



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA PARQUE ECOLÓGICO ZONA 5 Y
ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA PARQUE ECOLÓGICO ZONA 13, CIUDAD DE GUATEMALA**

Diego Alejandro Gómez Rivas

Asesorado por la Inga. Christa Classon de Pinto

Guatemala, abril de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA PARQUE ECOLÓGICO ZONA 5 Y
ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA PARQUE ECOLÓGICO ZONA 13, CIUDAD DE
GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

DIEGO ALEJANDRO GÓMEZ RIVAS
ASESORADO POR LA INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ABRIL DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soría de Sierra
EXAMINADORA	Inga. Christa Classon de Pinto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA PARQUE ECOLÓGICO ZONA 5 Y
ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA PARQUE ECOLÓGICO ZONA 13, CIUDAD DE
GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 15 de octubre de 2018.

Diego Alejandro Gómez Rivas

Guatemala, 10 de julio de 2020
Ref.EPS.DOC.253.05.2020

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández:

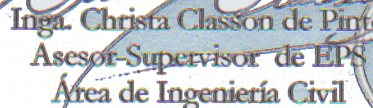
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Diego Alejandro Gómez Rivas**, Registro Académico 201403854 y CUI 2971 71046 0101 de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA PARQUE ECOLÓGICO ZONA 5 Y ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA PARQUE ECOLÓGICO ZONA 13, CIUDAD DE GUATEMALA.**

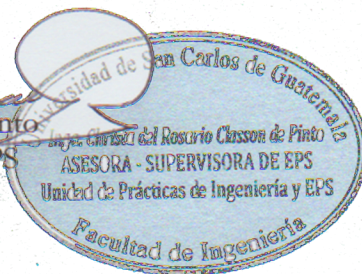
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
CCdP/ra



Guatemala, 22 de septiembre de 2020
REF.EPS.D.145.09.2020

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA PARQUE ECOLÓGICO ZONA 5 Y ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA PARQUE ECOLÓGICO ZONA 13, CIUDAD DE GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Diego Alejandro Gómez Rivas, CUI 2971 71046 0101 y Registro Académico 201403854**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Christa Classon de Pinto.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación por parte de la Asesora-Supervisora, como Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS



○AH/ra

Guatemala, 08 de marzo de 2021
EIC-AH-001-2021/paap.

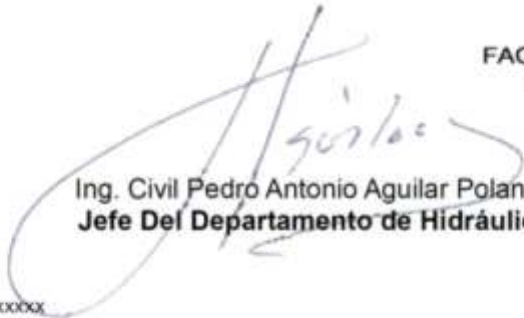
Ingeniero
Armando Fuentes Roca
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Ingeniero Fuentes:

Le informo que he revisado el informe Final de EPS, DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA PARQUE ECOLÓGICO ZONA 5 Y ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA PARQUE ECOLÓGICO ZONA 13, CIUDAD DE GUATEMALA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil **DIEGO ALEJANDRO GÓMEZ RIVAS**, CUI: 2971710460101, quien contó con la asesoría de la **INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO**, Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Civil Pedro Antonio Aguilar Polanco
Jefe Del Departamento de Hidráulica

FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
U S A C

Cc: Estudiante xxxxxxxxxx
Archivo



Guatemala, 20 de abril 2021

Ingeniero
Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Guatemala

Respetado Ingeniero:

Le informo que he revisado el informe Final de EPS **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA PARQUE ECOLÓGICO ZONA 5 Y ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA PARQUE ECOLÓGICO ZONA 13, CIUDAD DE GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil **DIEGO ALEJANDRO GÓMEZ RIVAS, CUI: 2971710460101**, Registro Académico **201403854**, quien contó con la asesoría de la **INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO**

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo, doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



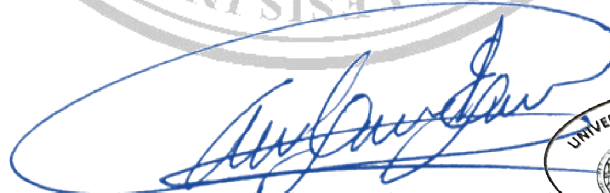
Ing. Armando Fuentes Roca
Director Escuela Ingeniería Civil



