDO	No. Lámina
PERFILES DE TRAMOS DE TUBERÍA COLECTORA 006	017
PERFILES DE TRAMOS DE TUBERÍA COLECTORA 007	018
PERFILES DE TRAMOS DE TUBERÍA COLECTORA 008	019
PERFILES DE TRAMOS DE TUBERÍA COLECTORA 009	020
DISTRIBUCIÓN DEL SITIO - SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	021
DESARENADOR Y CANALETA PARSHALL	022
TANQUES IMHOFF	023
LECHOS DE SECADO	024
BIOFILTROS	025



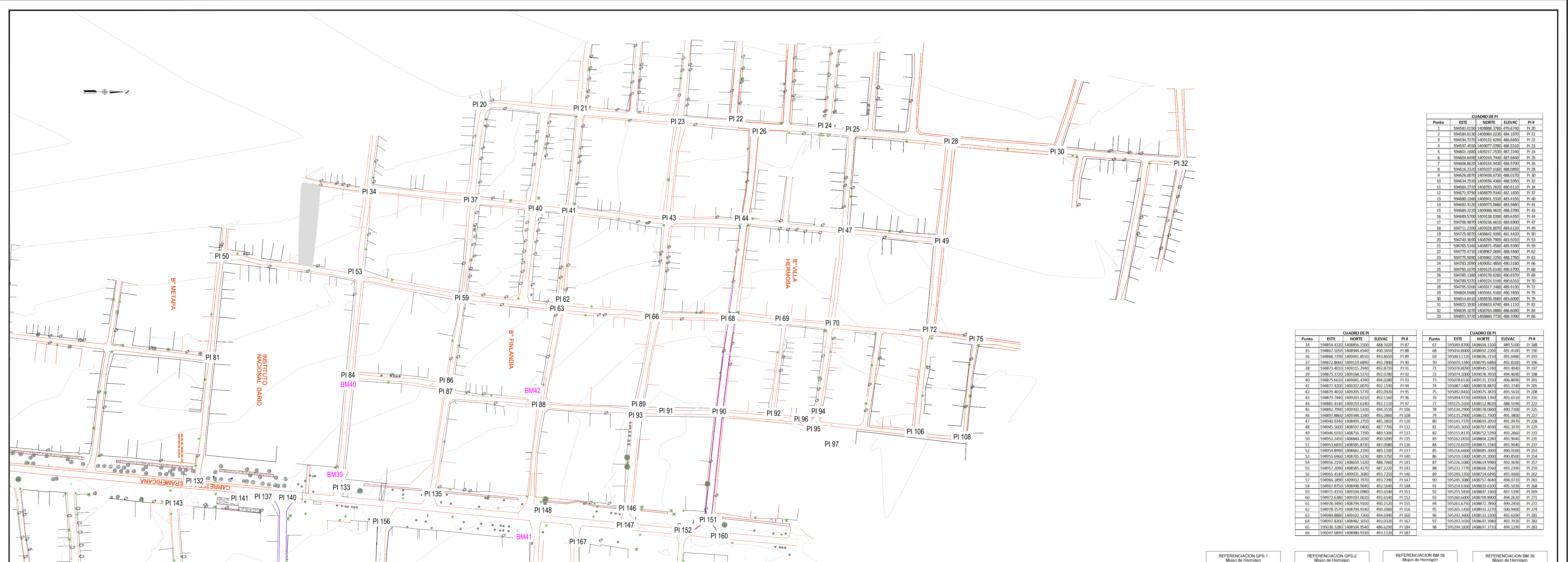
PROYECTO:
Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del sector 1 del Municipio de Ciudad Darío, departamento de Matagalpa.

INTEGRANTES:
Br. Jade Alexa Jarquin
Br. Estefani Massiel Jiron Salgado

REVISADO POR:
M.Sc Ing. José Ángel
Baltodano Maldonado

CONTENIDO :
Índice de planos, Red de Alcantarillado Sanitario de Ciudad Darío y Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales, Matagalpa.

DEPARTAMENTO DE MATAGALPA
CIUDAD/MUNICIPIO: CIUDAD DARIO
ESCALA: S/E
FECHA: JUL -2024



CUADRO DE PI				
Punto	ESTE	NORTE	ELEVAC	PI #
1	594581.0150	140888.3760	479.6740	PI 20
2	594584.6138	140888.0230	481.1870	PI 21
3	594594.7270	1409132.6300	486.6650	PI 22
4	594597.4550	1409077.0780	486.5510	PI 23
5	594601.1880	1409017.2530	487.2740	PI 24
6	594604.6490	1409243.7400	487.6640	PI 25
7	594606.6620	1409154.9430	486.9700	PI 26
8	594616.2120	1409117.6160	488.0850	PI 28
9	594626.0070	1409438.6730	488.0170	PI 30
10	594634.2530	1409556.4380	488.5950	PI 32
11	594644.2720	1408783.2620	480.6110	PI 34
12	594671.9790	1408878.9340	482.1630	PI 37
13	594680.1360	1408941.5330	483.4150	PI 40
14	594682.3120	1408973.0880	483.9660	PI 41
15	594689.2220	1409066.9620	483.3780	PI 43
16	594689.5700	1409138.0390	483.6350	PI 44
17	594700.8870	1409236.6610	489.6900	PI 47
18	594711.2200	1409328.8070	489.6120	PI 49
19	594725.8070	1408642.7390	481.4420	PI 50
20	594740.3690	1408769.7900	483.5010	PI 53
21	594765.5160	1408871.4560	485.9390	PI 59
22	594775.4710	1408967.0690	488.4560	PI 62
23	594775.5090	1408962.2250	488.2760	PI 63
24	594783.2090	1409052.4850	490.3180	PI 66
25	594785.1070	1409125.0140	490.5700	PI 68
26	594785.1380	1409176.6280	490.9330	PI 69
27	594789.5370	1409204.5140	490.6310	PI 70
28	594795.5200	1409317.2480	489.9130	PI 72
29	594804.5480	1409381.5160	490.7650	PI 75
30	594814.6410	1408936.0060	483.6000	PI 79
31	594822.3930	1408633.6740	484.1110	PI 81
32	594839.1070	1408763.0880	488.6040	PI 84
33	594851.5720	1408860.7740	488.3090	PI 86

CUADRO DE PI				
Punto	ESTE	NORTE	ELEVAC	PI #
34	594854.4120	1408856.1500	488.3020	PI 87
35	594862.1070	1408944.6540	490.3650	PI 88
36	594868.7290	1409041.8550	493.8650	PI 89
37	594872.8600	1409119.6890	492.7840	PI 90
38	594873.4010	1409115.2940	492.8770	PI 91
39	594875.3720	1409168.5370	492.0780	PI 92
40	594876.6610	1409041.4390	494.0280	PI 93
41	594877.4200	1409207.0070	492.1590	PI 94
42	594879.4010	1409205.5770	492.0920	PI 95
43	594879.7440	1409203.0210	492.1160	PI 96
44	594881.4140	1409210.6140	492.1110	PI 97
45	594892.7990	1409393.5320	494.3520	PI 106
46	594897.8860	1409348.1340	493.2860	PI 108
47	594940.9340	1408499.2750	485.3810	PI 130
48	594945.5600	1408597.0460	487.7790	PI 132
49	594946.0210	1408756.7190	489.5300	PI 133
50	594952.2450	1408844.1030	490.5090	PI 135
51	594953.6810	1408965.8720	487.0080	PI 136
52	594954.8910	1408962.2190	488.1100	PI 137
53	594955.6660	1408705.5230	489.3750	PI 140
54	594956.2190	1408859.5320	488.7060	PI 141
55	594957.2090	1408858.4170	487.2220	PI 143
56	594965.4140	1409051.3680	493.7250	PI 146
57	594966.1890	1409032.7970	493.7390	PI 147
58	594967.8750	1408948.9040	492.5640	PI 148
59	594971.4510	1409104.0980	493.6540	PI 151
60	594972.6380	1409103.0610	493.6140	PI 152
61	594978.3490	1408794.9100	490.1520	PI 155
62	594978.3510	1408794.9140	490.2060	PI 156
63	594984.8880	1409102.7260	494.6940	PI 160
64	594997.8200	1408862.1650	493.0320	PI 167
65	595018.3280	1408804.9540	486.6290	PI 184
66	595047.6890	1408880.9380	493.1120	PI 187

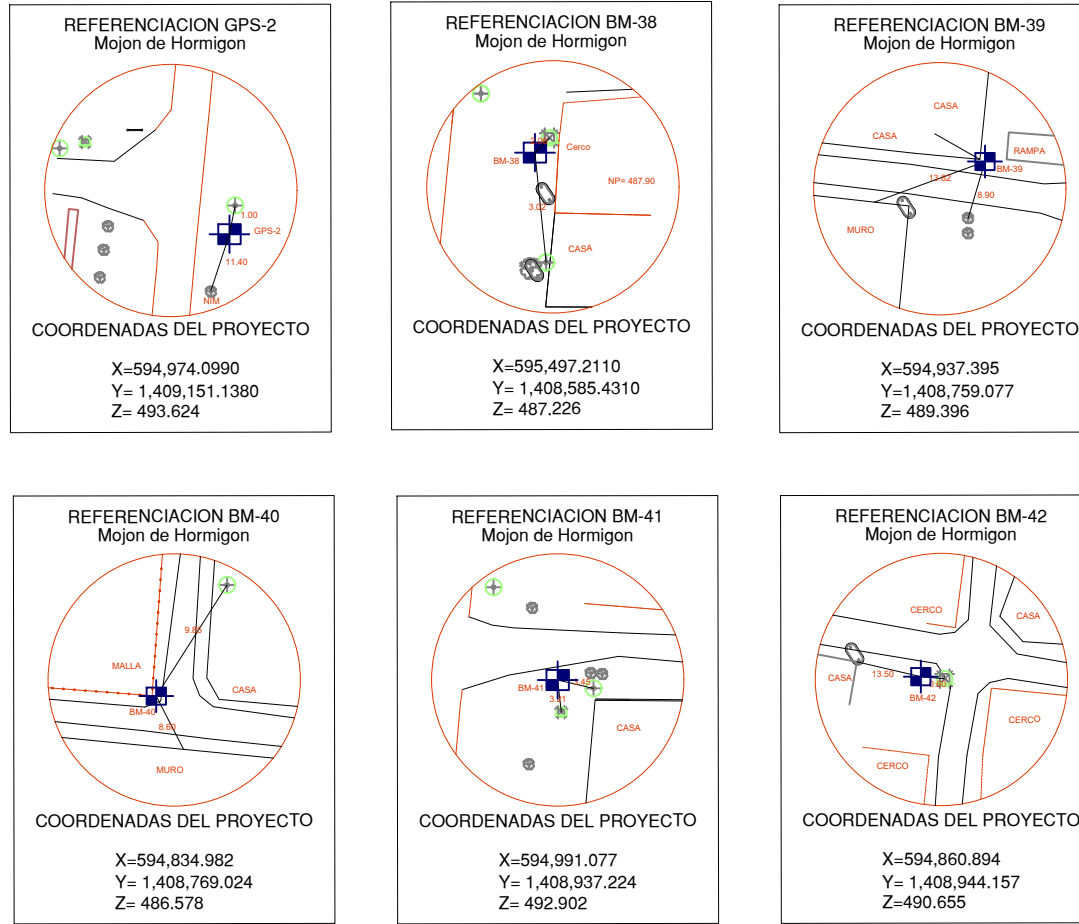


TABLA DE SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	ARBOL
	POZO VISITA
	POSTE ELECTRICO
	P.TELEFONICO
	MEDIDOR

CUADRO DE PI				
Punto	ESTE	NORTE	ELEVAC	PI #
34	594854.4320	1408856.1500	488.3020	PI 87
35	594867.1050	1408944.6540	490.3650	PI 88
36	594868.7290	1409041.8550	493.8650	PI 89
37	594872.8060	1409119.6890	492.7840	PI 90
38	594873.4010	1409115.2940	492.8710	PI 91
39	594875.3720	1409168.5370	492.0780	PI 92
40	594875.6610	1409041.4390	494.0280	PI 93
41	594877.4200	1409207.0070	492.1590	PI 94
42	594879.4010	1409205.5770	492.0920	PI 95
43	594879.7440	1409203.0210	492.1160	PI 96
44	594881.4140	1409210.6140	492.1110	PI 97
45	594892.7990	1409303.5320	494.3510	PI 106
46	594897.8860	1409348.1340	493.2860	PI 108
47	594940.9340	1408499.2750	485.3810	PI 130
48	594945.5600	1408597.0400	487.7700	PI 132
49	594946.0210	1408756.7190	489.5300	PI 133
50	594952.2450	1408844.1030	490.5090	PI 135
51	594953.6830	1408585.8730	487.0080	PI 136
52	594954.8990	1408682.2190	489.1100	PI 137
53	594955.6960	1408705.5230	489.3750	PI 140
54	594956.2190	1408659.5320	488.7060	PI 141
55	594957.2090	1408585.4170	487.2220	PI 143
56	594965.4140	1409031.3680	493.7250	PI 146
57	594966.1890	1409032.7970	493.7390	PI 147
58	594967.8750	1408948.9040	492.5640	PI 148
59	594971.4150	1409104.0980	493.6540	PI 151
60	594972.6380	1409103.0610	493.6140	PI 152
61	594978.3490	1408794.9100	490.1520	PI 155
62	594978.3570	1408794.9140	490.2060	PI 156
63	594984.8880	1409102.7260	494.6940	PI 160
64	594997.8200	1408982.1650	493.0320	PI 167
65	595038.3280	1408504.9540	486.6290	PI 184
66	595047.6890	1408980.9330	493.1120	PI 187

CUADRO DE PI					CUADRO DE PI				
Punto	ESTE	NORTE	ELEVAC	PI #	Punto	ESTE	NORTE	ELEVAC	PI #
67	595049.8700	1408604.1100	489.5100	PI 188	1	594581.0150	1408888.3780	479.6740	PI 20
68	595056.8000	1408692.2200	491.4100	PI 190	2	594584.6130	1408984.0230	484.1870	PI 21
69	595063.1120	1408696.2150	491.6480	PI 193	3	594594.7270	1409132.6200	486.6650	PI 22
70	595070.3340	1408795.6480	492.8100	PI 196	4	594597.4550	1409077.0780	486.5510	PI 23
71	595070.8090	1408945.5740	493.4040	PI 197	5	594601.1880	1409217.2530	487.2240	PI 24
72	595074.2000	1409078.7650	494.4690	PI 198	6	594604.6490	1409243.7440	487.6640	PI 25
73	595078.6530	1409131.1550	496.8090	PI 201	7	594606.6620	1409154.9430	486.9700	PI 26
74	595087.1480	1408978.8870	493.3740	PI 205	8	594616.2320	1409337.6160	488.0850	PI 28
75	595092.8410	1409075.3870	495.5610	PI 208	9	594626.0070	1409438.6730	488.0170	PI 30
76	595094.9730	1409004.1760	493.6510	PI 210	10	594634.2530	1409556.4380	488.5950	PI 32
77	595125.1650	1408512.8020	488.5590	PI 222	11	594664.2720	1408783.2620	480.6110	PI 34
78	595130.2900	1408578.0600	490.7300	PI 225	12	594671.9790	1408879.9340	482.1630	PI 37
79	595135.2900	1408611.7500	491.3800	PI 227	13	594680.1360	1408941.5330	483.4150	PI 40
80	595141.7370	1408659.2050	491.9970	PI 228	14	594682.3120	1408973.0860	483.9660	PI 41
81	595145.3050	1408707.4690	492.3070	PI 229	15	594689.2220	1409068.9620	488.3780	PI 43
82	595155.8170	1408752.5390	493.2860	PI 233	16	594689.5700	1409138.0390	489.6350	PI 44
83	595162.0010	1408804.2280	493.9040	PI 235	17	594700.9870	1409236.6610	489.6900	PI 47
84	595170.6070	1408871.1540	493.9640	PI 237	18	594711.2200	1409328.8070	489.6120	PI 49
85	595216.6600	1408485.2000	490.0100	PI 253	19	594725.8070	1408642.9390	481.4420	PI 50
86	595219.3300	1408521.2000	490.8500	PI 254	20	594740.3690	1408769.7900	483.5010	PI 53
87	595226.1080	1408614.9980	492.3690	PI 257	21	594765.5160	1408871.4560	485.9390	PI 59
88	595232.7770	1408666.2560	493.2390	PI 259	22	594775.4710	1408967.0690	488.4560	PI 62
89	595240.3350	1408714.6490	493.4460	PI 262	23	594775.5090	1408962.2250	488.2760	PI 63
90	595245.3080	1408757.4640	494.0710	PI 263	24	594783.2090	1409052.4850	490.3180	PI 66
91	595254.6360	1408820.6100	495.5030	PI 268	25	594785.1070	1409125.0140	490.5700	PI 68
92	595255.5830	1408847.3360	497.5390	PI 269	26	594785.1380	1409176.6280	490.9370	PI 69
93	595260.6000	1408709.8900	494.2620	PI 271	27	594789.5370	1409224.5140	490.6310	PI 70
94	595261.6750	1408872.7890	499.2450	PI 272	28	594795.5200	1409317.2480	489.9130	PI 72
95	595265.1430	1408933.2270	500.9400	PI 274	29	594804.5480	1409361.5160	490.7650	PI 75
96	595292.3600	1408532.2200	492.6200	PI 281	30	594814.6410	1408536.0060	483.6000	PI 79
97	595293.1030	1408643.3980	493.7030	PI 282	31	594822.3930	1408633.6740	484.1110	PI 81
98	595294.1830	1408697.3710	494.1290	PI 283	32	594839.1070	1408763.0880	486.6040	PI 84
					33	594851.5720	1408860.7730	488.2090	PI 86

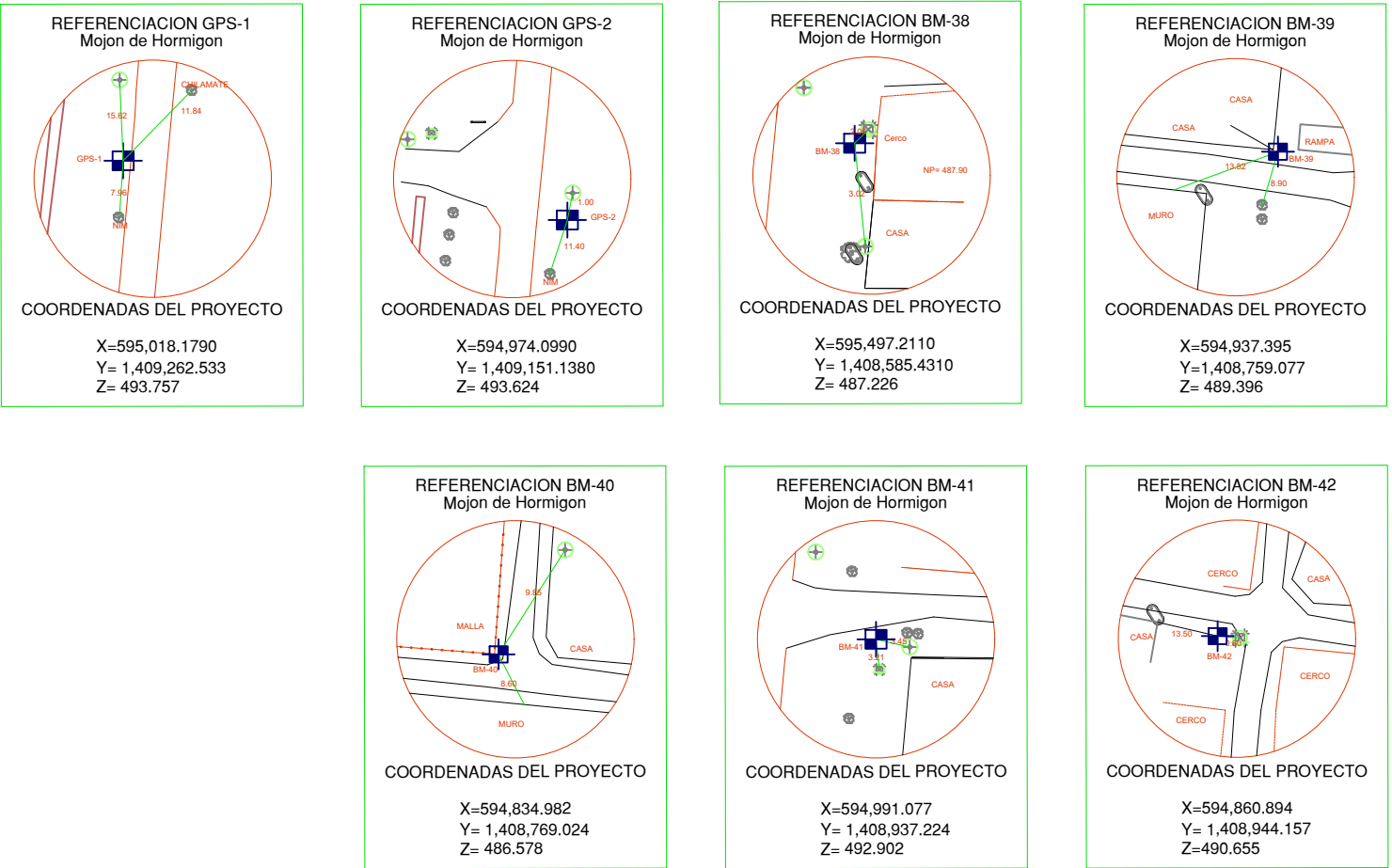
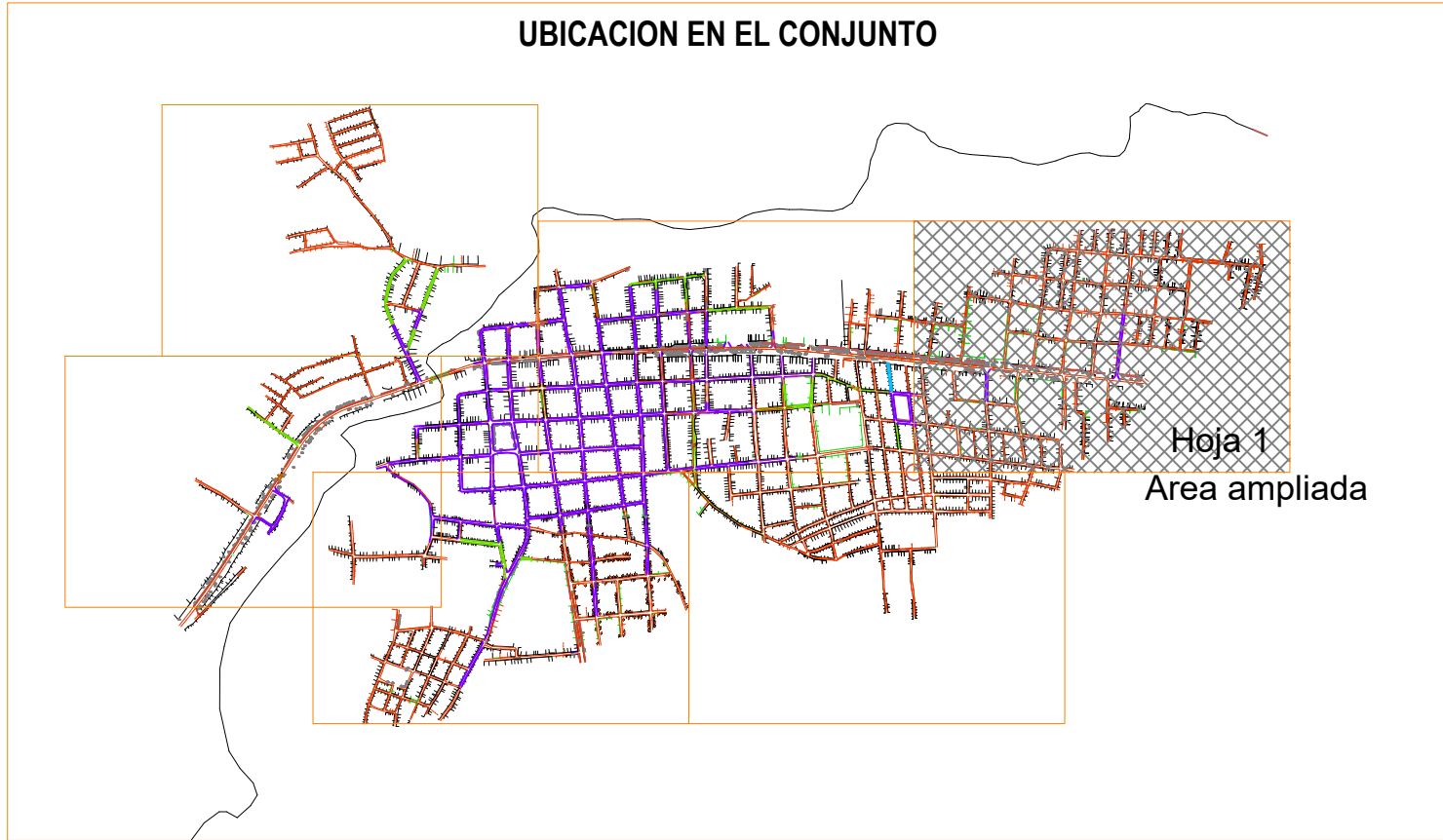
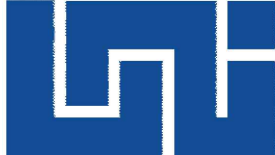
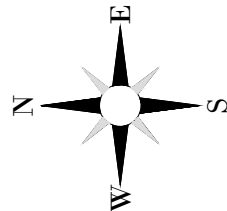


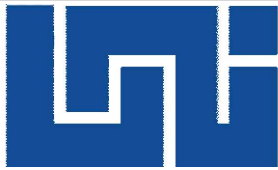
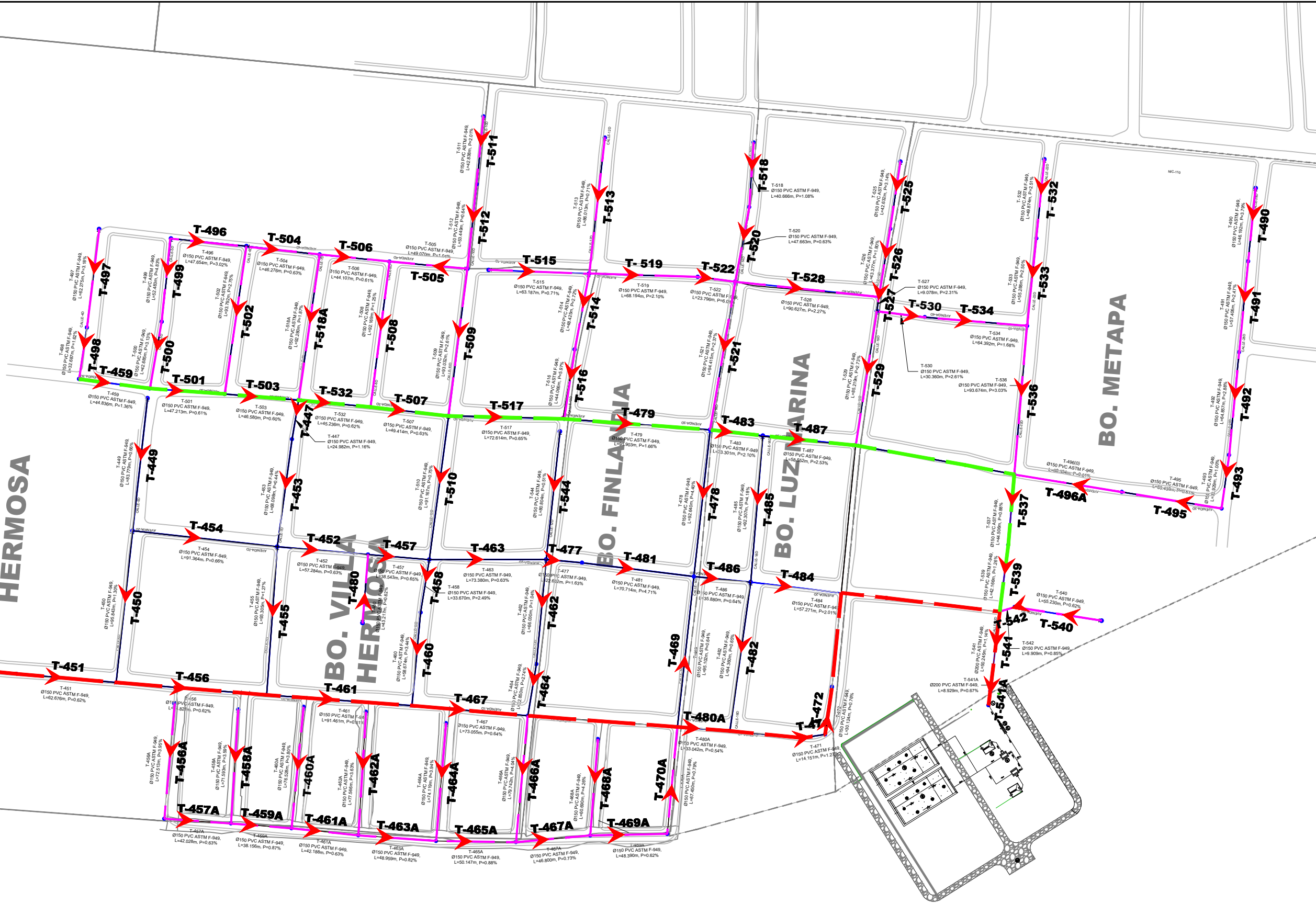
TABLA DE SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	ARBOL
	POZO VISITA
	POSTE ELECTRICO
	P.TELEFONICO
	MEDIDOR



	PROYECTO:	INTEGRANTES:	REVISADO POR:	CONTENIDO :	Código: RED-CD-AS	
	Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del sector 1 del Municipio de Ciudad Dario, departamento de Matagalpa.	Br. Jade Alexa Jarquin Br. Estefani Massiel Jiron Salgado	M.Sc Ing. José Ángel de Alcantarillado Baltodano Maldonado	Distribución del sitio, limite de barrio- Red Sanitario de Ciudad Dario, Matagalpa.	DEPARTAMENTO DE MATAGALPA	Pag. No. 03
					CIUDAD/MUNICIPIO: CIUDAD DARIO	
					ESCALA: 1:90 FECHA: ABRIL -2024	



SIMBOLOGÍA	
	"MH-'' POZO DE VISITA SANITARIO
	"MH-'' POZO CABECERO SANITARIO
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (TUBERÍA POR GRAVEDAD)
	DIRECCION DE FLUJO
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (PROYECCIÓN)
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (COLECTOR PRINCIPAL 1)
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (COLECTOR PRINCIPAL 2)



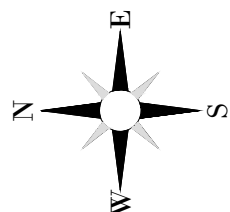
PROYECTO:
Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del sector 1 del Municipio de Ciudad Dario, departamento de Matagalpa.

INTEGRANTES:
Br. Jade Alexa Jarquin
Br. Estefani Massiel Jiron Salgado

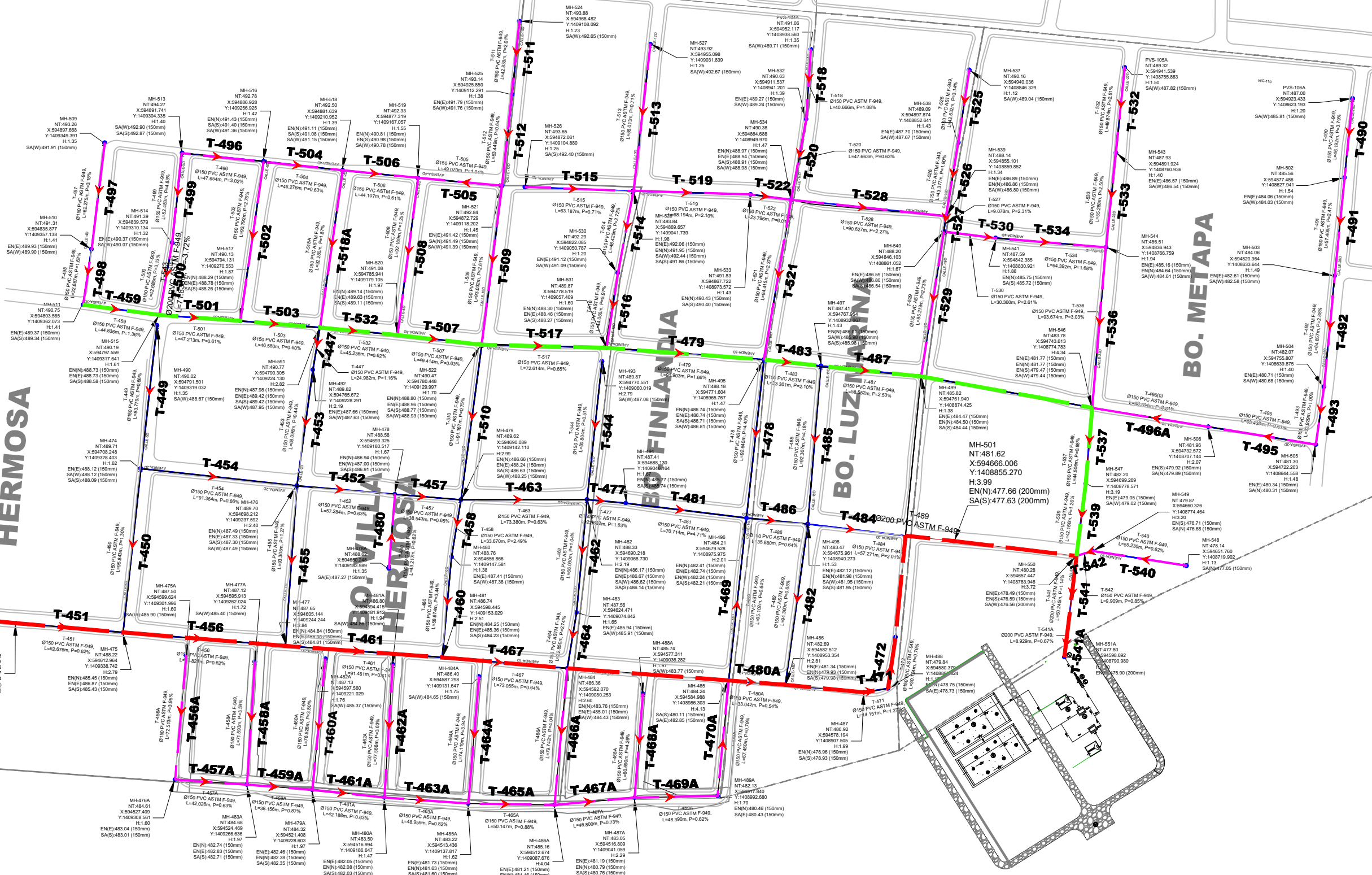
REVISADO POR:
M.Sc Ing. José Ángel Baltodano Maldonado

CONTENIDO :
Planta de tubería colectora, sentido de flujo - Red de Alcantarillado Sanitario de Ciudad Dario, Matagalpa.

SECTOR HIDRÁULICO 1



SIMBOLOGÍA	
	"MH-*" POZO DE VISITA SANITARIO
	"MH-*" POZO CABECERO SANITARIO
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (TUBERÍA POR GRAVEDAD)
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (PROYECCIÓN)
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (COLECTOR PRINCIPAL 1)
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (COLECTOR PRINCIPAL 2)



PROYECTO:

Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del sector 1 del Municipio de Ciudad Dario, departamento de Matagalpa.

INTEGRANTES:

Br. Jade Alexa Jarquin
Br. Estefani Massiel Jiron Salgado

REVISADO POR:

M.Sc Ing. José Ángel
Baltodano Maldonado

CONTENIDO :

Planta de tubería colectora (población existente y población proyectada)
- Red de Alcantarillado Sanitario de Ciudad Dario, Matagalpa.

SECTOR HIDRÁULICO 1

DEPARTAMENTO DE MATAGALPA

CIUDAD/MUNICIPIO:
CIUDAD DARIO

1:90

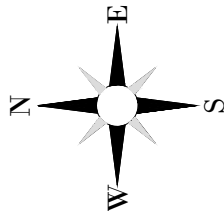
FECHA:
JULIO-2024

Código:

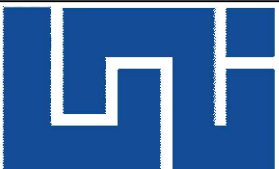
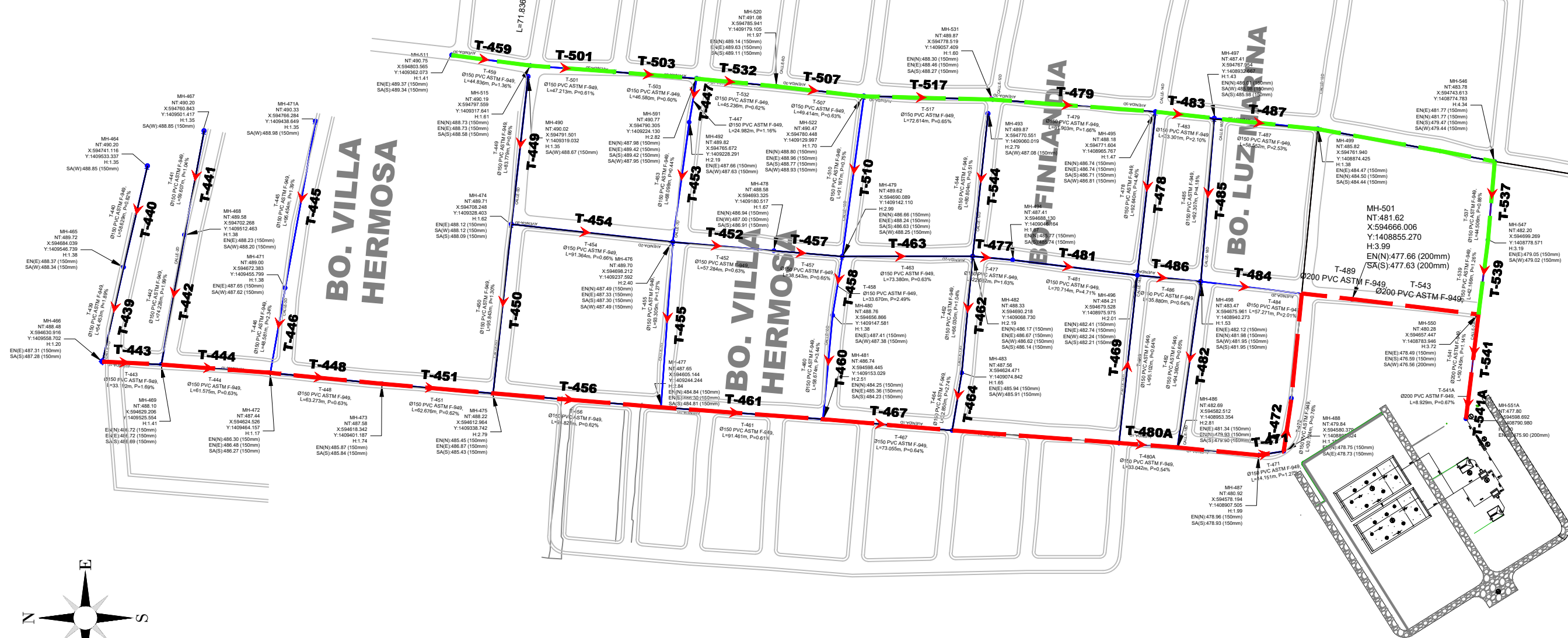
RED-CD-AS

Pag. No.

05



SIMBOLOGÍA	
	"MH-POZO DE VISITA SANITARIO"
	"MH-POZO CABECERO SANITARIO"
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (TUBERÍA POR GRAVEDAD)
	DIRECCION DE FLUJO
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (PROYECCIÓN)
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (COLECTOR PRINCIPAL 1)
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (COLECTOR PRINCIPAL 2)



PROYECTO:

Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del sector 1 del Municipio de Ciudad Dario, departamento de Matagalpa.

INTEGRANTES:

Br. Jade Alexa Jarquin
Br. Estefani Massiel Jiron Salgado

REVISADO POR:

M.Sc Ing. José Ángel
Baltodano Maldonado

CONTENIDO :

Planta de tubería colectora (Población existente) - Red de Alcantarillado Sanitario de Ciudad Dario, Matagalpa.

SECTOR HIDRÁULICO 1

DEPARTAMENTO DE MATAGALPA

CIUDAD/MUNICIPIO:
CIUDAD DARIO

ESCALA:
1:90

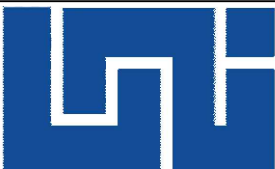
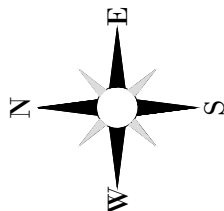
FECHA:
JULIO -2024

Código:

RED-CD-AS

Pag. No.

06



PROYECTO:

Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del sector 1 del Municipio de Ciudad Dario, departamento de Matagalpa.

INTEGRANTES:

Br. Jade Alexa Jarquin
Br. Estefani Massiel Jiron Salgado

REVISADO POR:

M.Sc Ing. José Ángel
Baltodano Maldonado

CONTENIDO :

Planta de tubería colectora (Población proyectada) - Red de Alcantarillado Sanitario de Ciudad Dario, Matagalpa.

SECTOR HIDRÁULICO 1

DEPARTAMENTO DE MATAGALPA

CIUDADMUNICIPIO:
CIUDAD DARIO

ESCALA:
1:90

FECHA:
JULIO-2024

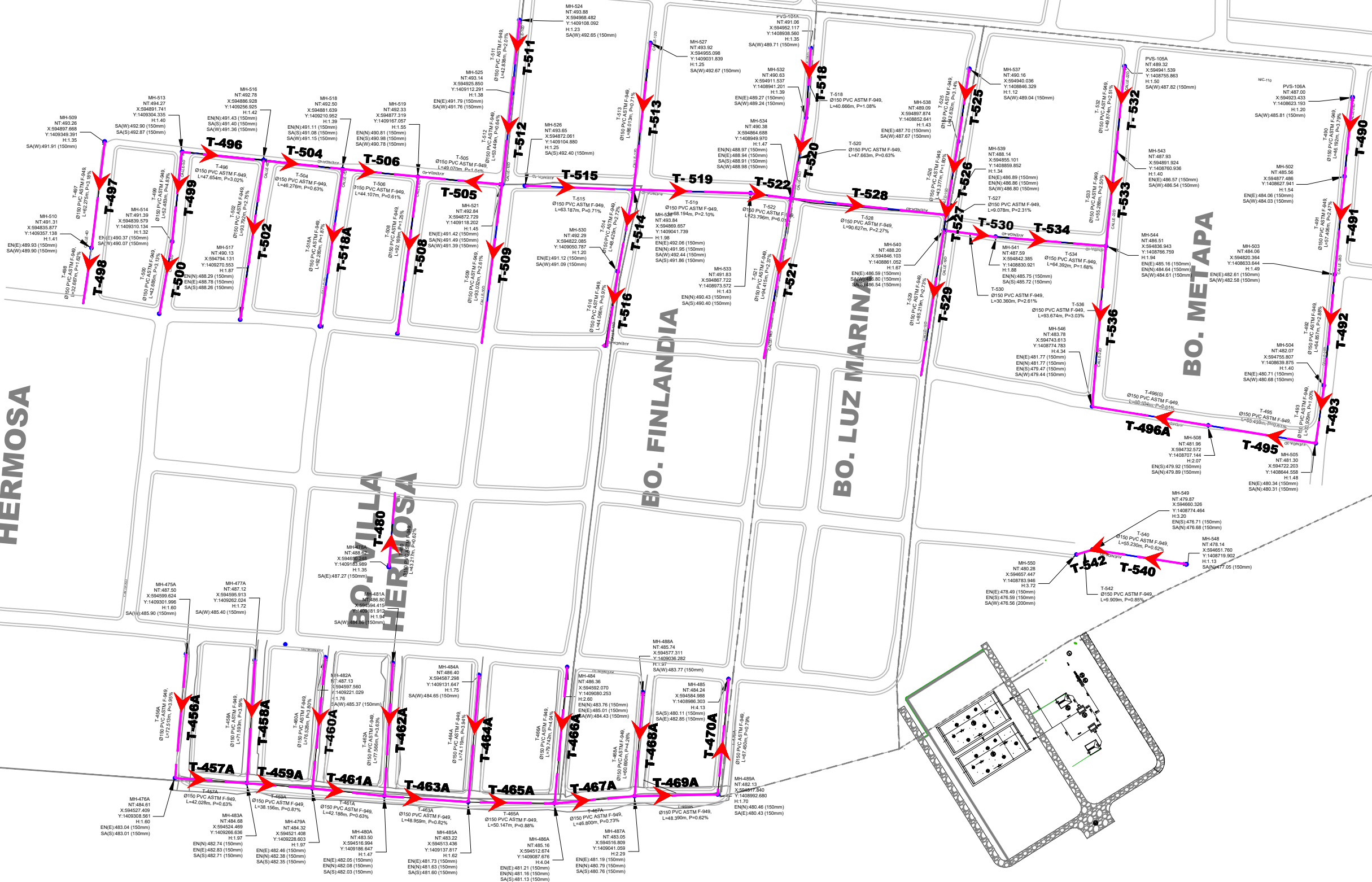
Código:

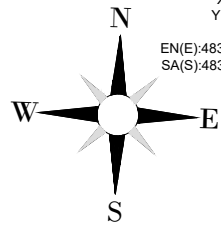
RED-CD-AS

Pag. No.

07

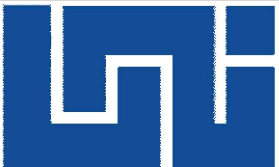
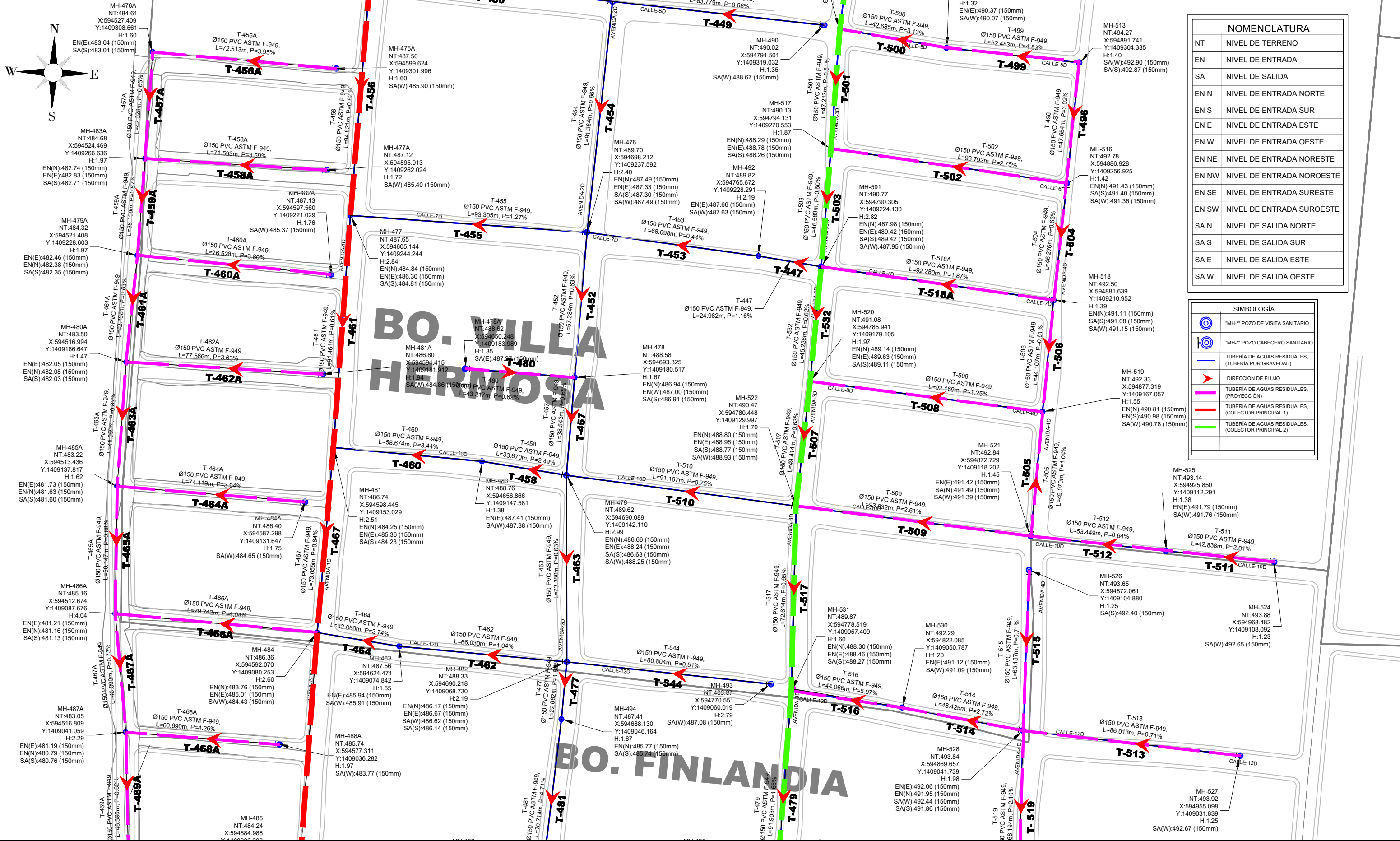
SIMBOLOGÍA	
	"MH-" POZO DE VISITA SANITARIO
	"MH-" POZO CABECERO SANITARIO
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (TUBERÍA POR GRAVEDAD)
	DIRECCION DE FLUJO
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (PROYECCIÓN)
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (COLECTOR PRINCIPAL 1)
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (COLECTOR PRINCIPAL 2)





NOMENCLATURA	
NT	NIVEL DE TERRENO
EN	NIVEL DE ENTRADA
SA	NIVEL DE SALIDA
EN N	NIVEL DE ENTRADA NORTE
EN S	NIVEL DE ENTRADA SUR
EN E	NIVEL DE ENTRADA ESTE
EN W	NIVEL DE ENTRADA OESTE
EN NE	NIVEL DE ENTRADA NORESTE
EN NW	NIVEL DE ENTRADA NOROESTE
EN SE	NIVEL DE ENTRADA SURESTE
EN SW	NIVEL DE ENTRADA SUROESTE
SA N	NIVEL DE SALIDA NORTE
SA S	NIVEL DE SALIDA SUR
SA E	NIVEL DE SALIDA ESTE
SA W	NIVEL DE SALIDA OESTE

SIMBOLOGÍA	
	"MH-" POZO DE VISITA SANITARIO
	"MH-" POZO CABECERO SANITARIO
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (TUBERÍA POR GRAVEDAD)
	DIRECCION DE FLUJO
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (PROYECCION)
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (COLECTOR PRINCIPAL 1)
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (COLECTOR PRINCIPAL 2)



PROYECTO:

Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del sector 1 del Municipio de Ciudad Darío, departamento de Matagalpa.