DTG. 171.2021.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA PARQUE ECOLÓGICO ZONA 5 Y ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA PARQUE ECOLÓGICO ZONA 13, CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Diego Alejandro Gómez Rivas**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, abril de 2021

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

- Mi madre** Gloria Elizabeth Rivas García. Por su amor y ser mi ejemplo a seguir.
- Mi padre** Luis Fernando Gómez. Por su apoyo a lo largo de mi vida.
- Mis abuelos** Por estar siempre apoyándome en mis decisiones.
- Mis hermanos** Por estar en cada momento de mi vida y su ayuda para cumplir mis metas.
- Mi familia** Por siempre apoyar mis decisiones.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser el lugar donde pude desarrollar mis conocimientos y seguir con mi formación académica.
Facultad de Ingeniería	Por sus enseñanzas profesionales y la oportunidad de desarrollar otra etapa de vida.
Mis amigos	Por todo su apoyo, amistad y cariño a lo largo de la carrera y ser parte de mi crecimiento personal.
Dirección de Medio Ambiente	Por haberme permitido realizar mi trabajo de graduación y su orientación en este proceso.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del lugar.....	1
1.1.1. Ubicación y localización.....	2
1.1.2. Límites y colindancias.....	2
1.1.3. Clima	3
1.1.4. Suelo y topografía.....	8
1.1.5. Economía.....	9
1.1.6. Población y demografía	10
1.2. Servicios públicos del lugar	12
1.2.1. Educación.....	14
1.2.2. Comunicación	16
1.2.3. Salud	17
1.2.4. Agua potable.....	19
1.2.5. Drenajes	20
1.2.6. Transporte	21
1.3. Diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del lugar	22
1.4. Evaluación y priorización de necesidades	24
2. FASE TÉCNICA Y PROFESIONAL	27

2.1.	Diseño de alcantarillado pluvial para parque ecológico zona 13, Ciudad de Guatemala.....	27
2.1.1.	Descripción del proyecto	27
2.1.2.	Alcantarillado pluvial	27
2.1.2.1.	Diseño de red	28
2.1.2.1.1.	Caudal de diseño.....	29
2.1.2.1.2.	Período de diseño	30
2.1.2.1.3.	Determinación del coeficiente de escorrentía.....	31
2.1.2.1.4.	Intensidad de lluvia.....	33
2.1.2.1.5.	Tiempo de concentración	35
2.1.2.1.6.	Áreas tributarias	36
2.1.2.1.7.	Velocidad de caudales a sección llena.....	36
2.1.2.1.8.	Cotas invert	36
2.1.2.1.9.	Pendiente de tubería	37
2.1.2.1.10.	Diámetro para tubería... ..	37
2.1.2.1.11.	Pozos de visita	37
2.1.2.1.12.	Acometida domiciliar	39
2.1.2.1.13.	Línea de conducción	39
2.1.2.1.14.	Ubicación de desfogue.....	39
2.1.2.2.	Cálculo hidráulico	40
2.1.2.2.1.	Ejemplo de un tramo	40
2.1.3.	Presupuesto.....	57

2.2.	Diseño de sistema de agua potable para parque ecológico zona 5, Ciudad de Guatemala	59
2.2.1.	Descripción del proyecto	59
2.2.2.	Parámetros para el diseño del sistema de agua potable.....	59
2.2.2.1.	Población actual	59
2.2.2.1.1.	Tasa de crecimiento poblacional	60
2.2.2.1.2.	Tipo y número de conexiones	60
2.2.2.1.3.	Bases de diseño	60
2.2.2.1.4.	Período de diseño	61
2.2.2.1.5.	Población de diseño	62
2.2.2.1.6.	Dotación	62
2.2.2.1.7.	Factor día máximo.....	63
2.2.2.1.8.	Factor hora máximo.....	64
2.2.2.1.9.	Almacenamiento.....	64
2.2.3.	Diseño de la línea de conducción	65
2.2.3.1.	Caudal medio diario.....	66
2.2.3.2.	Caudal máximo diario	66
2.2.3.3.	Caudal máximo horario.....	66
2.2.3.4.	Diseño hidráulico	67
2.2.4.	Diseño del sistema de riego.....	68
2.2.4.1.	Diseño agronómico.....	69
2.2.4.2.	Diseño hidráulico	74
2.2.4.2.1.	Cálculo de diámetros....	78
2.2.5.	Obras hidráulicas o de arte.....	78
2.2.5.1.	Caja rompe presiones.....	86
2.2.5.2.	Válvula de limpieza.....	86