INTEGRANTES:

Br. Jade Alexa Jarquin
Br. Estefani Massiel Jiron Salgado

REVISADO POR:

M.Sc Ing. José Ángel
Alcantarillado Baltodano Maldonado

CONTENIDO :

Planta de tubería colectora 002 - Red de Sanitario de Ciudad Darío, Matagalpa.
SECTOR HIDRÁULICO 1

DEPARTAMENTO DE MATAGALPA

CIUDAD/MUNICIPIO:
CIUDAD DARIO

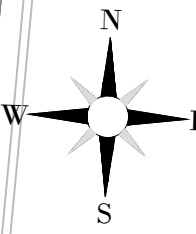
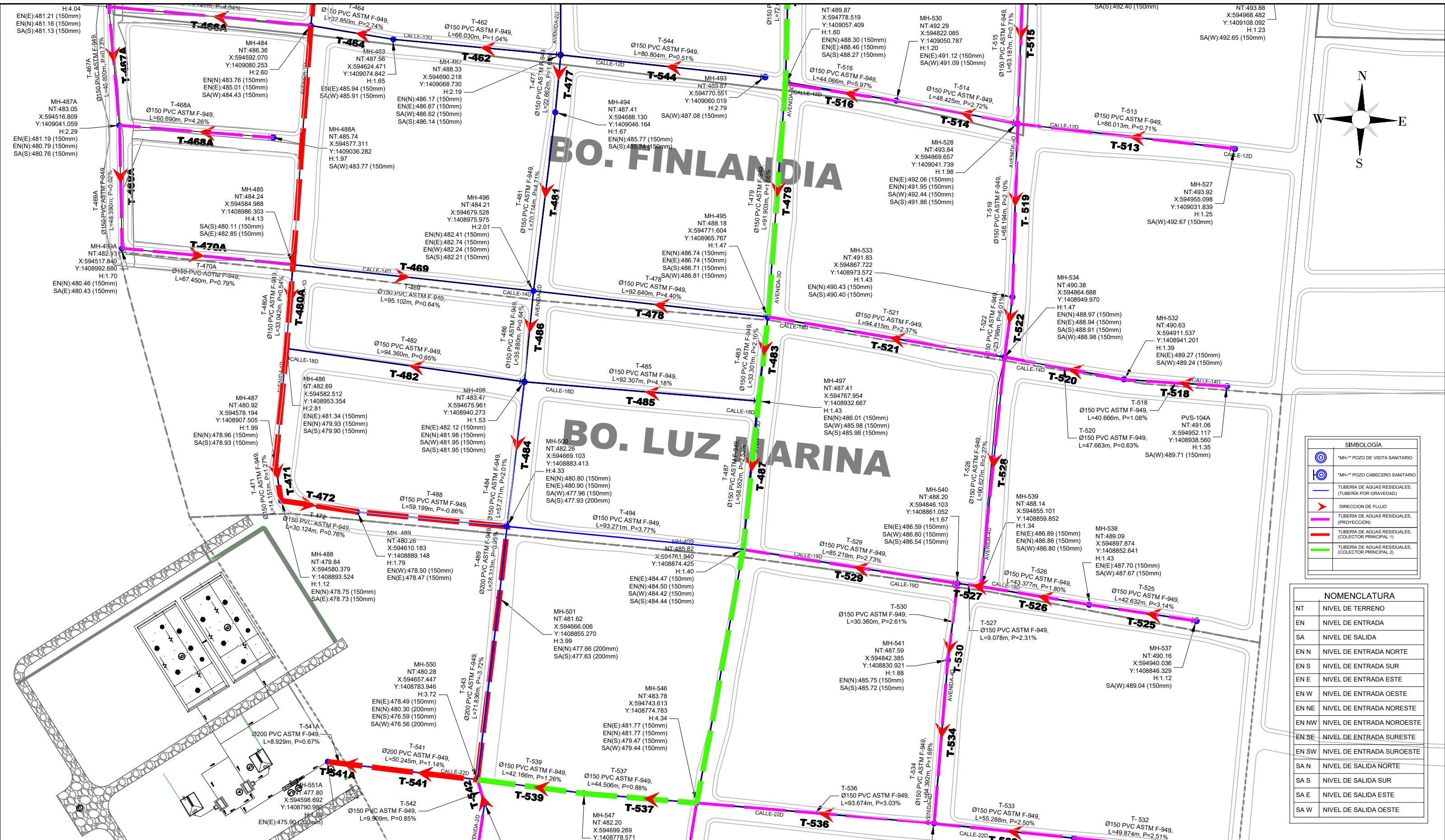
ESCALA: 1:90
FECHA: JULIO-2024

Código:

RED_CD
AS

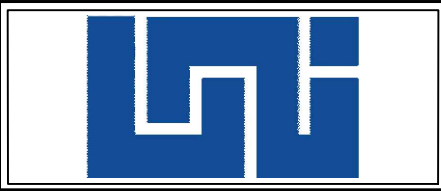
Pág. No.

09



SIMBOLOGÍA	
	"MH-S" POZO DE VISITA SANITARIO
	"MH" POZO CABECERO SANITARIO
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (TUBERÍA POR GRAVEDAD)
	DIRECCION DE FLUJO
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (PROYECCIÓN)
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (COLECTOR PRINCIPAL 1)
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (COLECTOR PRINCIPAL 2)

NOMENCLATURA	
NT	NIVEL DE TERRENO
EN	NIVEL DE ENTRADA
SA	NIVEL DE SALIDA
EN N	NIVEL DE ENTRADA NORTE
EN S	NIVEL DE ENTRADA SUR
EN E	NIVEL DE ENTRADA ESTE
EN W	NIVEL DE ENTRADA OESTE
EN NE	NIVEL DE ENTRADA NORESTE
EN NW	NIVEL DE ENTRADA NOROESTE
EN SE	NIVEL DE ENTRADA SURESTE
EN SW	NIVEL DE ENTRADA SUROESTE
SA N	NIVEL DE SALIDA NORTE
SA S	NIVEL DE SALIDA SUR
SA E	NIVEL DE SALIDA ESTE
SA W	NIVEL DE SALIDA OESTE

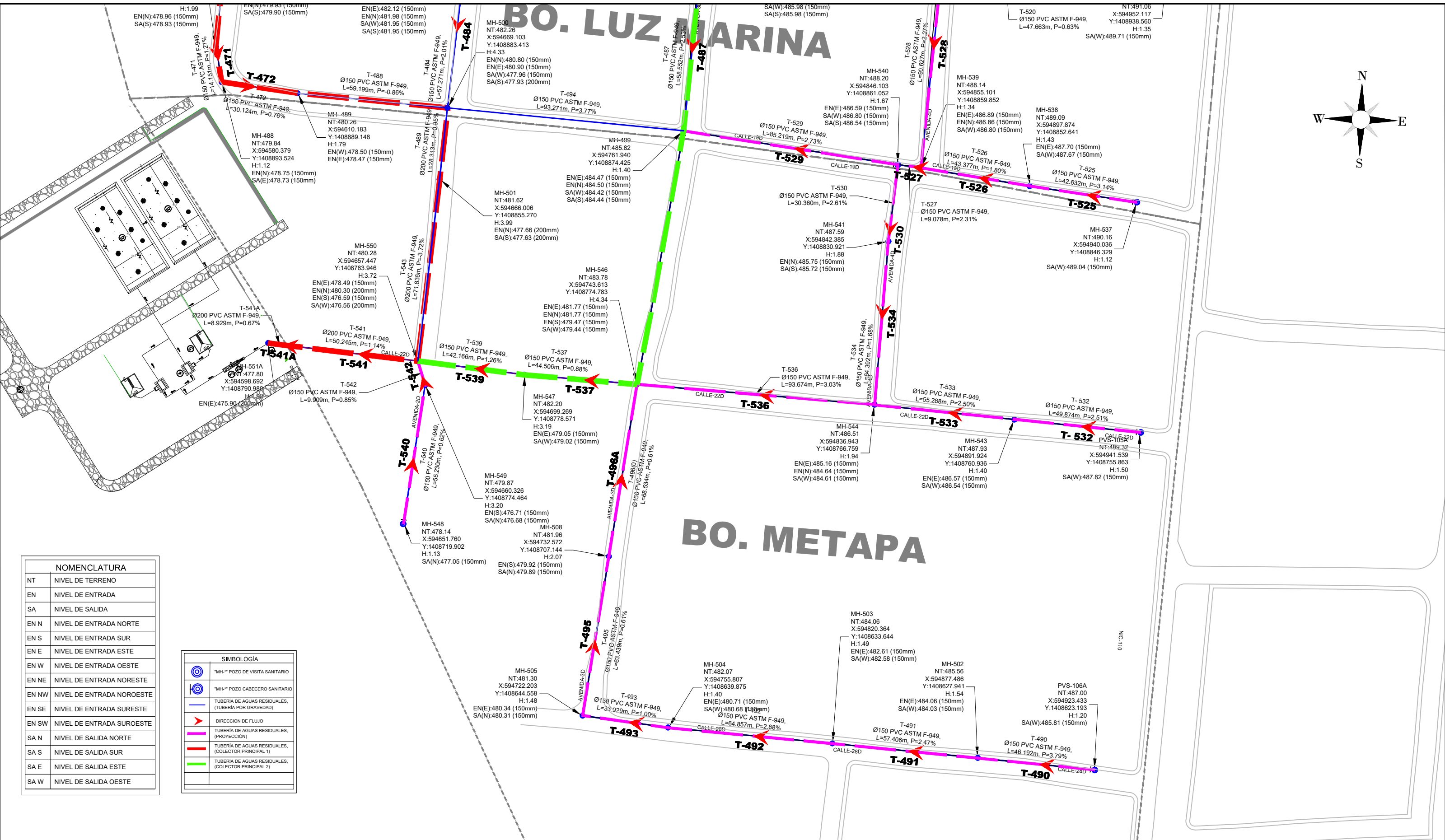


PROYECTO:
Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del sector 1 del Municipio de Ciudad Dario, departamento de Matagalpa.

INTEGRANTES:
Br. Jade Alexa Jarquin
Br. Estefani Massiel Jiron Salgado

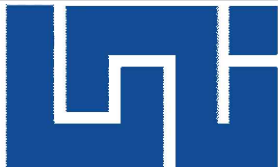
REVISADO POR:
M.Sc Ing. José Ángel Alcantarillado Baltodano Maldonado

CONTENIDO :
Planta de tubería colectora 003 - Red de Sanitario de Ciudad Dario, Matagalpa.
SECTOR HIDRÁULICO 1



NOMENCLATURA	
NT	NIVEL DE TERRENO
EN	NIVEL DE ENTRADA
SA	NIVEL DE SALIDA
EN N	NIVEL DE ENTRADA NORTE
EN S	NIVEL DE ENTRADA SUR
EN E	NIVEL DE ENTRADA ESTE
EN W	NIVEL DE ENTRADA OESTE
EN NE	NIVEL DE ENTRADA NORESTE
EN NW	NIVEL DE ENTRADA NOROESTE
EN SE	NIVEL DE ENTRADA SURESTE
EN SW	NIVEL DE ENTRADA SUROESTE
SA N	NIVEL DE SALIDA NORTE
SA S	NIVEL DE SALIDA SUR
SA E	NIVEL DE SALIDA ESTE
SA W	NIVEL DE SALIDA OESTE

SIMBOLOGÍA	
	"MH-" POZO DE VISITA SANITARIO
	"MH-" POZO CABECERO SANITARIO
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (TUBERÍA POR GRAVEDAD)
	DIRECCION DE FLUJO
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (PROYECCIÓN)
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (COLECTOR PRINCIPAL 1)
	TUBERÍA DE AGUAS RESIDUALES, (COLECTOR PRINCIPAL 2)



PROYECTO:

Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del sector 1 del Municipio de Ciudad Dario, departamento de Matagalpa.

INTEGRANTES:

Br. Jade Alexa Jarquin
Br. Estefani Massiel Jiron Salgado

REVISADO POR:

M.Sc Ing. José Ángel
Alcantarillado Baltodano Maldonado

CONTENIDO :

Planta de tubería colectora 004 - Red de Sanitario de Ciudad Dario, Matagalpa.
SECTOR HIDRÁULICO 1

DEPARTAMENTO DE MATAGALPA	
CIUDADMUNICIPIO: CIUDAD DARIO	
ESCALA: 1:90	FECHA: JULIO -2024

Código:

RED_CD
AS

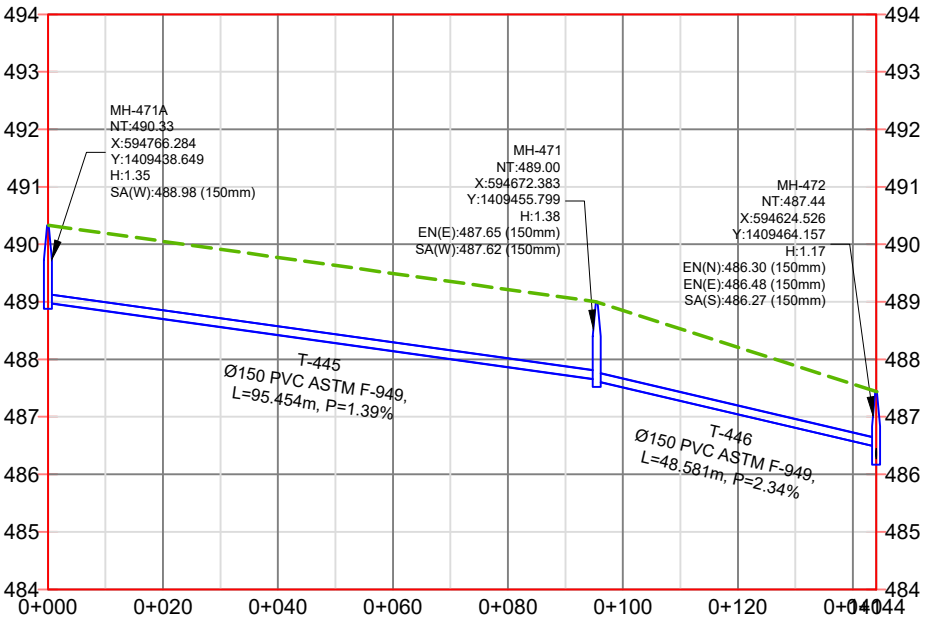
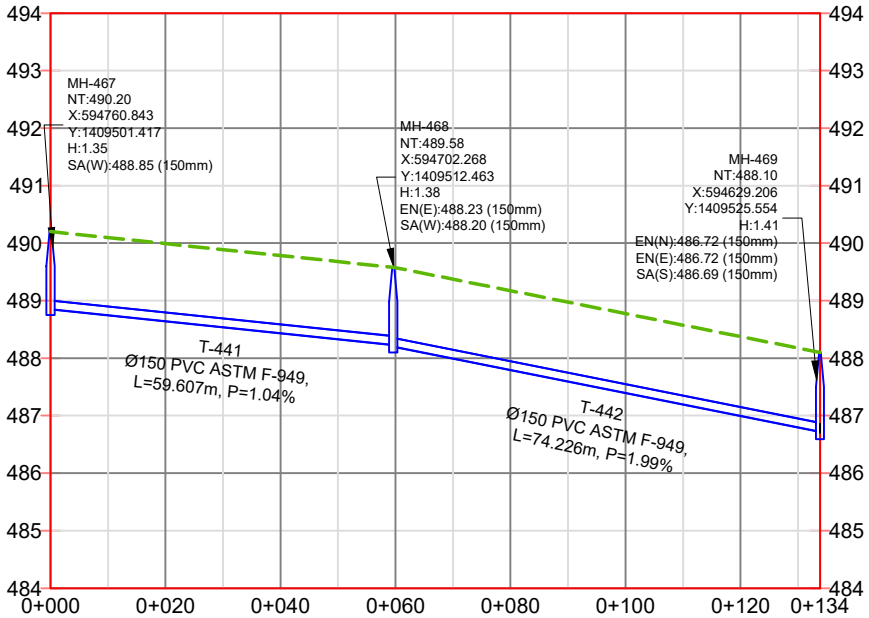
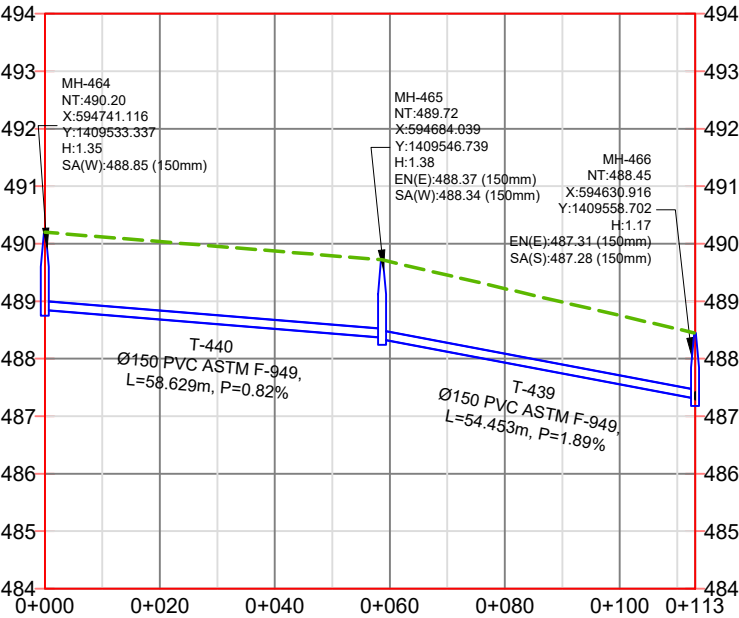
Pag.No.

11

PERFIL CALLE-1D (1)

PERFIL CALLE-2D (1)

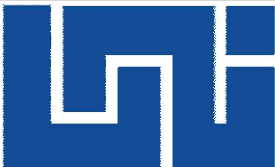
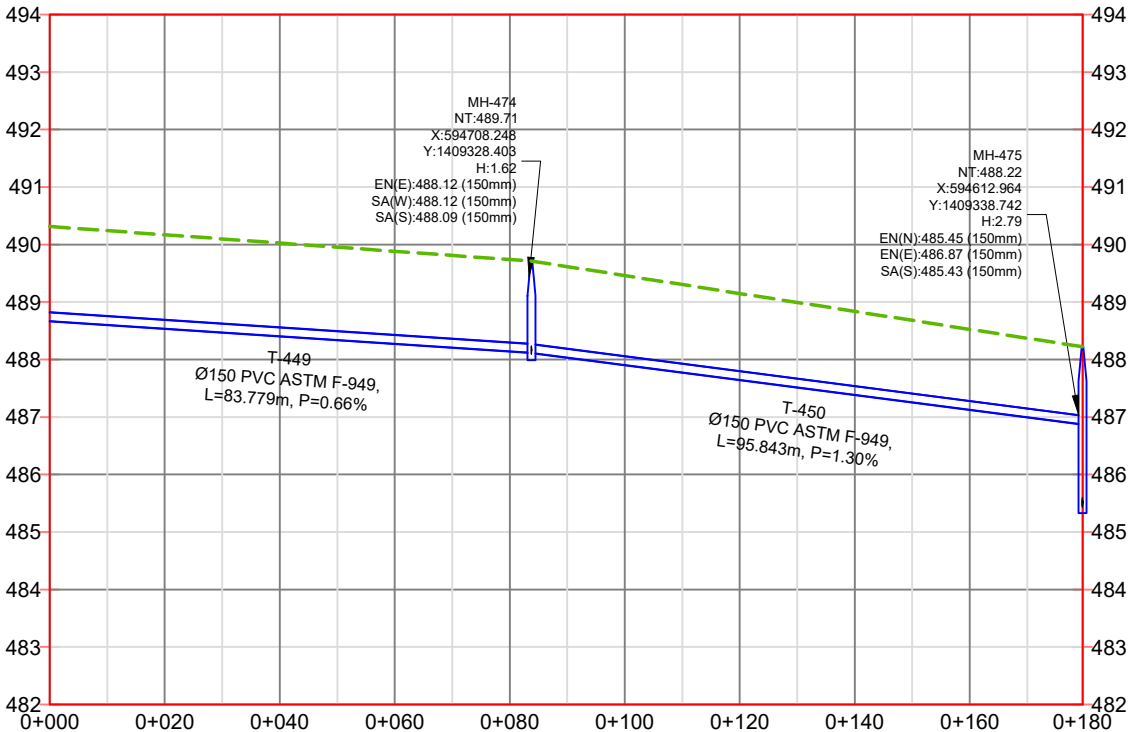
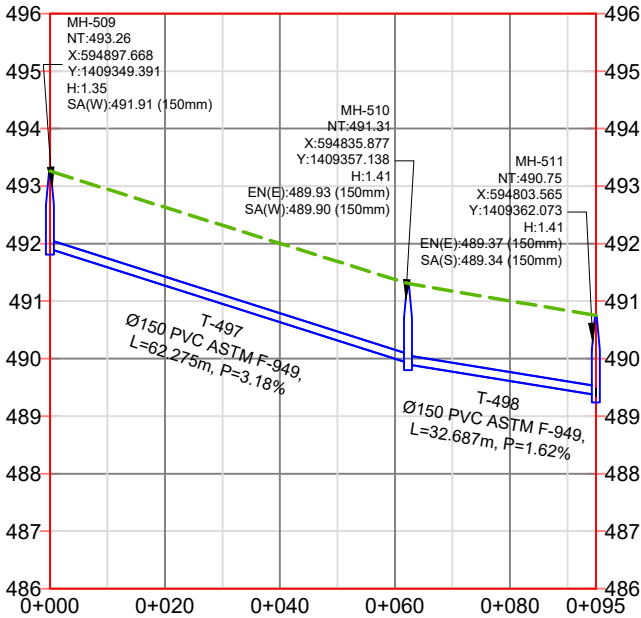
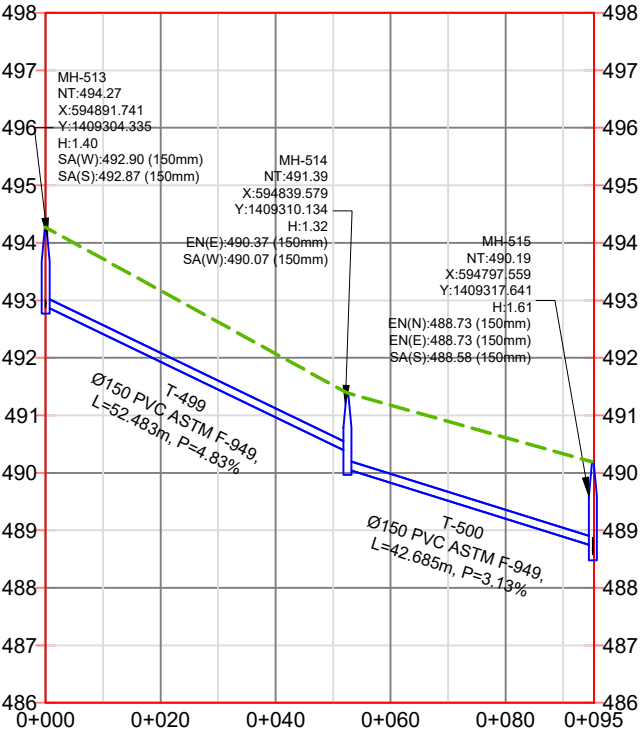
PERFIL CALLE- 3D (1)



PERFIL CALLE-5D 02 (1)

PERFIL CALLE-4D (1)

PERFIL CALLE-5D 01 (1)



PROYECTO:

Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del sector 1 del Municipio de Ciudad Darío, departamento de Matagalpa.

INTEGRANTES:

Br. Jade Alexa Jarquin
Br. Estefani Massiel Jiron Salgado

REVISADO POR:

M.Sc Ing. José Ángel
Red de Baltodano Maldonado

CONTENIDO :

Perfiles de tramos de tubería colectora 001 -
Alcantarillado Sanitario de Ciudad Darío, Matagalpa.
SECTOR HIDRÁULICO 1

DEPARTAMENTO DE MATAGALPA

CIUDAD/MUNICIPIO:
CIUDAD DARIO

ESCALA:
1:90

FECHA:
ABRIL -2024

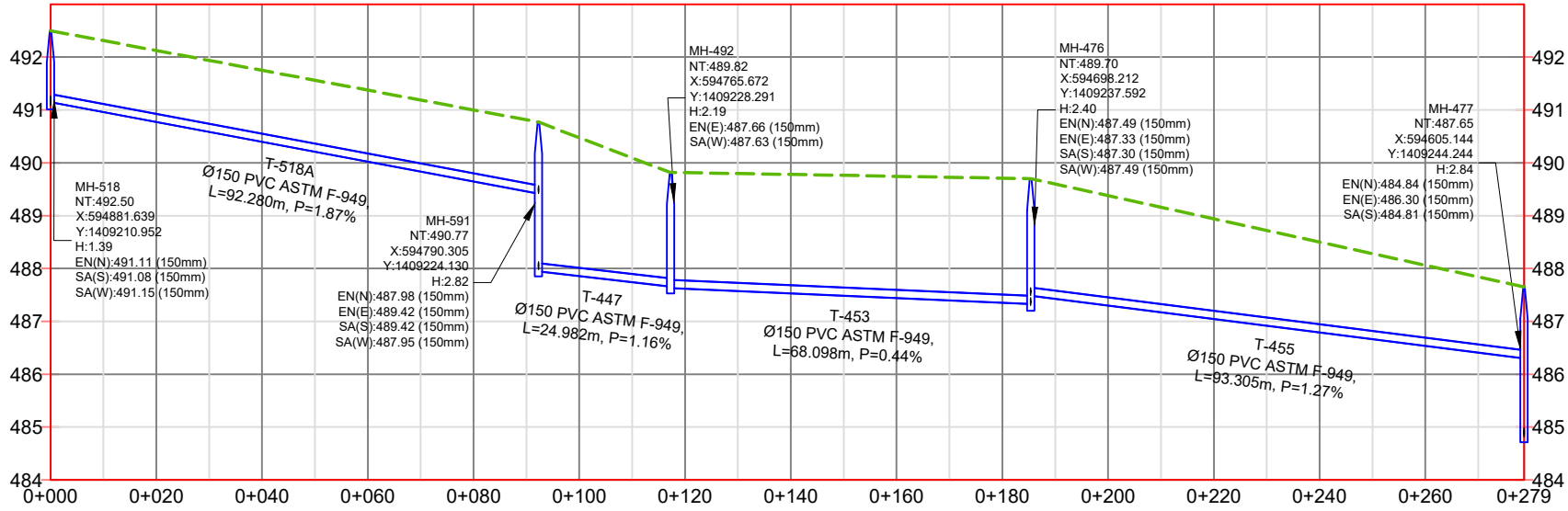
Código:

RED_CD
AS

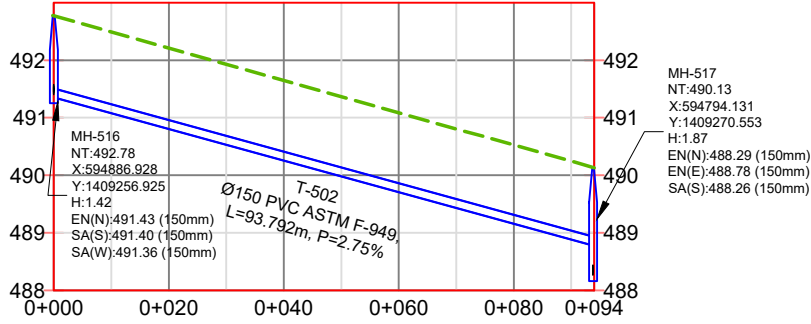
Pag. No.

12

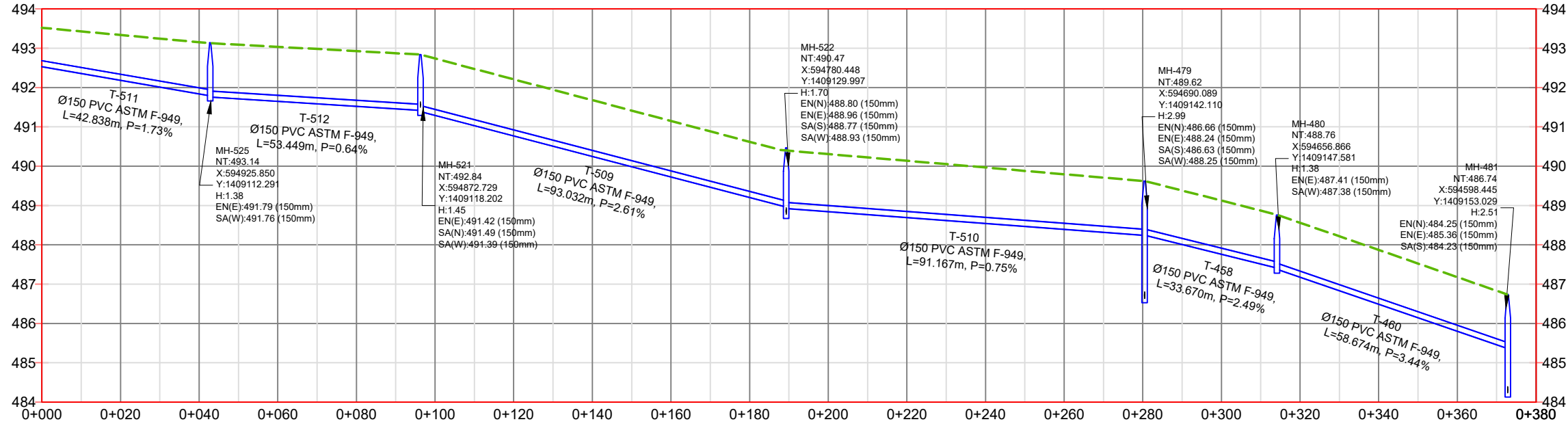
PERFIL CALLE- 7D (1)



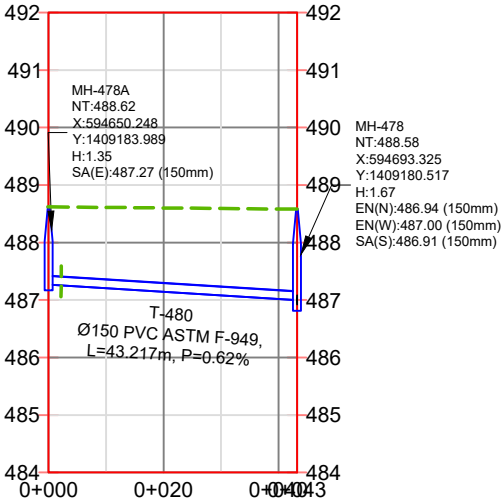
PERFIL CALLE- 6D (1)



PERFIL CALLE- 10D (1)

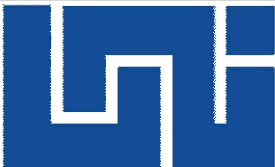


PERFIL CALLE- 9D (1)



PERFIL CALLE- 8D (1)

PERFIL CALLE 12D 01



PROYECTO:

Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del sector 1 del Municipio de Ciudad Darío, departamento de Matagalpa.

INTEGRANTES:

Br. Jade Alexa Jarquin
Br. Estefani Massiel Jiron Salgado

REVISADO POR:

M.Sc Ing. José Ángel
Red de Baltodano Maldonado

CONTENIDO :

Perfiles de tramos de tubería colectora 002-
Alcantarillado Sanitario de Ciudad Darío, Matagalpa.
SECTOR HIDRÁULICO 1

DEPARTAMENTO DE MATAGALPA

CIUDAD/MUNICIPIO:
CIUDAD DARIO

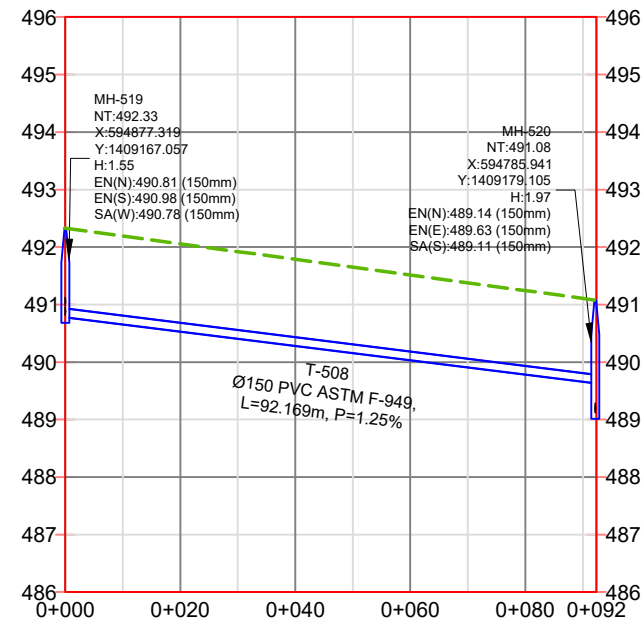
ESCALA: 1:90
FECHA: ABRIL -2024

Código: RED-CD-AS

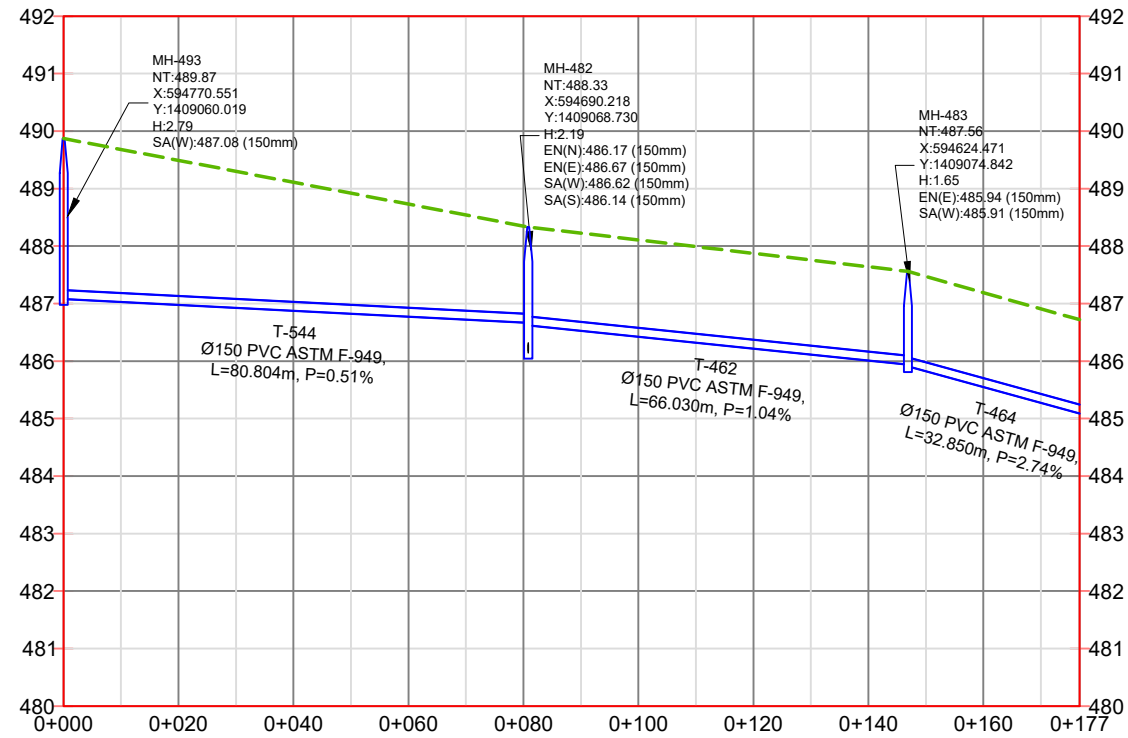
Pag. No.

13

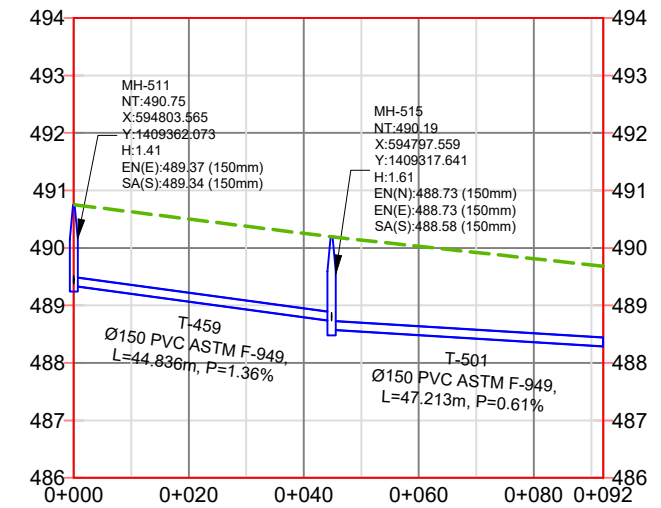
PERFIL CALLE- 8D (1)



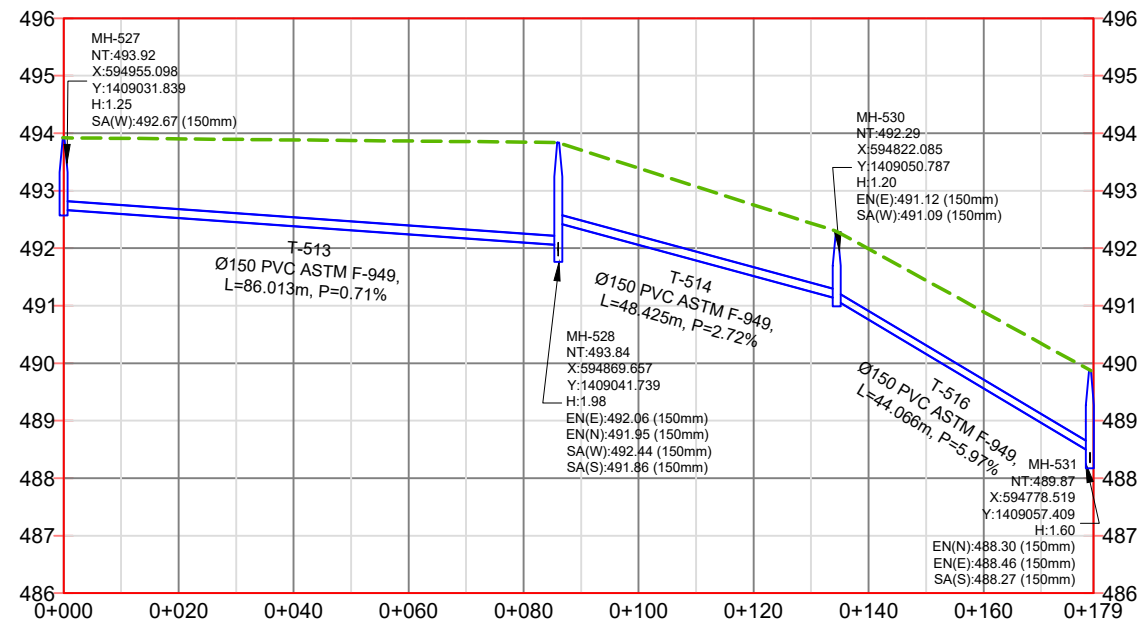
PERFIL CALLE 12D 01



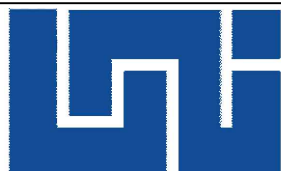
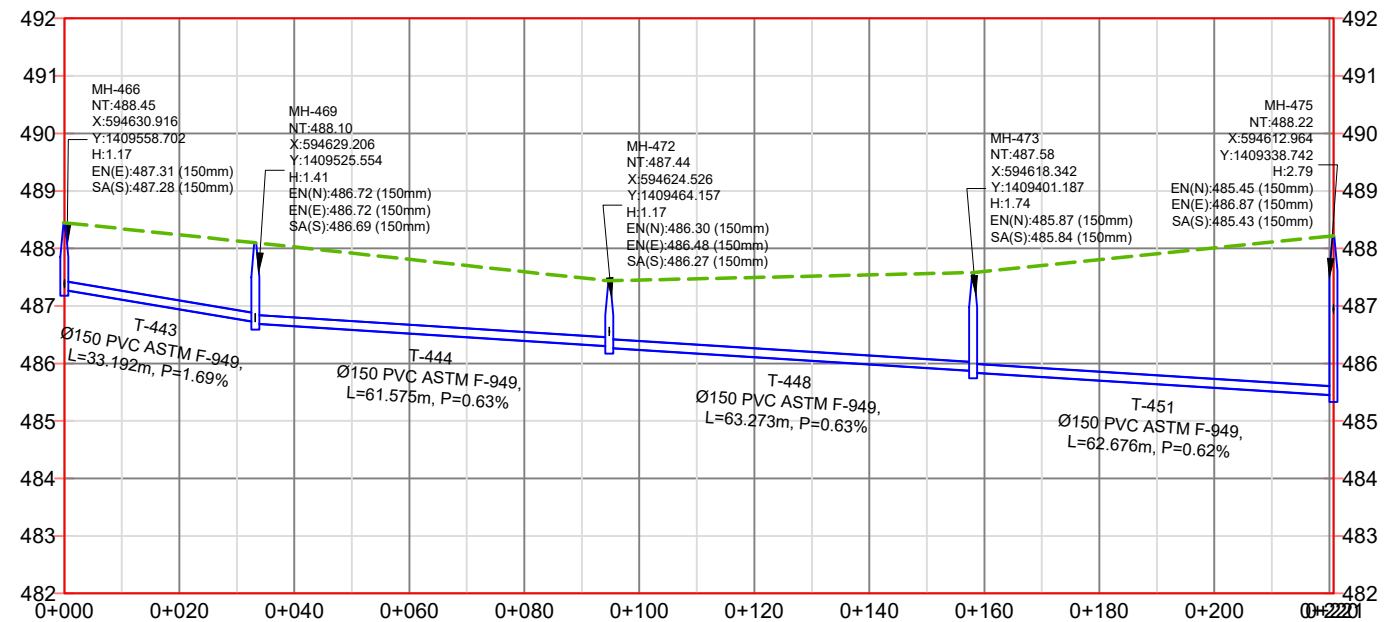
PERFIL AVENIDA-3D



PERFIL CALLE 12D 02



PERFIL AVENIDA 1D 01 (1)



PROYECTO:

Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del sector 1 del Municipio de Ciudad Darío, departamento de Matagalpa.

INTEGRANTES:

Br. Jade Alexa Jarquin
Br. Estefani Massiel Jiron Salgado

REVISADO POR:

M.Sc Ing. José Ángel
Red de Baltodano Maldonado

CONTENIDO :

Perfiles de tramos de tubería colectora 003 -
Alcantarillado Sanitario de Ciudad Darío, Matagalpa.
SECTOR HIDRÁULICO 1

DEPARTAMENTO DE MATAGALPA

CIUDAD/MUNICIPIO:
CIUDAD DARIO

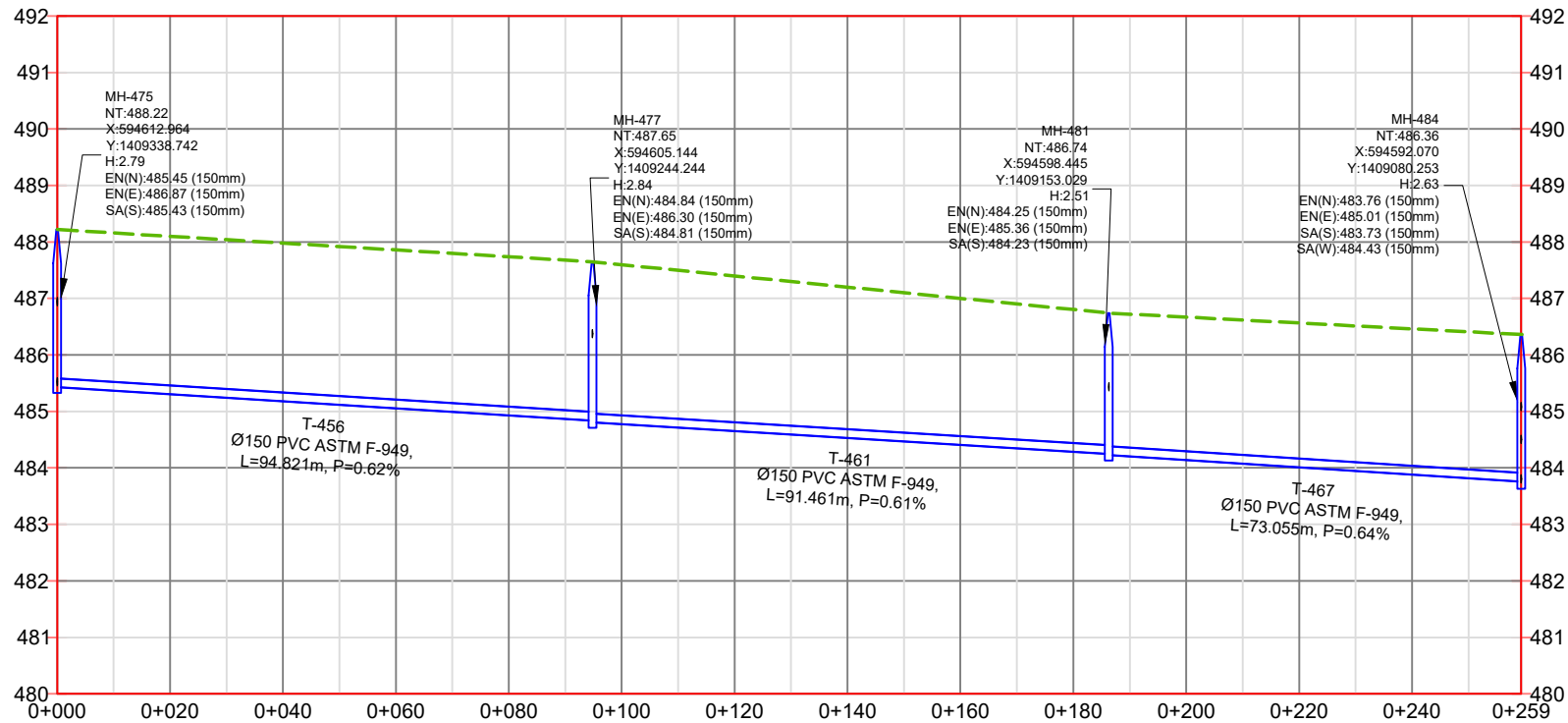
ESCALA: 1:90
FECHA: ABRIL -2024

Código: RED-CD-AS

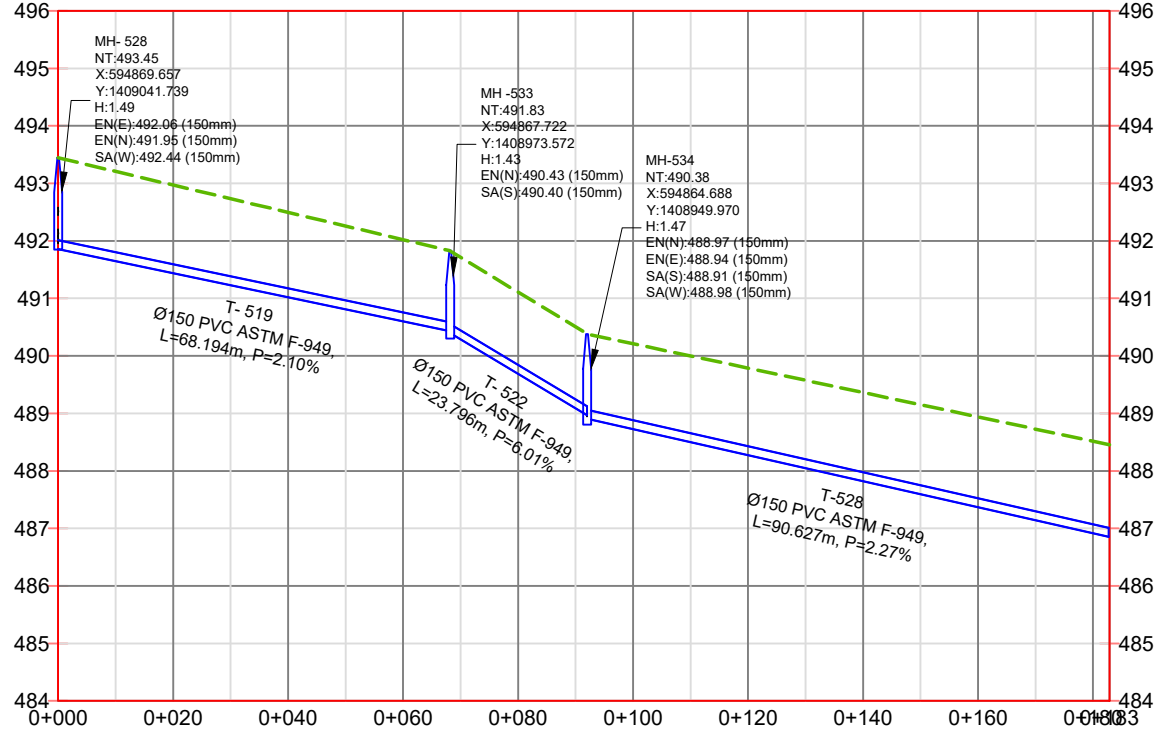
Pag. No.