2.2.5.3. Válvula de aire	86
CONCLUSIONES	89
RECOMENDACIONES	91
BIBLIOGRAFÍA	93
APENDICES	95
ANEXOS	107

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Municipio de Guatemala.....	2
2.	Perfil del municipio de Guatemala.....	9
3.	Densidad de población de la Ciudad de Guatemala, año 2011	12
4.	Graduados de educación superior	15
5.	Distribución de graduados según el grado académico obtenido	16
6.	Curvas de intensidad-duración-frecuencia	34
7.	Elementos geométricos de diferentes secciones	42
8.	Sección transversal de cuneta seleccionada	42
9.	Perfil caída escalonada	46
10.	Esquema de canal abierto de sección triangular formado en cuneta ...	56
11.	Factor día máximo.....	63
12.	Factor hora máximo	64
13.	Gráfica de desempeño modelo AG 4X3-6.....	77
14.	Planta tanque de almacenamiento	80

TABLAS

I.	Temperatura media (°C).....	3
II.	Precipitación anual (mm).....	4
III.	Evaporación (mm)	5
IV.	Humedad relativa (%).....	6
V.	Brillo solar (horas y décimos)	7
VI.	Población por zona, municipio de Guatemala, año 2016	11

VII.	Coeficientes de esorrentía según el tipo de superficie	32
VIII.	Cálculo de coeficiente de esorrentía	32
IX.	Diámetros de pozos de visita en función de tubería.....	38
X.	Presupuesto parque ecológico Lomas de Pamplona	58
XI.	Datos para el cálculo de sistema de riego.....	69
XII.	Valores de pérdidas por accesorios	75
XIII.	Presupuesto parque ecológico La Asunción	86

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
T	Ancho superficial de cuneta
A	Área
A_s	Área de acero
B	Base
CM	Carga muerta
CU	Carga última
CV	Carga viva
Q	Caudal
Q_a	Caudal de arrastre
C	Coeficiente de escorrentía
n	Coeficiente de rugosidad de Manning
D_e	Depresión de la entrada de tragante
Ø	Diámetro
E	Eficiencia de la entrada de tragante
t	Espesor de losa
ETPR	Evapotranspiración real
°C	Grados Celsius
H_a	Hectáreas
i	Intensidad de lluvia
Km	Kilómetros
L	Longitud
L_r	Longitud de resalto
L_v	Longitud de ventana

m	Metros
M	Momento
mm	Milímetros
msnm	Metros sobre el nivel del mar
S	Pendiente
P_m	Perímetro mojado
R_h	Radio hidráulico
t_n	Tiempo de concentración
t_r	Tiempo de retorno
Y	Tirante de escorrentía
V	Velocidad

GLOSARIO

Alcantarillado	Conjunto de tuberías y estructuras destinadas al drenaje, ya sea de agua pluvial o residual.
Área hidráulica	Área de escurrimiento en una sección transversal de un conducto.
Canal	Construcción destinada al transporte de fluidos abierta a la atmosfera.
Caudal	Cantidad de fluido que circula, a través de la sección de un ducto, por unidad de tiempo.
Cota Invert	Cota o altura de la parte inferior de una tubería instalada dentro de un pozo de visita.
Cuneta	Canal abierto de sección geométrica, utilizado para recoger el agua de lluvia de un camino o vía de circulación.
Curvas IDF	Curvas de intensidad-duración-frecuencia, son una relación matemática, empírica, entre la intensidad de precipitación, su duración y frecuencia con que se observa.

Dotación	Cantidad de agua asignada a un habitante, comercial, entre otros.
Escorrentía	Agua de lluvia que circula libremente sobre la superficie de un terreno.
Evapotranspiración	Cantidad de agua del suelo que es devuelta a la atmosfera como consecuencia de la evaporación y transpiración de las plantas.
Intensidad de lluvia	Incremento de la altura de lámina de agua que alcanza la lluvia respecto al tiempo.
Pérdidas de carga	Pérdida de presión que se produce en un fluido debido a la fricción entre partículas de fluido y las paredes de una tubería.
Perímetro mojado	Línea que limita el área hidráulica junto con las paredes y fondo del conducto.
Período de diseño	Tiempo durante el cual el sistema brindará servicio de manera satisfactoria.
Período de retorno	Es la probabilidad de ocurrencia de un evento en “n” años.
Tirante	Altura de agua pluvial dentro de un conducto.

Tragante

Estructura encargada de recolectar las aguas pluviales y conducir las al drenaje.

RESUMEN

En el siguiente trabajo se presenta el diseño de un sistema de alcantarillado pluvial junto con el de un sistema de riego y una línea de conducción para los parques ecológicos de zona 13 y zona 5, respectivamente, de la Ciudad de Guatemala.

El trabajo se divide en dos capítulos, el primero es la fase de investigación que muestra la monografía, aspectos económicos y de salud, entre otros, acerca de la ciudad de Guatemala.

En el siguiente capítulo, la fase técnica profesional, se describe los proyectos diseñados, con una breve explicación de los aspectos técnicos y criterios utilizados para el diseño de los proyectos, respaldado con bibliografía nacional e internacional.

El sistema de alcantarillado pluvial está ubicado en la 3 avenida y 11 calle de la zona 13, Lomas de Pamplona, con una longitud de 1,105 km que se prevé drenará un área de 20 563 m². El sistema de riego y la línea de conducción está ubicado bajo el puente La Asunción, zona 5, con ingreso por la Diagonal 14, colindante al este con la colonia El Arco III al final de la Diagonal 14. La línea de conducción tendrá una longitud de 1,7 km para abastecer a las 250 personas que puede albergar el parque. El sistema de riego se utilizará para un área de 4 346 m².

OBJETIVOS

General

Realizar el diseño del sistema de alcantarillado y un sistema de abastecimiento de agua potable para los parques ecológicos de zona 13 y zona 5 de la ciudad de Guatemala, los cuales tienen el propósito de mejorar la calidad de vida de los habitantes del área, así como proteger áreas verdes.

Específicos

1. Proponer un sistema de alcantarillado para el parque ecológico de zona 13 para mejorar el ambiente y contribuir con el cuidado de la salud de los habitantes cercanos.
2. Contribuir al cuidado del medio ambiente, diseñando un sistema de riego para reforestar un área ecológicamente valiosa.
3. Proponer el diseño de una línea de conducción para el parque ecológico de zona 5 para que este pueda ampliar y mejorar su servicio a la comunidad.

INTRODUCCIÓN

La Ciudad de Guatemala es el principal centro de desarrollo económico de Guatemala. Alberga a población emergente que se traslada de municipios cercanos a la ciudad. Es común que gente del interior migre y lugares como barrancos sean utilizados para vivir. Muchos de estos terrenos en zonas ya pobladas son afectados por la generación de basureros clandestinos, rellenos no autorizados de tierra y ripio, deforestación e incluso invasiones para la creación de asentamientos humanos precarios, lo cual incrementa la contaminación y degradación de estos.

La implementación de alcantarillado pluvial se planea para las épocas de invierno, ya que en estos lugares, por el aumento de basura, el agua se ve estancada y se convierte en un foco de enfermedades. Afecta la salud de las personas que viven en las áreas cercanas, ya que no hay un buen manejo de la evacuación del agua pluvial, lo que da lugar a distintas enfermedades que portan los zancudos como el dengue, zika, malaria, entre otras. Este sistema desfogará en un río cercano al barranco en zona 13 para no afectar el ciclo hidrológico del área.

Uno de los principales propósitos de la municipalidad de Guatemala es conservar las áreas verdes en la ciudad para el cuidado del medio ambiente y de la población, por lo cual sus proyectos son la construcción de parques ecológicos al servicio de los ciudadanos. En zona 5 se implementará un sistema de agua potable que tendrá como función distribuir agua a todo el parque para sistemas de riego, servicios sanitarios, así como agua para que todo aquel que

llegue tenga acceso a su uso. La función principal del sistema es proveer agua a las plantas y árboles para la reforestación del lugar y su debido cuidado.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del lugar

La República de Guatemala se encuentra en la región de Centro América y El Caribe, situada entre el Océano Pacífico y Océano Atlántico. Sus límites territoriales colindan al Norte con los Estados Unidos Mexicanos y las repúblicas de Belice, Honduras y El Salvador. Administrativamente cuenta con 22 departamentos y 340 municipios.

Su capital se encuentra en la Ciudad de Guatemala, la misma está localizada en el Llano de la Virgen o de la Ermita, sitio que desde 1530 también era conocido como Valle de Las Vacas. Ocupa este lugar tras los terremotos de Santa Marta que destruyeron parcialmente la ciudad de Santiago de los Caballeros, el 29 de julio de 1773, hoy Antigua Guatemala.