14

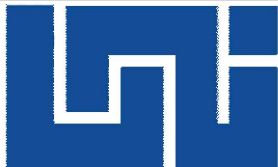
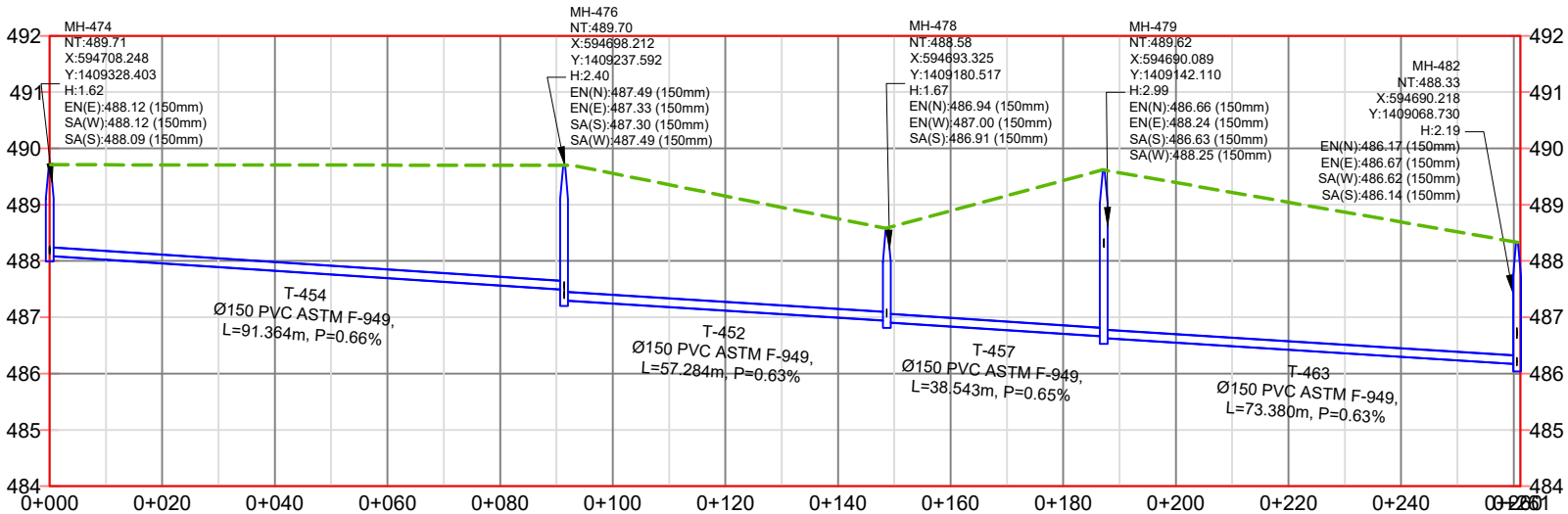
PERFIL AVENIDA-1D 02 (1)



PERFIL AVENIDA-4D-01 FINLAN



PERFIL AVENIDA-2D (1)



PROYECTO:

Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del sector 1 del Municipio de Ciudad Darío, departamento de Matagalpa.

INTEGRANTES:

Br. Jade Alexa Jarquin
Br. Estefani Massiel Jiron Salgado

REVISADO POR:

M.Sc Ing. José Ángel
Red de Baltodano Maldonado

CONTENIDO :

Perfiles de tramos de tubería colectora 004 -
Alcantarillado Sanitario de Ciudad Darío, Matagalpa.
SECTOR HIDRÁULICO 1

DEPARTAMENTO DE MATAGALPA

CIUDAD/MUNICIPIO:
CIUDAD DARIO

ESCALA:
1:90

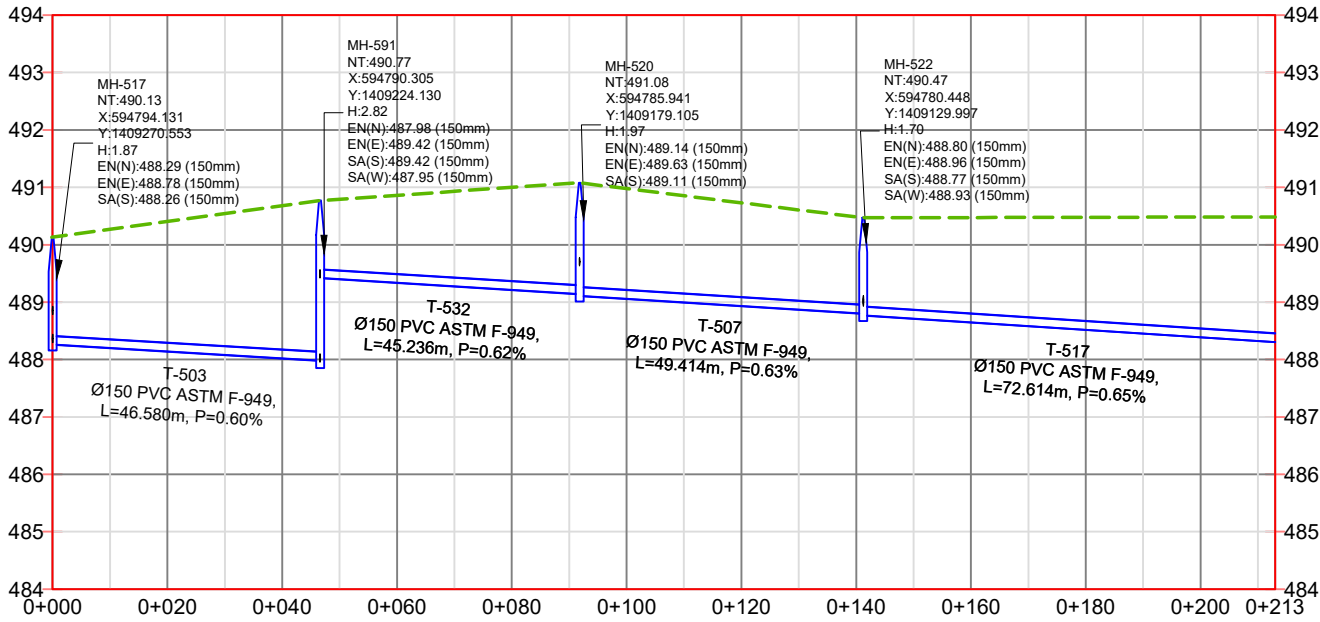
FECHA:
ABRIL -2024

Código: RED-CD-AS

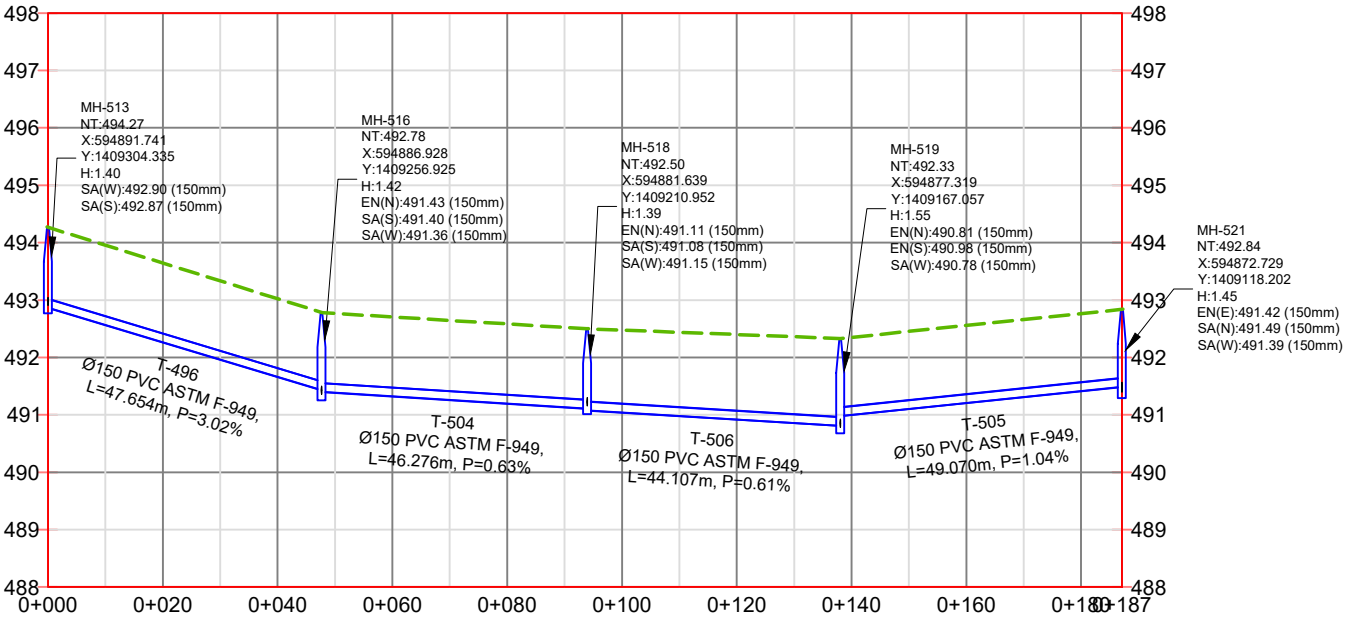
Pag. No.

15

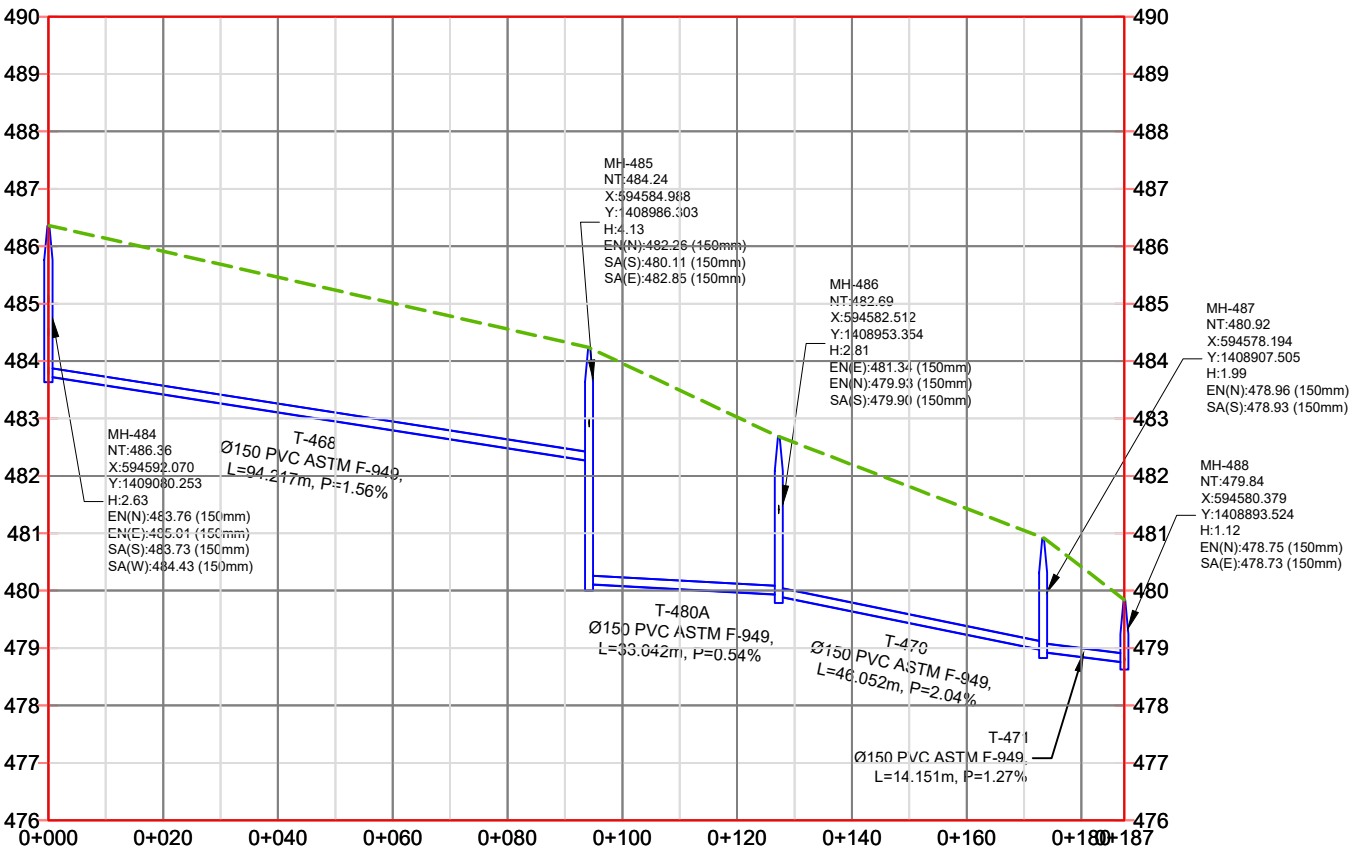
PERFIL AVENIDA-3D - 2



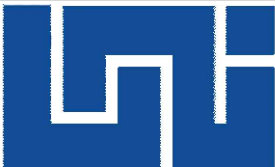
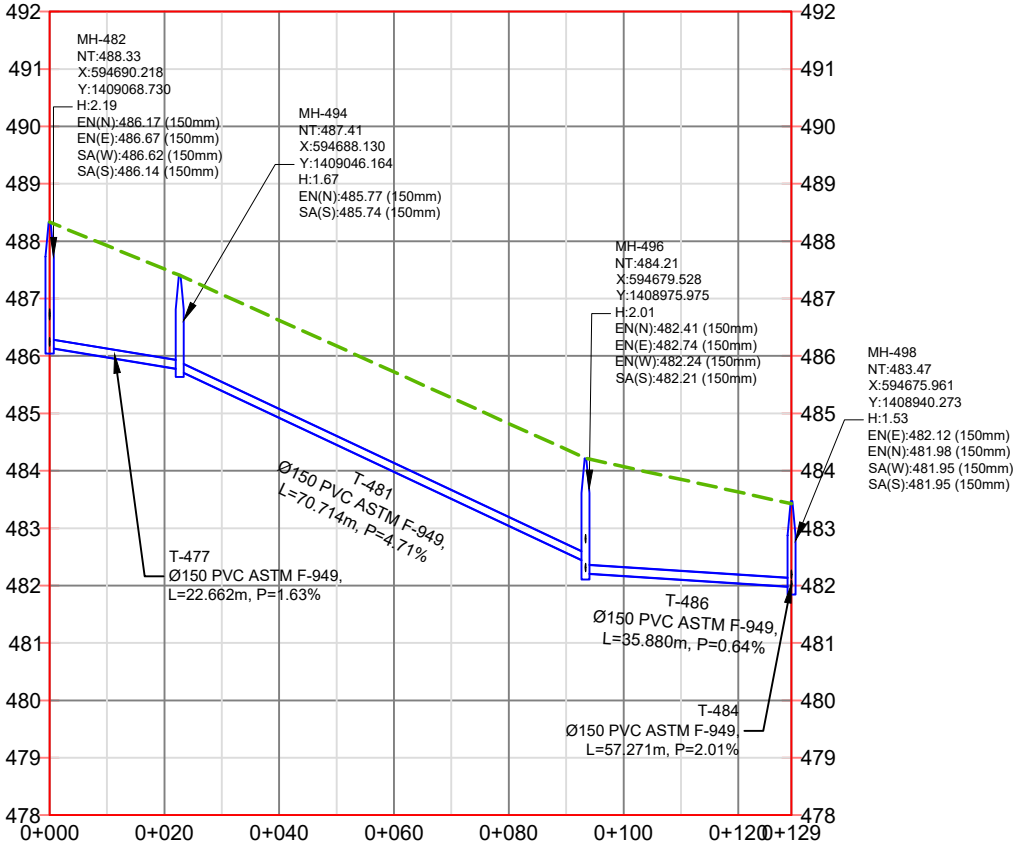
PERFIL AVENIDA 4D-01



PERFIL AVENIDA 1D-FINLANDIA (A1)



PERFIL AVENIDA-2D-FINLA



PROYECTO:

Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del sector 1 del Municipio de Ciudad Darío, departamento de Matagalpa.

INTEGRANTES:

Br. Jade Alexa Jarquin
Br. Estefani Massiel Jiron Salgado

REVISADO POR:

M.Sc Ing. José Ángel
Red de Baltodano Maldonado

CONTENIDO :

Perfiles de tramos de tubería colectora 005 -
Alcantarillado Sanitario de Ciudad Darío, Matagalpa.
SECTOR HIDRÁULICO 1

DEPARTAMENTO DE MATAGALPA

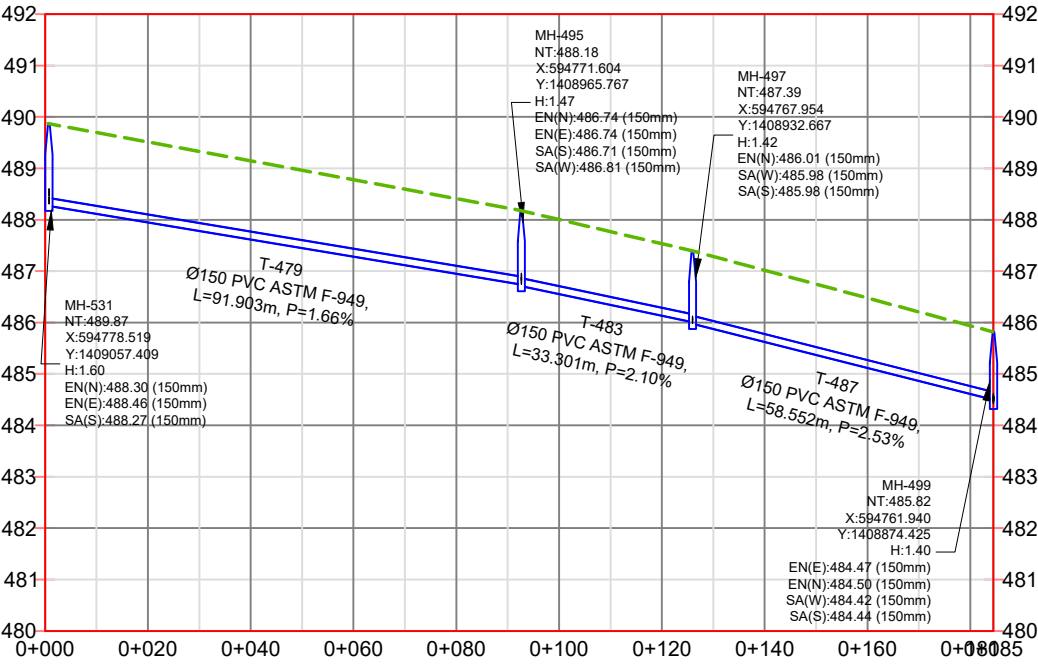
CIUDAD/MUNICIPIO:
CIUDAD DARIO

ESCALA: 1:30
FECHA: ABRIL -2024

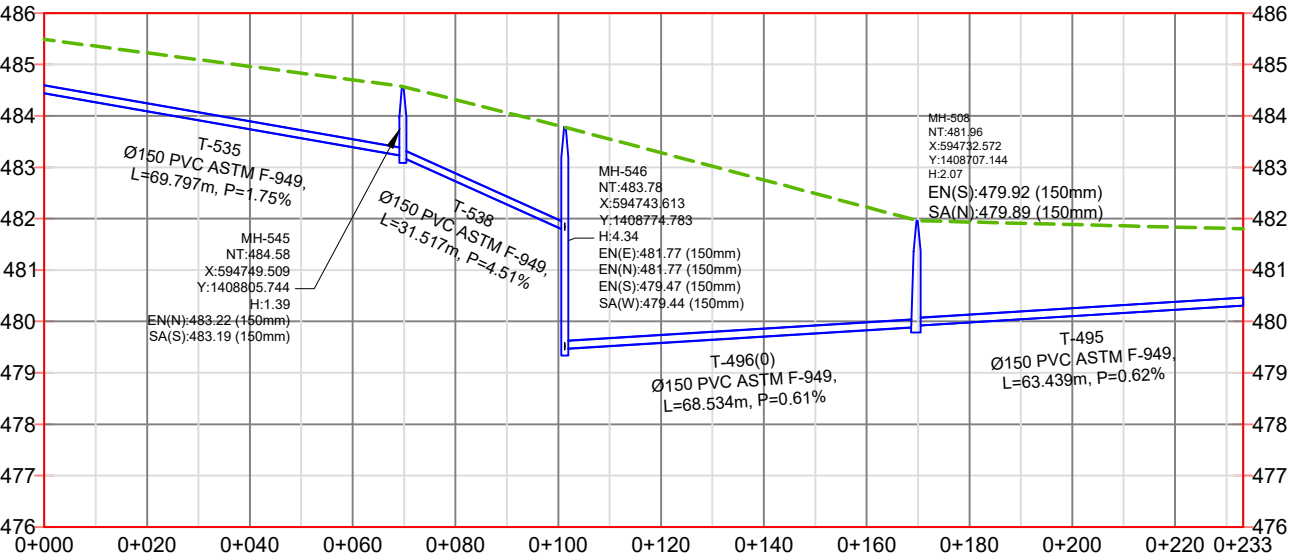
Código: RED-CD-AS

Pag. No. 16

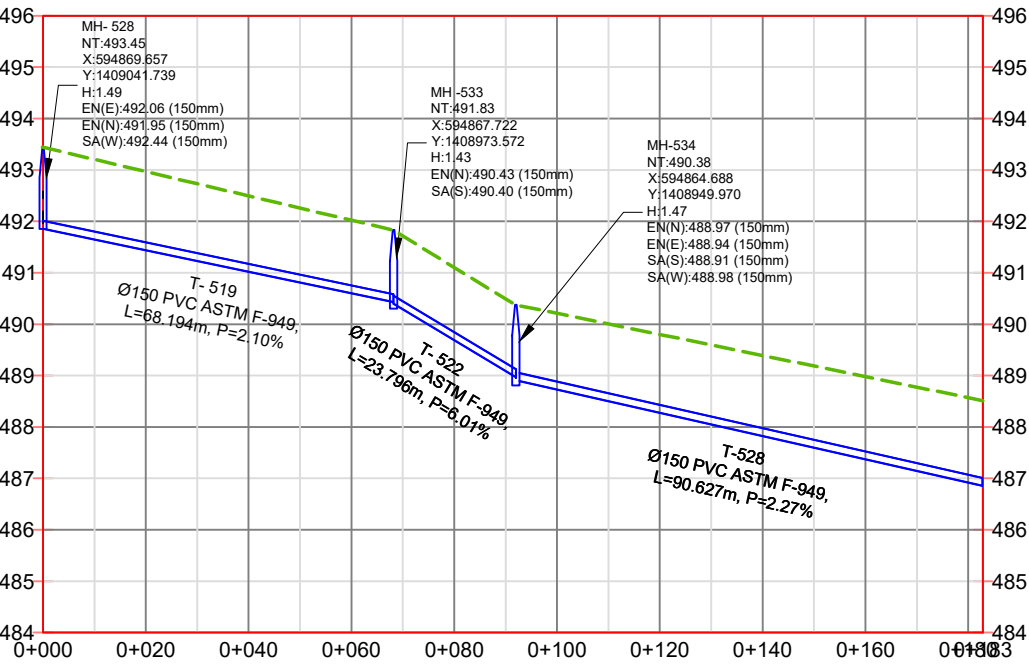
PERFIL AVENIDA-3D-01 FINLAN



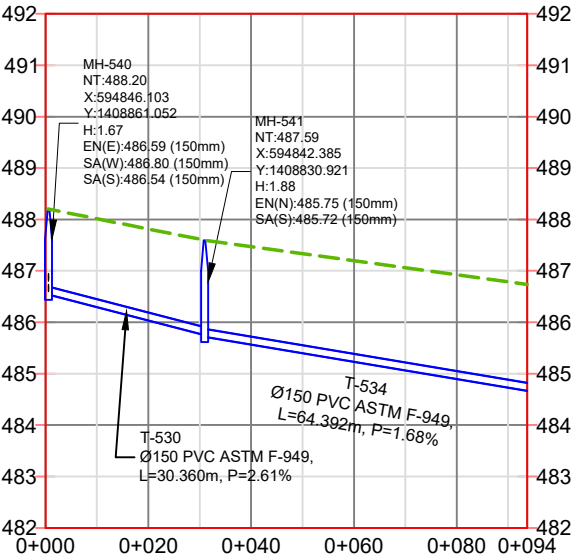
PERFIL AVENIDA-3D-02



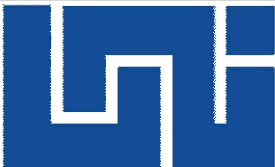
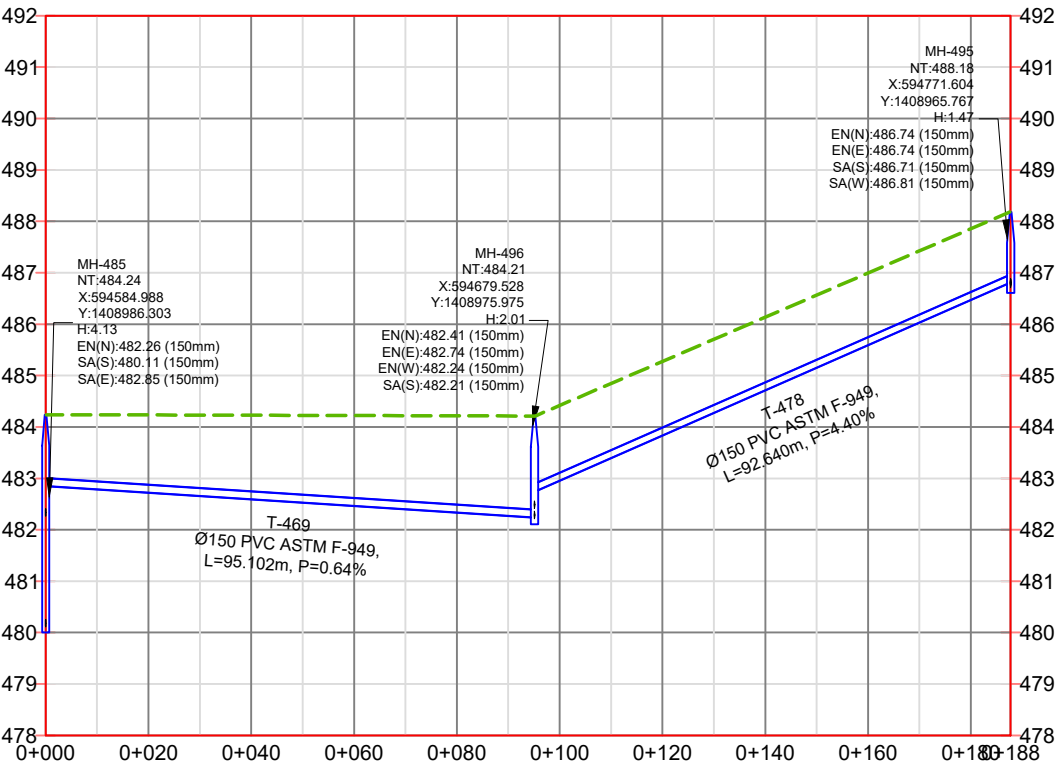
PERFIL AVENIDA-4D-01 FINLAN



PERFIL AVENIDA-4D-02



PERFIL CALLE 14D-01



PROYECTO:

Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del sector 1 del Municipio de Ciudad Darío, departamento de Matagalpa.

INTEGRANTES:

Br. Jade Alexa Jarquin
Br. Estefani Massiel Jiron Salgado

REVISADO POR:

M.Sc Ing. José Ángel
Red de Baltodano Maldonado

CONTENIDO :

Perfiles de tramos de tubería colectora 006 -
Alcantarillado Sanitario de Ciudad Darío, Matagalpa.
SECTOR HIDRÁULICO 1

DEPARTAMENTO DE MATAGALPA

CIUDAD/MUNICIPIO:
CIUDAD DARIO

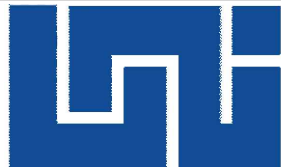
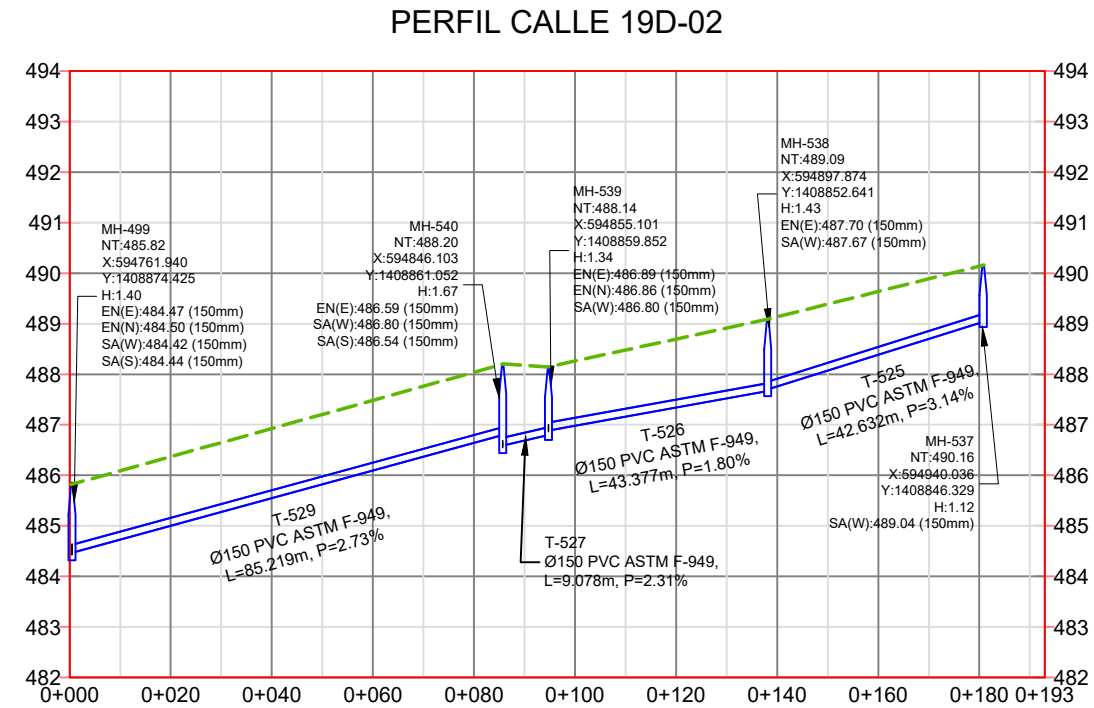
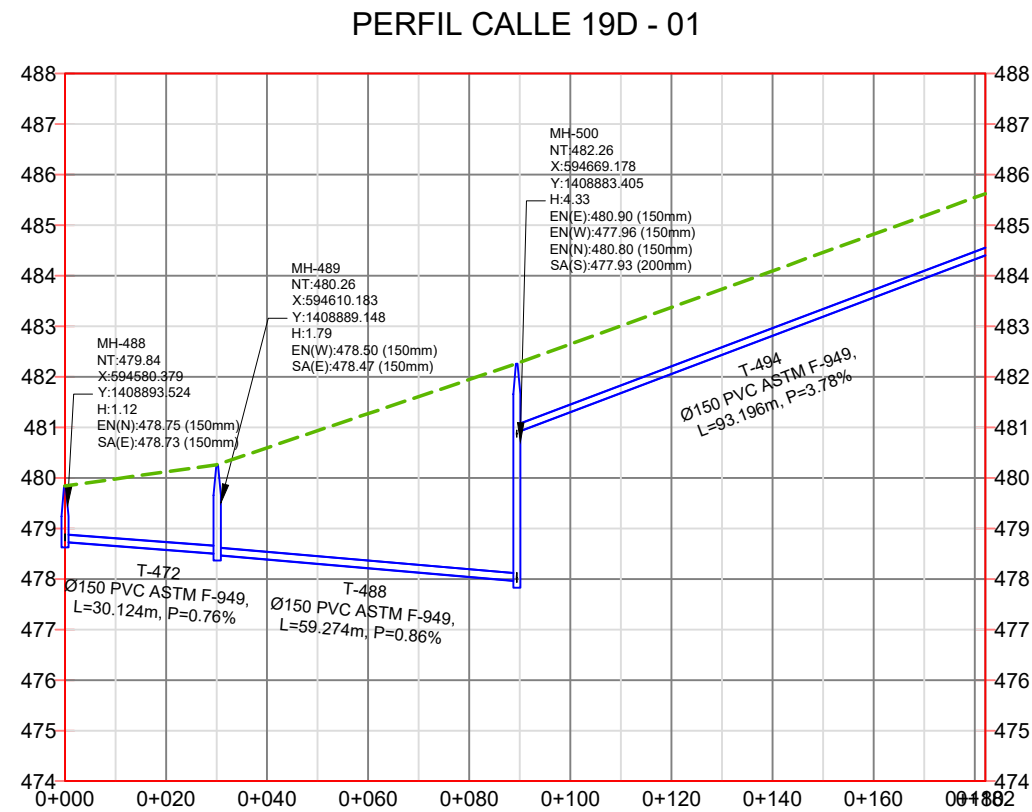
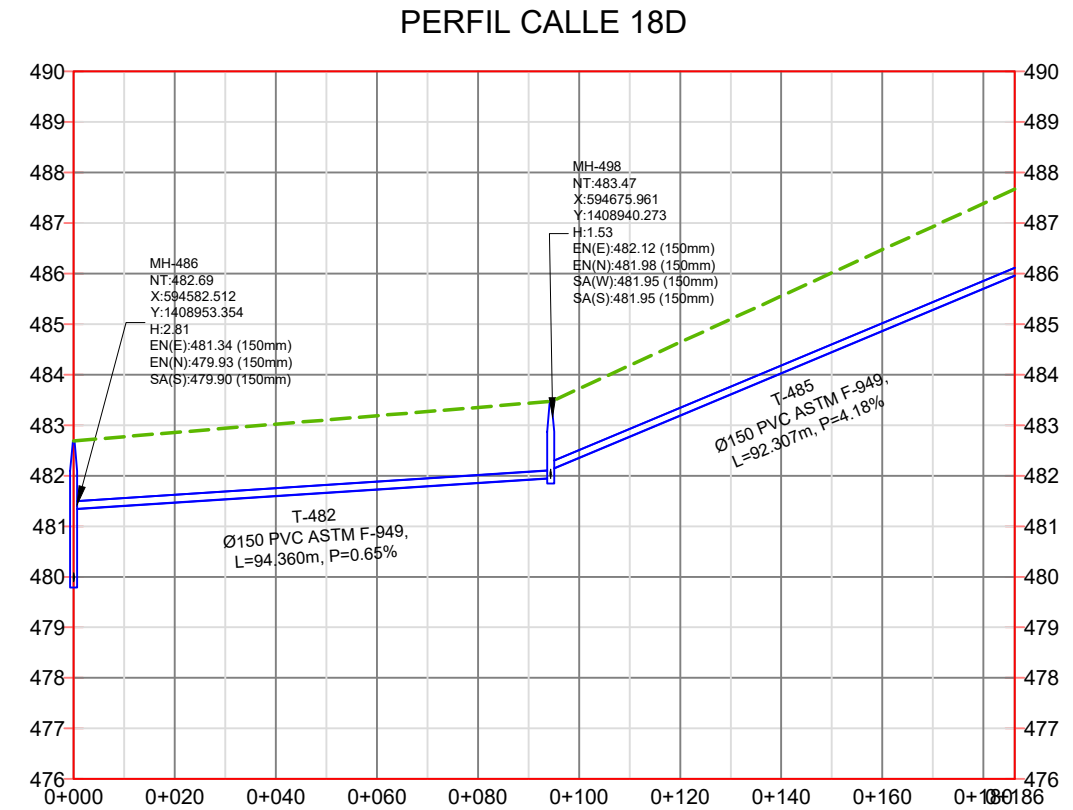
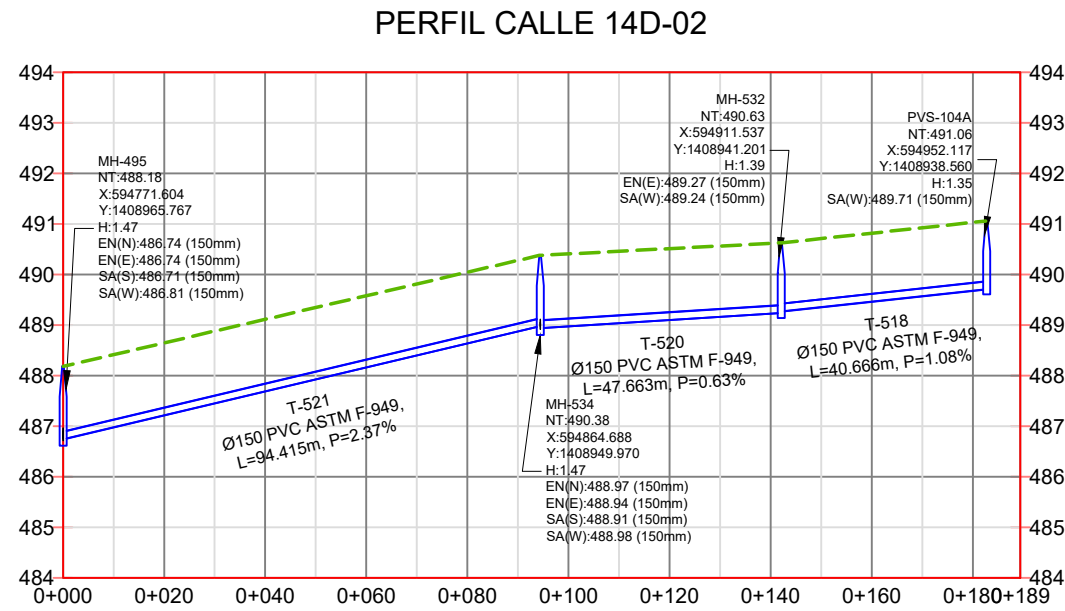
ESCALA:
1:30

FECHA:
ABRIL -2024

Código: RED_CD AS

Pag. No.

17



PROYECTO:

Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del sector 1 del Municipio de Ciudad Darío, departamento de Matagalpa.

INTEGRANTES:

Br. Jade Alexa Jarquin
Br. Estefani Massiel Jiron Salgado

REVISADO POR:

M.Sc Ing. José Ángel
Red de Baltodano Maldonado

CONTENIDO :

Perfiles de tramos de tubería colectora 007-
Alcantarillado Sanitario de Ciudad Darío, Matagalpa.
SECTOR HIDRÁULICO 1

DEPARTAMENTO DE MATAGALPA

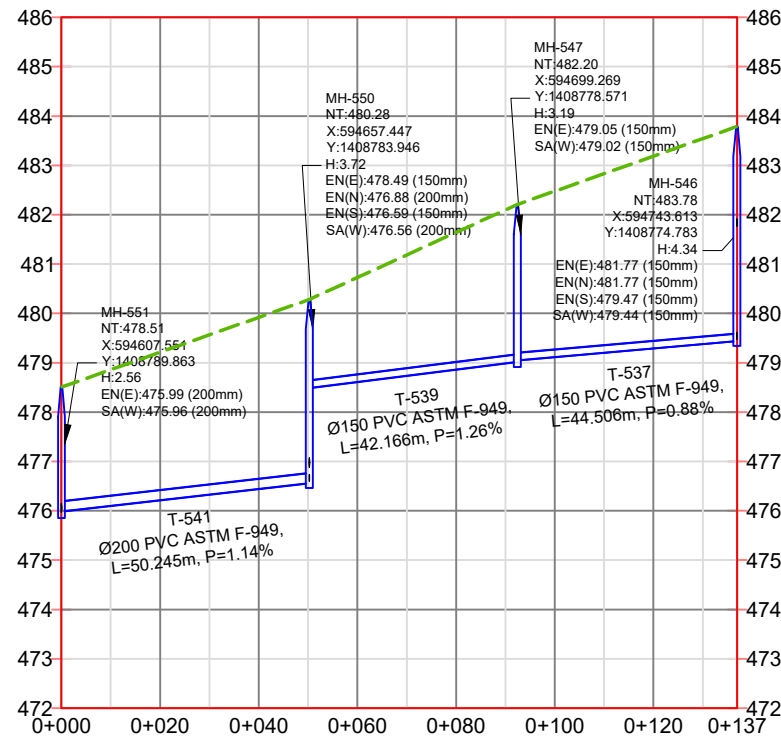
CIUDAD/MUNICIPIO:
CIUDAD DARIO

ESCALA: 1:90 FECHA: ABRIL -2024

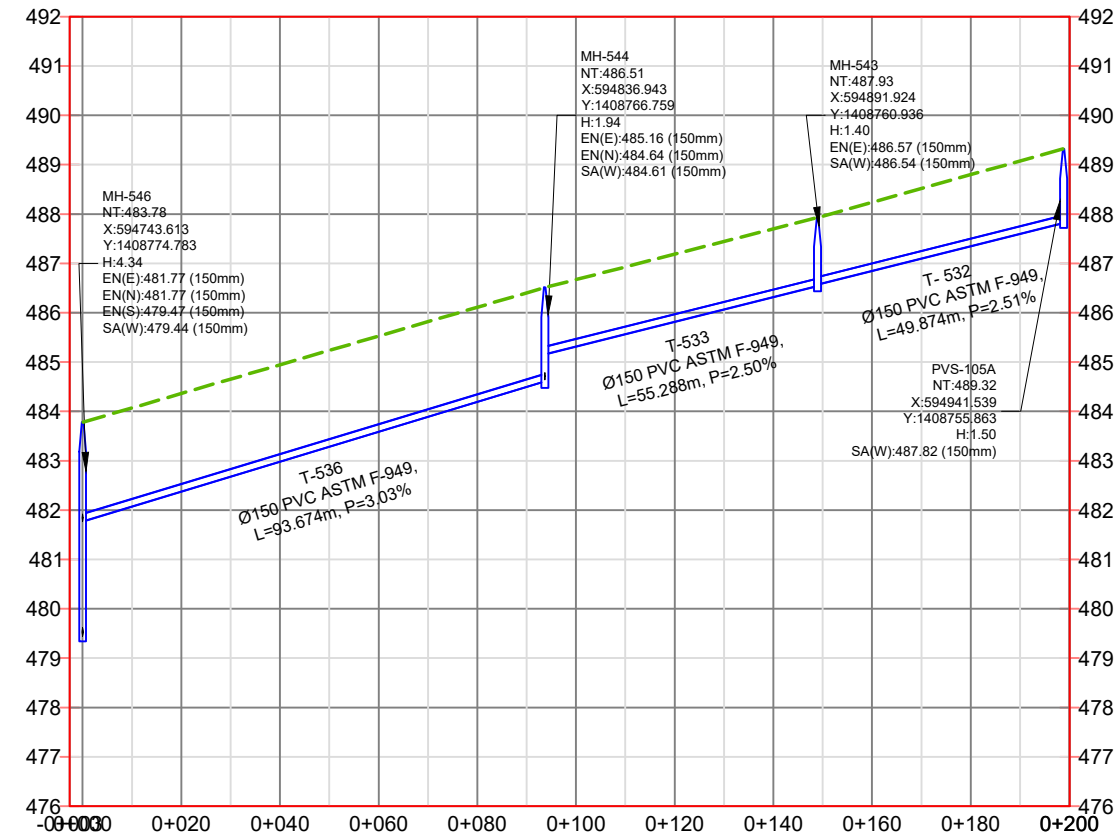
Código: RED-CD-AS

Pag. No. 18

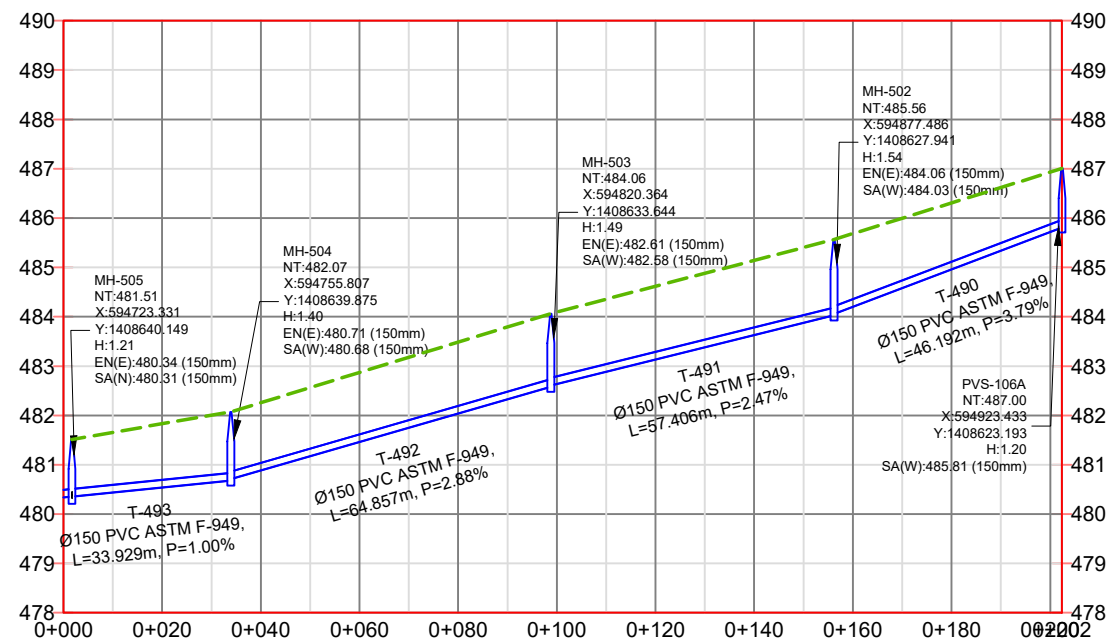
PERFIL CALLE 22D-01



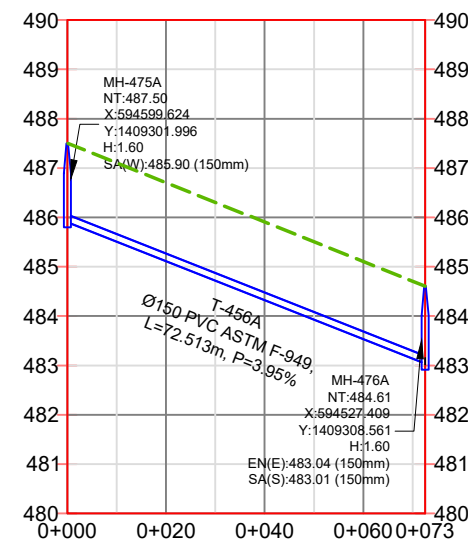
PERFIL CALLE 22D-02



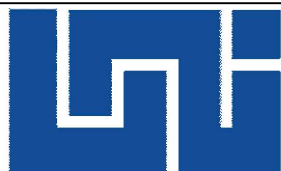
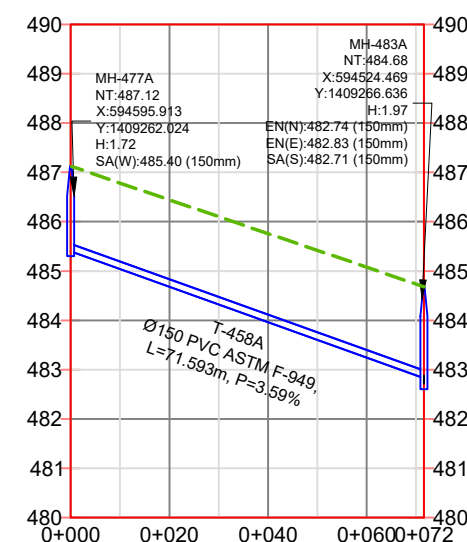
PERFIL CALLE 28D



PERFIL Calle 6D - Bo. Villa Hermosa



PERFIL Calle 7D - Bo. Villa Hermosa



PROYECTO:

Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del sector 1 del Municipio de Ciudad Darío, departamento de Matagalpa.

INTEGRANTES:

Br. Jade Alexa Jarquin
Br. Estefani Massiel Jiron Salgado

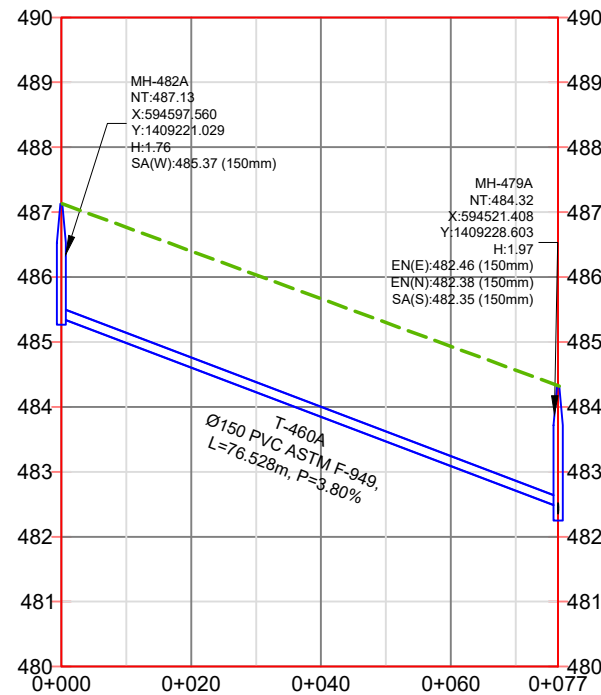
REVISADO POR:

M.Sc Ing. José Ángel
Red de Baltodano Maldonado

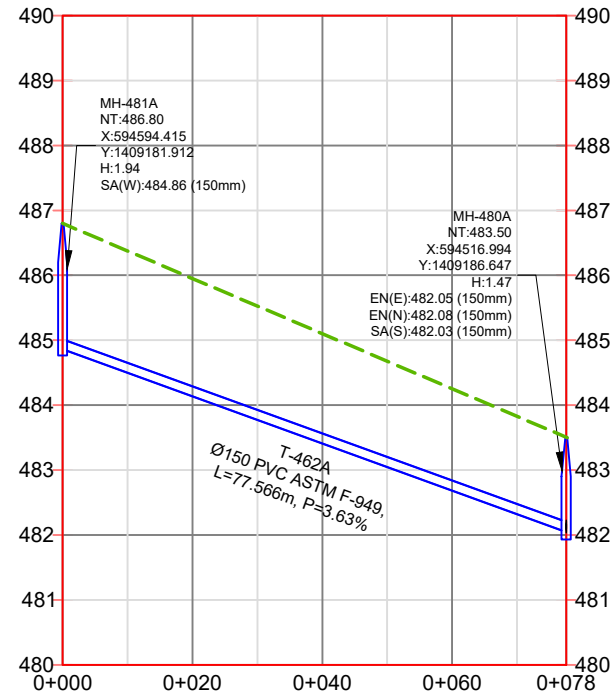
CONTENIDO :

Perfiles de tramos de tubería colectora 008-
Alcantarillado Sanitario de Ciudad Darío, Matagalpa.
SECTOR HIDRÁULICO 1

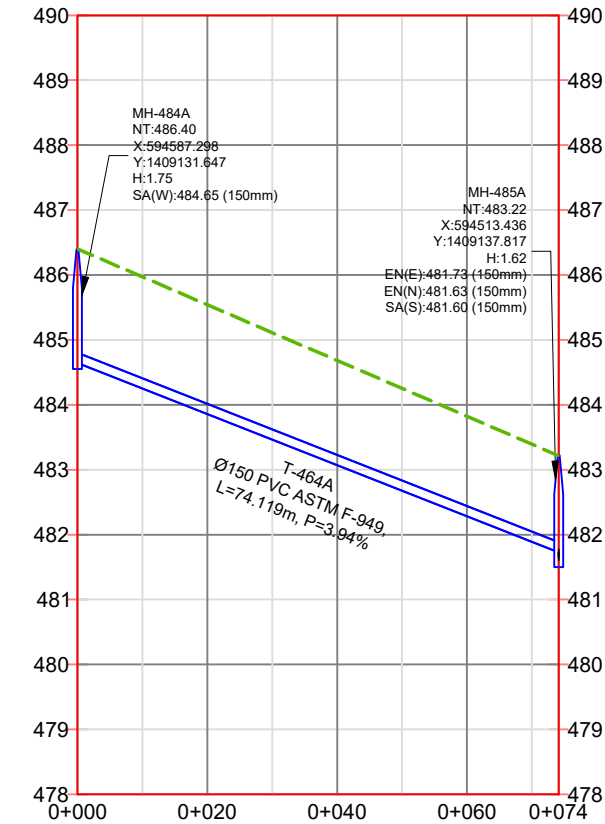
PERFIL Calle 8D - Bo. Villa Hermosa



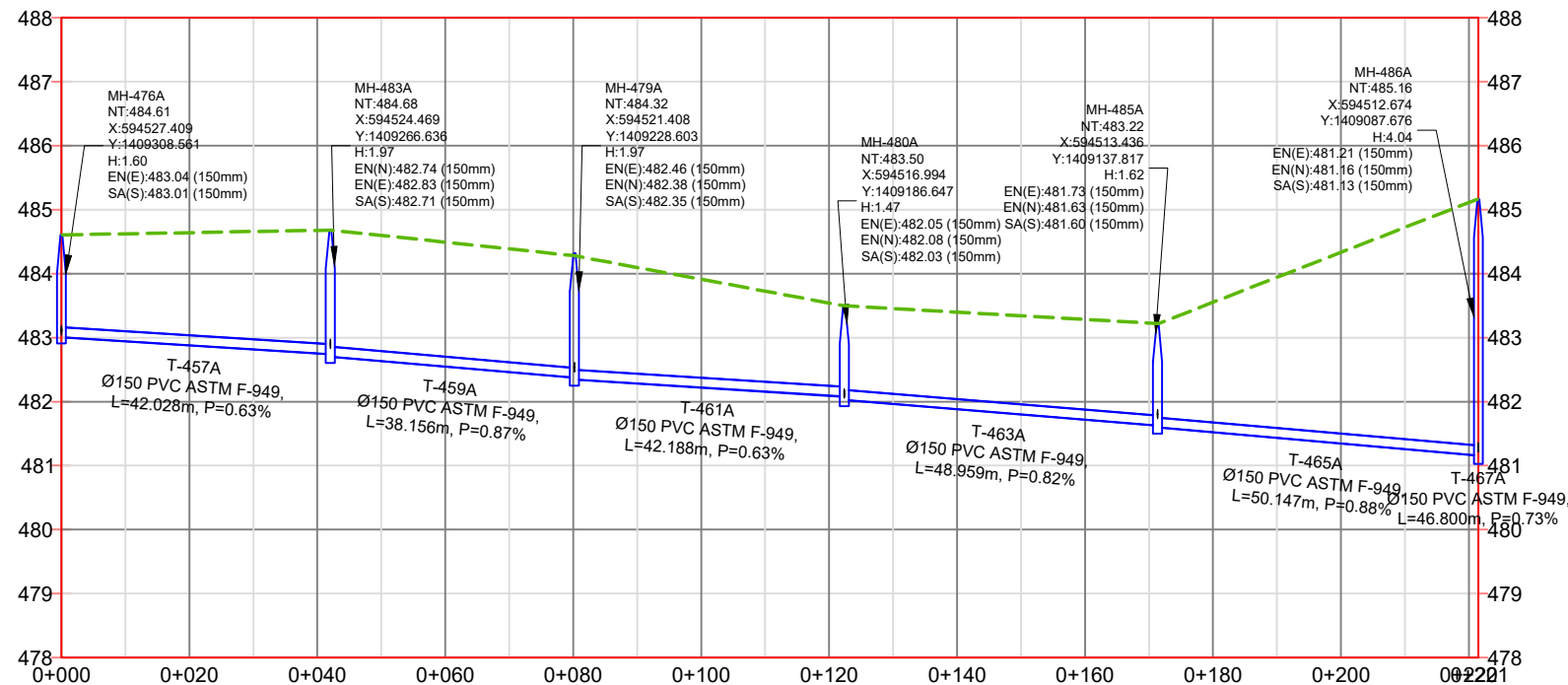
PERFIL Calle 9D - Bo. Villa Hermosa



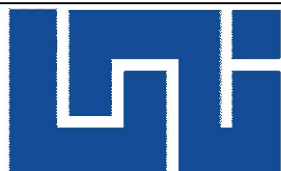
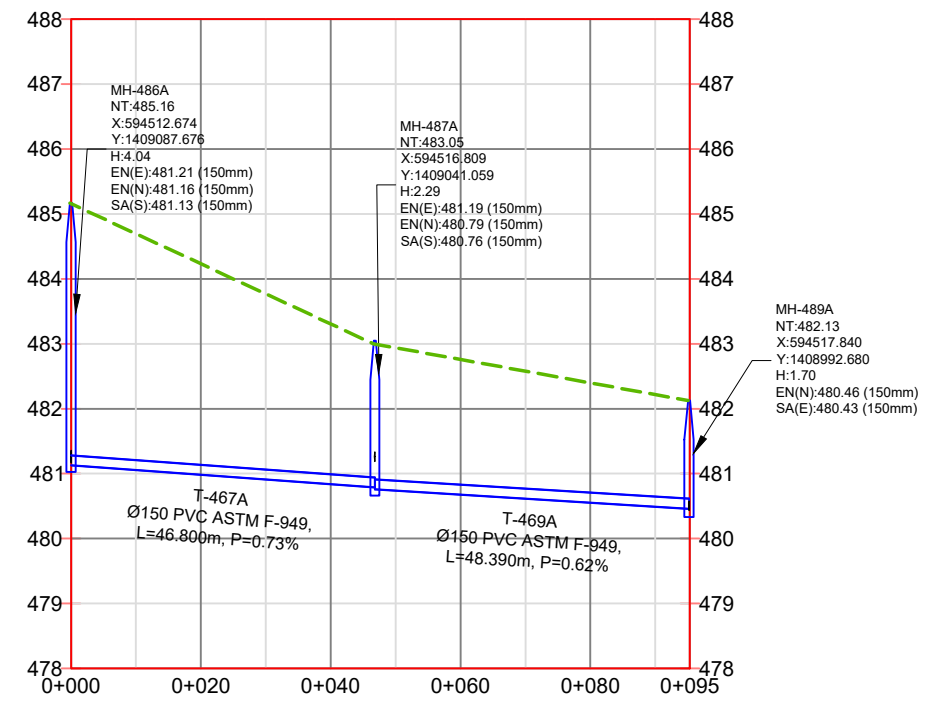
PERFIL Calle 11D - Bo. VILLA HERMOSA



PERFIL AV01-01A - Bo. VILLA HERMOSA



PERFIL AV01-01A - Bo. FINLANDIA 2



PROYECTO:

Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del sector 1 del Municipio de Ciudad Dario, departamento de Matagalpa.

INTEGRANTES:

Br. Jade Alexa Jarquin
Br. Estefani Massiel Jiron Salgado

REVISADO POR:

M.Sc Ing. José Ángel
Red de Baltodano Maldonado

CONTENIDO :

Perfiles de tramos de tubería colectora 009 -
Alcantarillado Sanitario de Ciudad Dario, Matagalpa.
SECTOR HIDRÁULICO 1

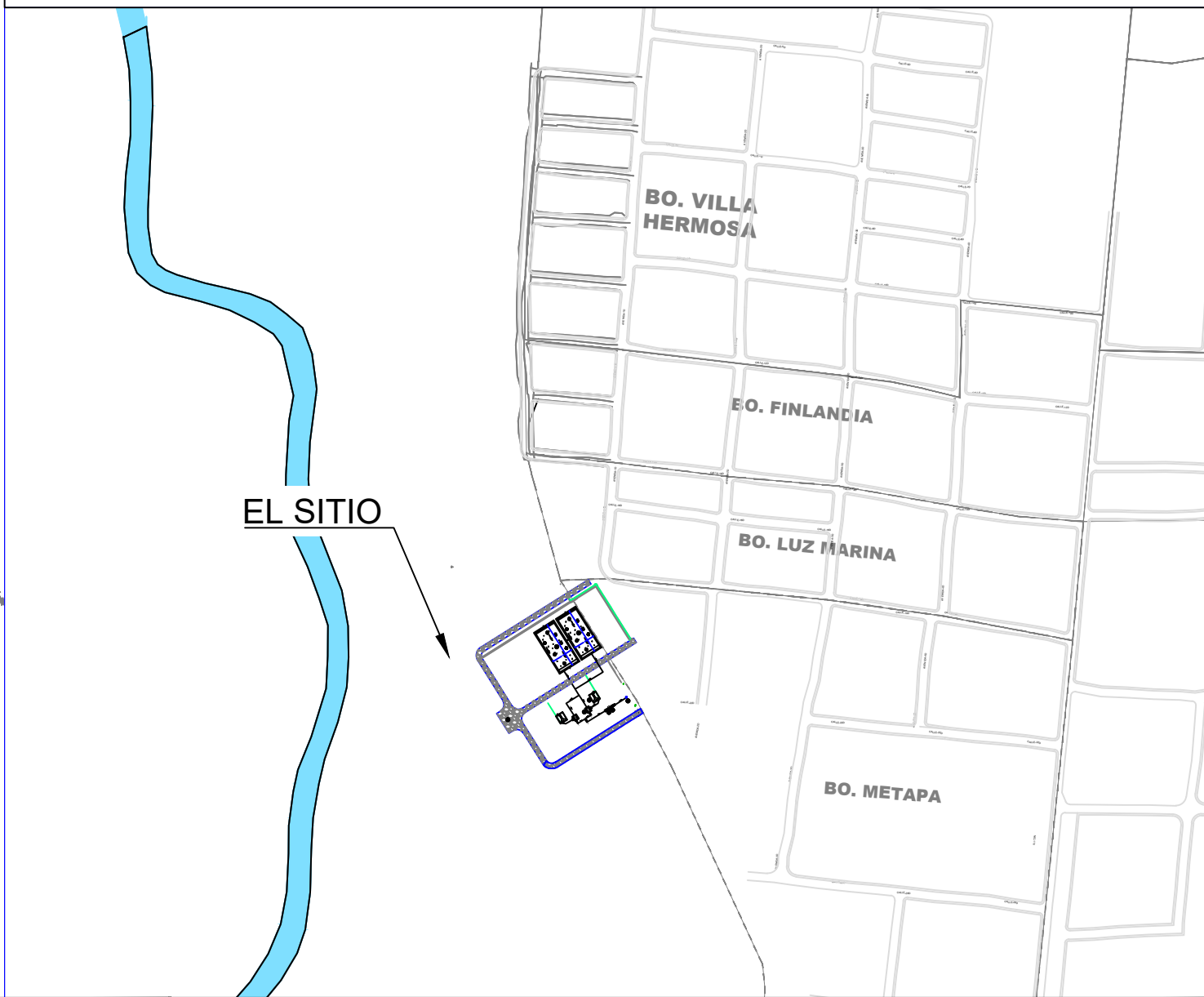
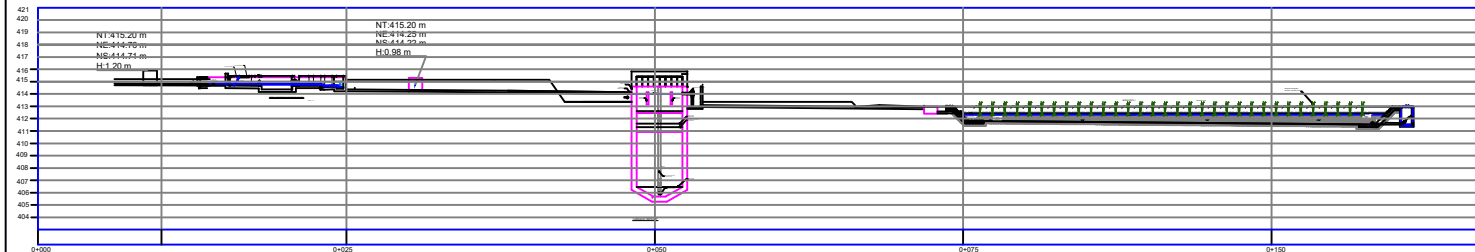
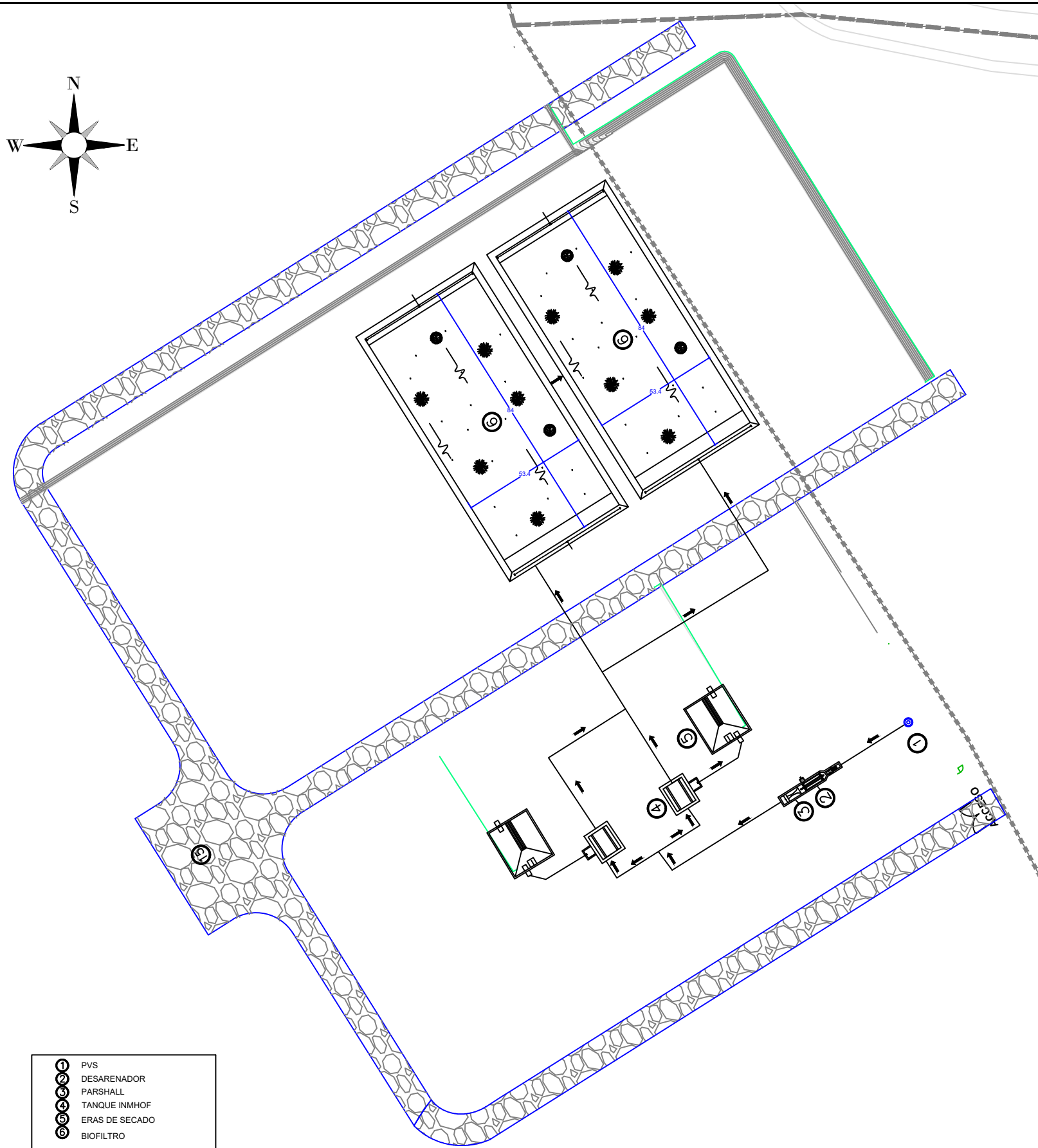
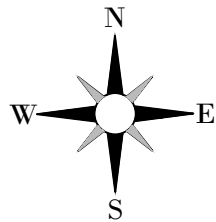
DEPARTAMENTO DE MATAGALPA

CIUDAD/MUNICIPIO:
CIUDAD DARIO

ESCALA: 1:90 FECHA: ABRIL -2024

Código: RED_CD AS

Pag. No. 20

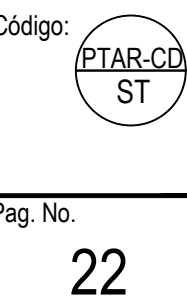


PROYECTO:
Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del sector 1 del Municipio de Ciudad Dario, departamento de Matagalpa.

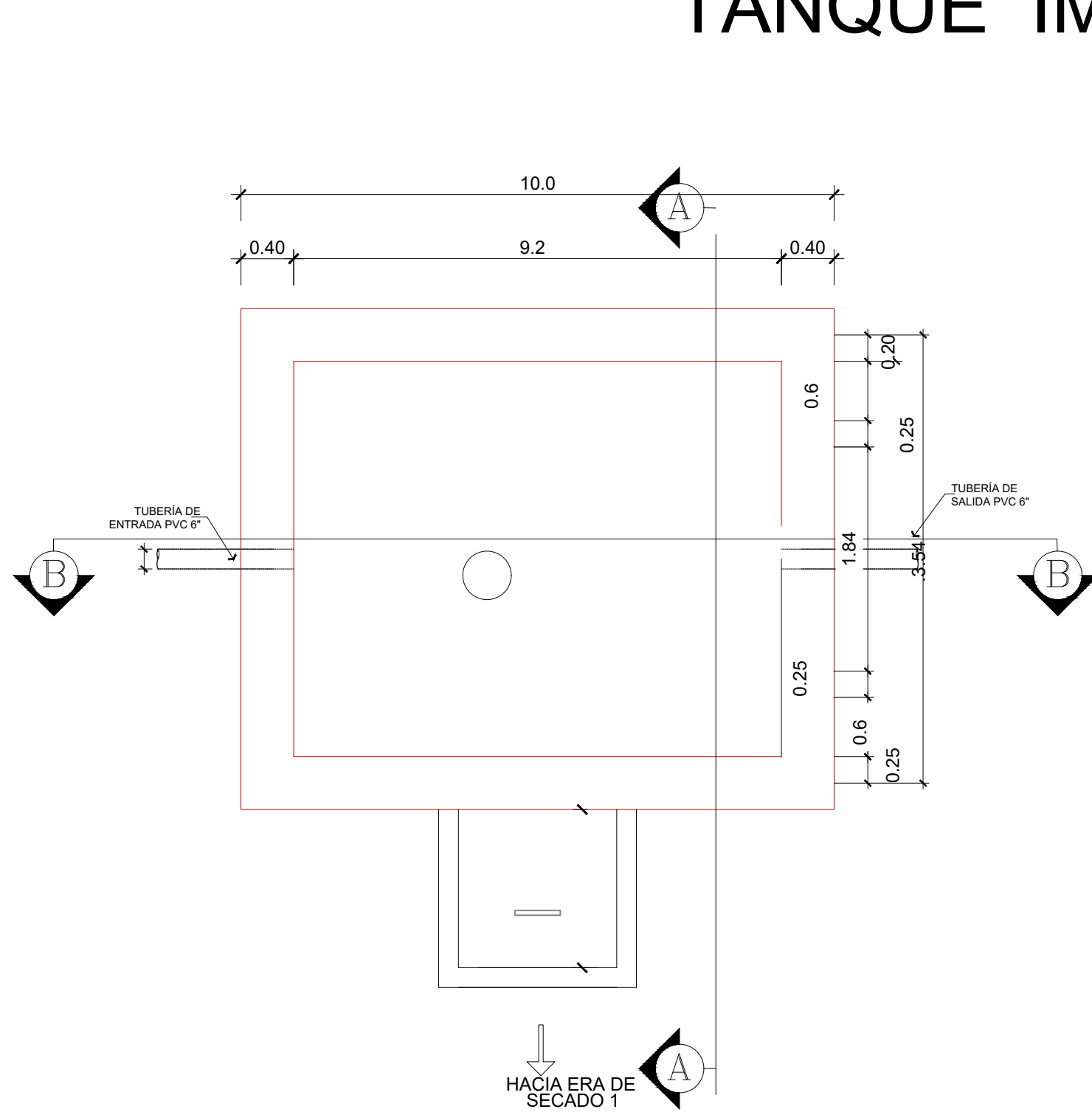
INTEGRANTES:
Br. Jade Alexa Jarquin
Br. Estefani Massiel Jiron Salgado

REVISADO POR:
M.Sc Ing. José Ángel Baltodano Maldonado

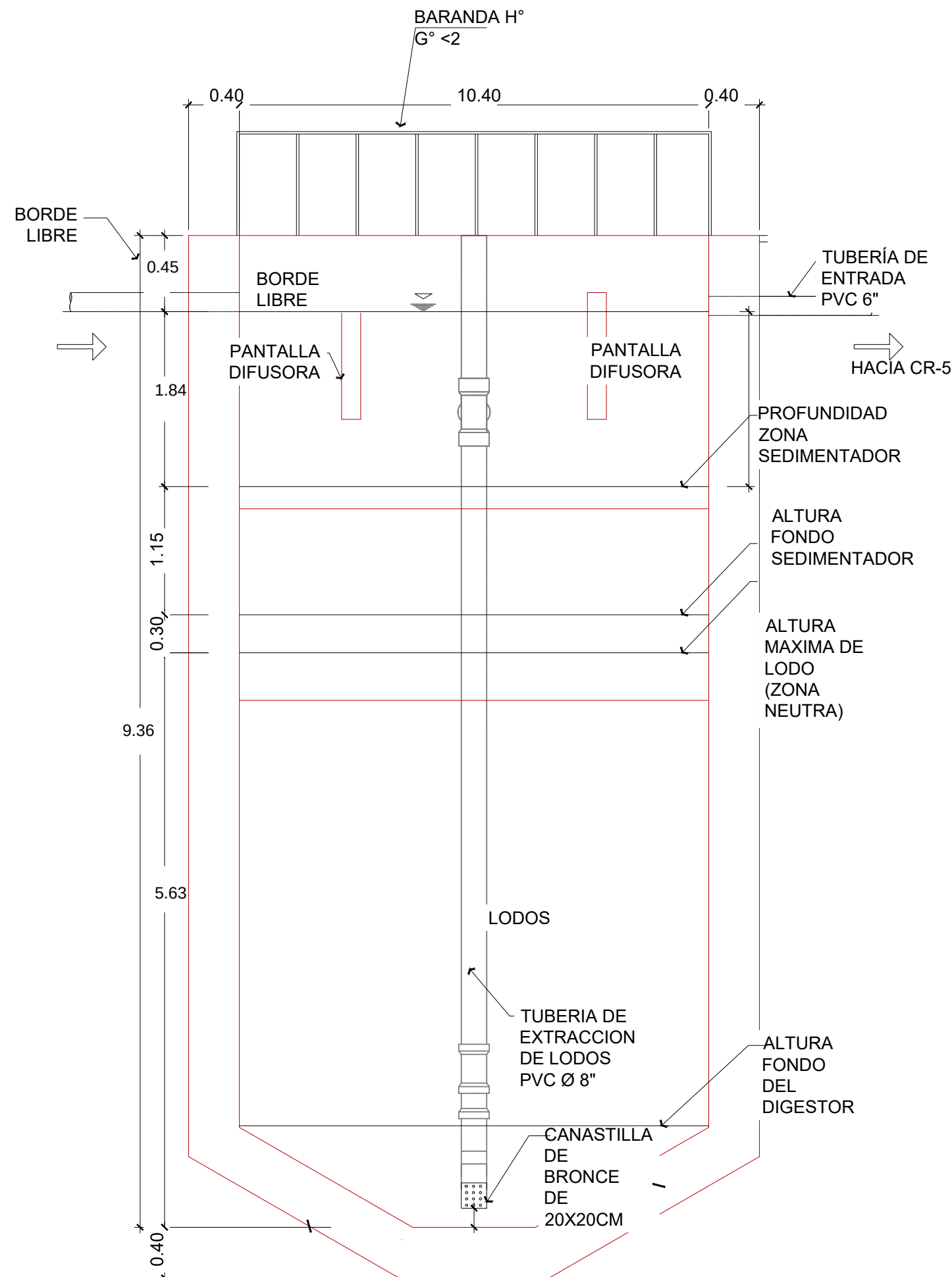
CONTENIDO :
Distribución del sitio - Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Dario, Matagalpa.



TANQUE IMHOFF No.1



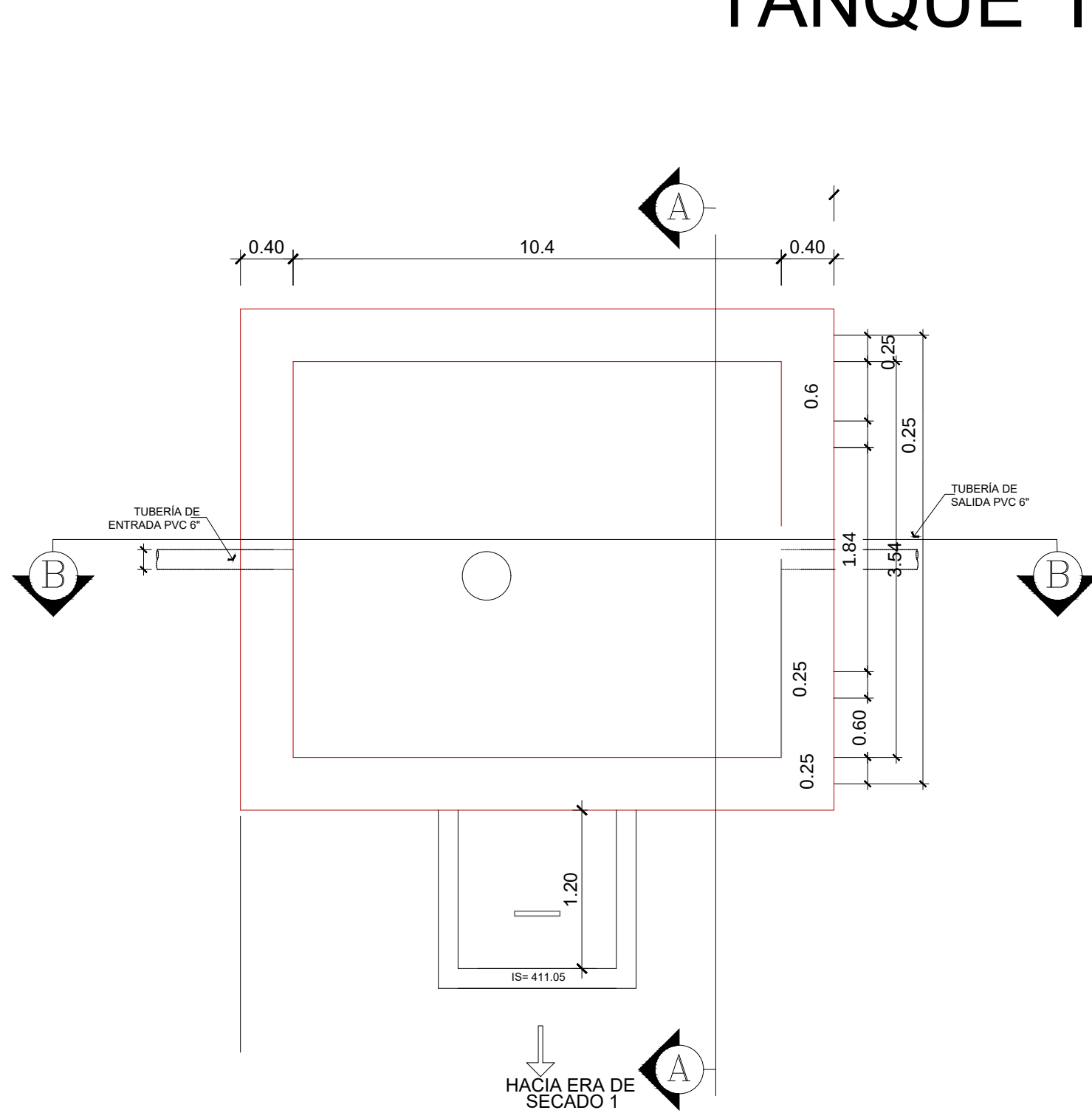
PLANTA DE IMHOFF 2031
ESCALA 1:50



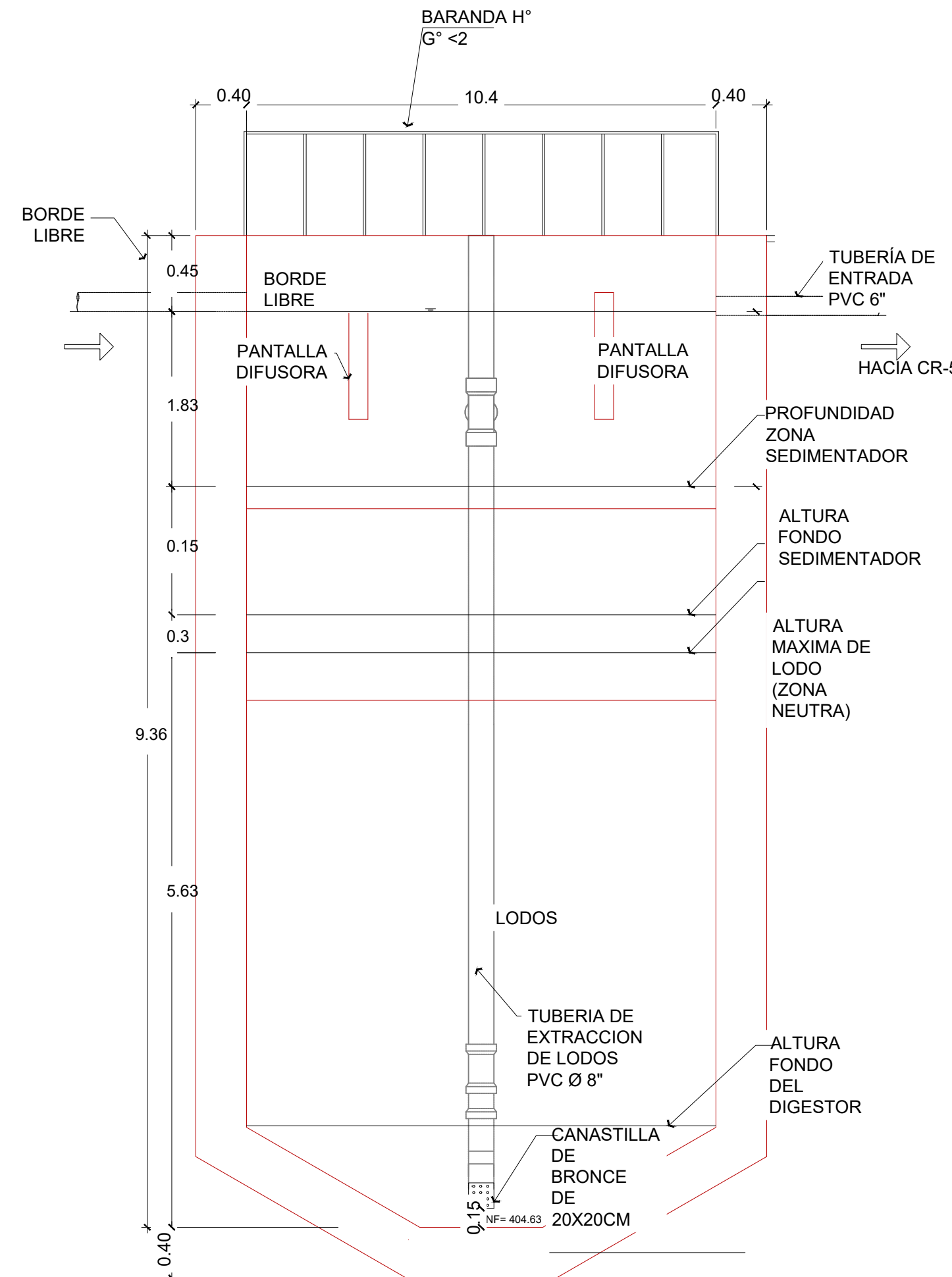
SECCIÓN B-B IMHOFF 2031

ESCALA 1:50

TANQUE IMHOFF No.2

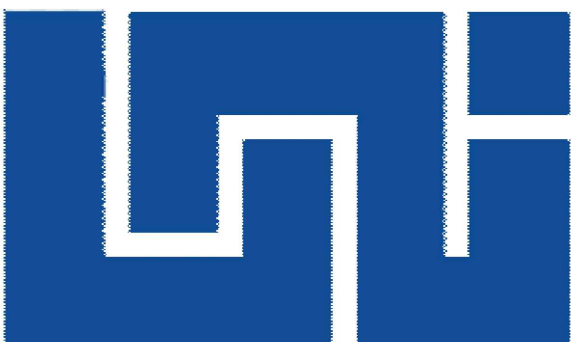


PLANTA DE IMHOFF 2031
ESCALA 1:50



SECCIÓN B-B IMHOFF 2031

ESCALA 1:50



PROYECTO:
Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del sector 1 del Municipio de Ciudad Dario, departamento de Matagalpa.

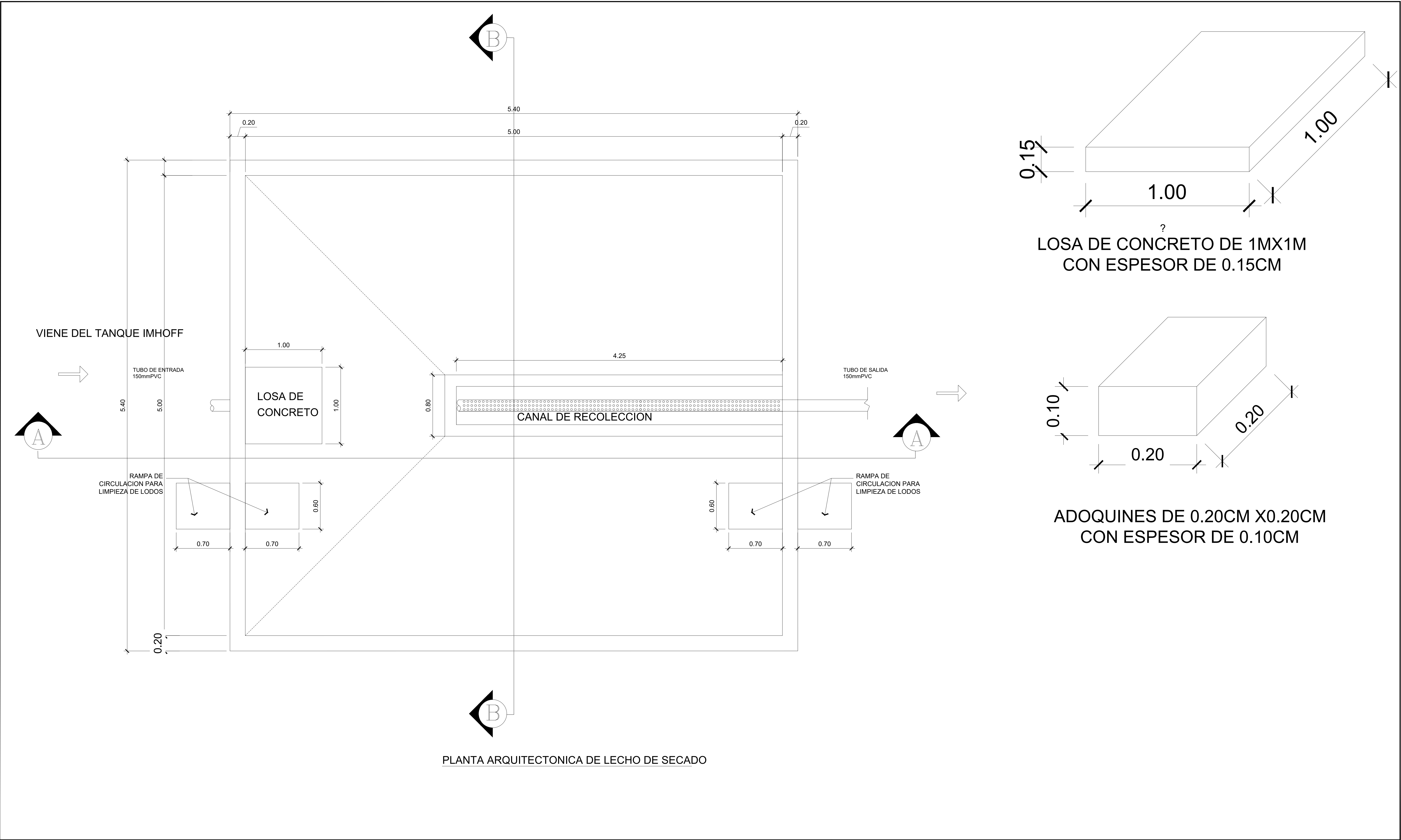
INTEGRANTES:
Br. Jade Alexa Jarquin
Br. Estefani Massiel Jiron Salgado

REVISADO POR:
M.Sc Ing. José Ángel Baltodano Maldonado

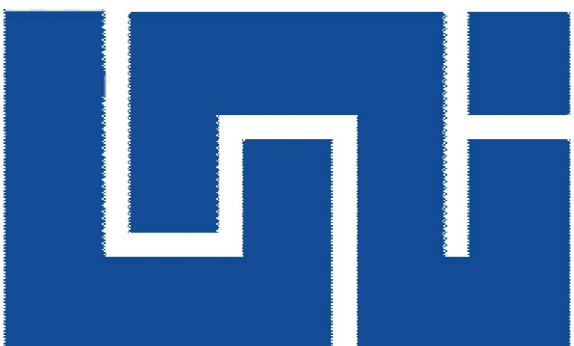
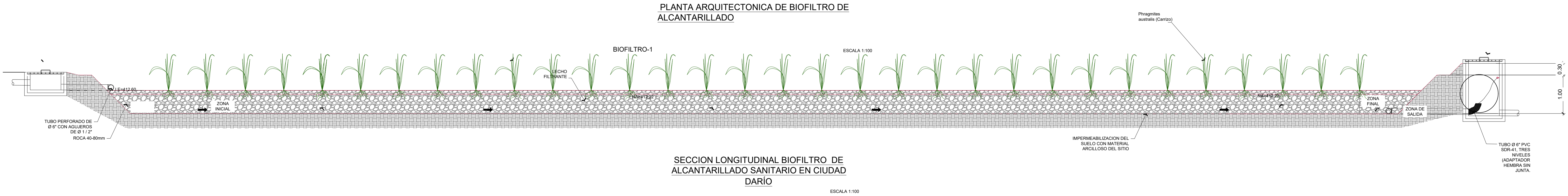
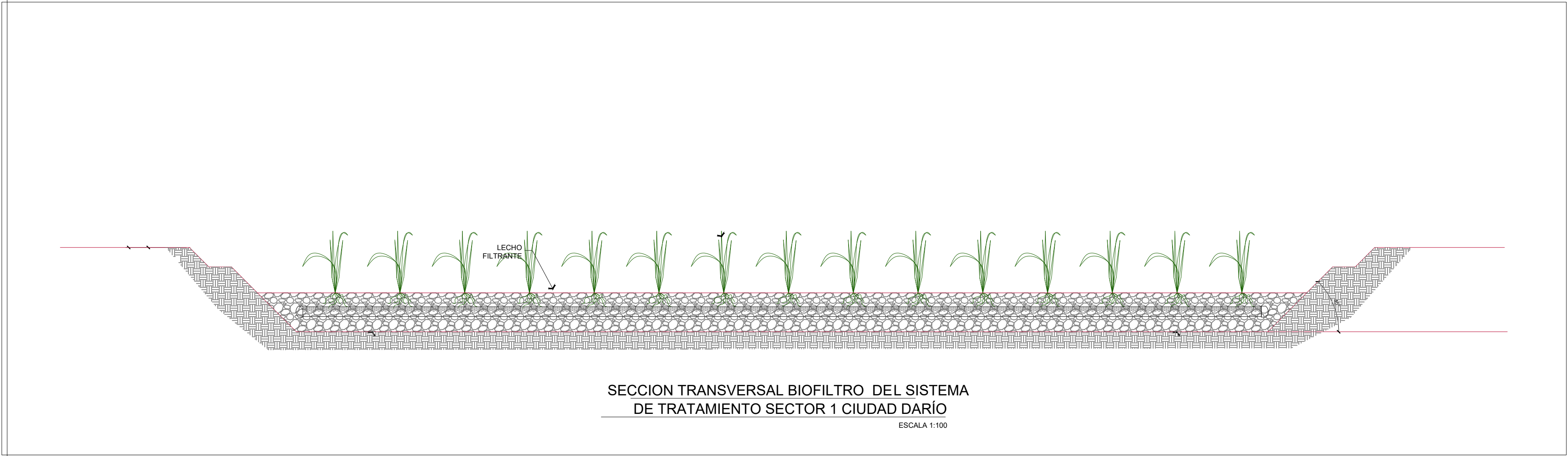
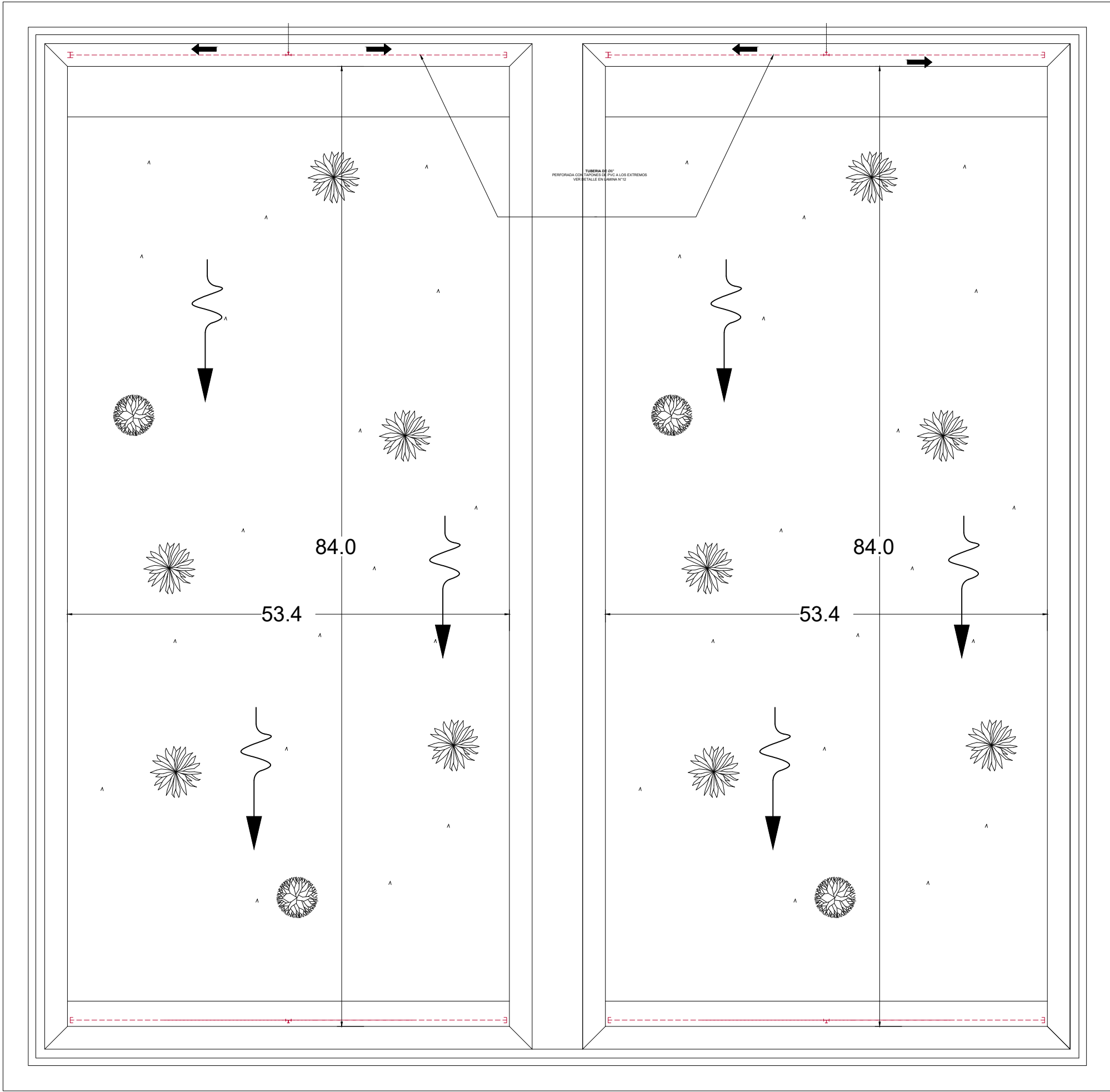
CONTENIDO :
Tanque IMHOFF - Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Dario, Matagalpa.

DEPARTAMENTO DE MATAGALPA
CIUDAD/MUNICIPIO: CIUDAD DARIO
ESCALA: 1:100
FECHA: JUL -2024

Código: PTAR-CD ST
Pag. No. 23



PLANTA ARQUITECTONICA DE LECHO DE SECADO



PROYECTO:
Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del sector 1 del Municipio de Ciudad Darío, departamento de Matagalpa.

INTEGRANTES:
Br. Jade Alexa Jarquin
Br. Estefani Massiel Jiron Salgado

REVISADO POR:
M.Sc Ing. José Ángel
Baltodano Maldonado

CONTENIDO :

BIOFILTROS - Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Darío, Matagalpa.

DEPARTAMENTO DE MATAGALPA
CIUDAD/MUNICIPIO: CIUDAD DARIO
ESCALA: 1:100
FECHA: JUL -2024

Código: PTAR-CD ST
Pag. No. 25