Es así como, por la Real Cédula dada en Aranjuez el 23 de mayo de 1776 y promulgada aquí el 22 de octubre de ese mismo año, la ciudad que se fundó recibió a partir de entonces el título de Nueva Guatemala de la Asunción, y se mandó a la vez que quedasen abolidos todos los nombres y títulos que hasta aquel día se habían usado. Con el traslado de la ciudad se ordena también que se instalen aquí el capitán general, los tribunales reales, las órdenes religiosas, la universidad, la catedral metropolitana y gran cantidad de vecinos.

Actualmente, el municipio de Guatemala tiene una extensión de 228 kilómetros cuadrados aproximadamente. Cuenta con una ciudad, siete aldeas y 20 caseríos.

1.1.1. Ubicación y localización

La ciudad de Guatemala es la más grande de América Central. Está localizada en promedio a 1 500 metros sobre el nivel del mar, latitud 14° 37'15" N, longitud 90° 31'36". Se constituye en la cabecera departamental y municipio de Guatemala, ubicada en el altiplano central. La ciudad se caracteriza porque la habita el 20 % de la población del país, tiene la mayor oferta de empleo y el mejor índice de desarrollo humano, donde se ubican las principales sedes políticas, económicas, sociales y se concentran las actividades económicas.

1.1.2. Límites y colindancias

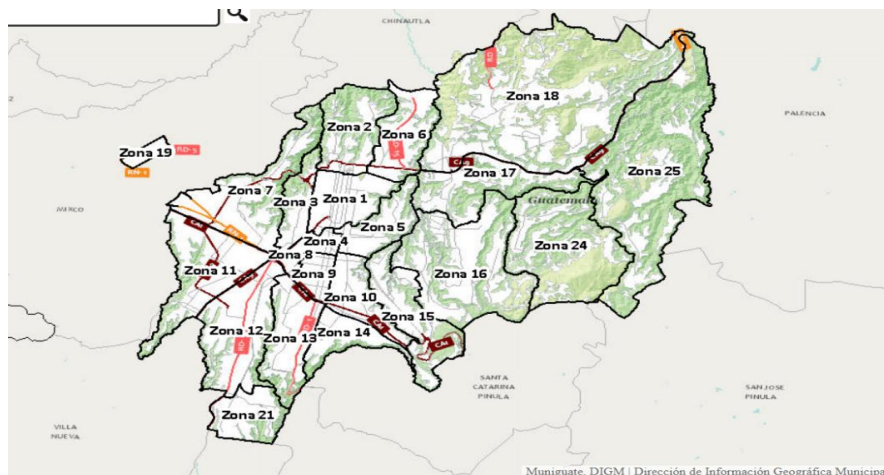
Norte: municipios de Chinautla, San Pedro Ayampuc

Este: municipio de Palencia

Sur: municipio de Santa Catarina Pinula, Villa Canales y Petapa

Oeste: Ciudad de Mixco y Villa Nueva,

Figura 1. Municipio de Guatemala



Fuente: Municipalidad de Guatemala. *Mapa de la ciudad de Guatemala*. <http://www,muniguate.com/mapa>. Consulta: 25 de enero de 2019.

1.1.3. Clima

Guatemala se encuentra situada en el trópico de Cáncer, razón por la cual no existen cuatro estaciones definidas como en los hemisferios norte o sur; sin embargo, por las horas de luz a lo largo del año tiene una variación de únicamente dos horas; es más semejante con las estaciones del hemisferio norte.

Tabla I. **Temperatura media (°C)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	17,6	18,2	19,2	20,6	21,4	20,6	20,4	20,5	20,1	19,8	18,6	18,2	19,6
1991	18,4	18,8	21	21,8	21,5	20,6	20,3	20,6	20,1	19,6	18,4	17,9	19,9
1992	18,8	19,1	20,6	20,7	20,7	20,4	19,7	20	19,6	19,5	19,6	18,2	19,7
1993	18,4	18,7	19,7	21,2	21,8	20,4	20,2	19,6	19,7	19,5	18,1	17,5	19,6
1994	17,5	18,8	19,5	20,5	20,8	19,7	20	19,4	19,3	20	19,6	18,5	19,5
1995	18	19,4	20,5	19,4	21,5	20,6	20,1	20,3	19,4	19	18,7	18,4	19,6
1996	17	18,2	18,9	20,8	20,5	20,1	19,5	19,9	20	19,8	18,5	18,4	19,3
1997	15,5	19,4	20,5	21,6	20,7	20,5	20	20,7	19,3	20	19,9	18,3	19,7
1998	19,8	20,3	20,7	22,2	22,5	20,3	20,9	20,8	19,6	21,5	19	18,1	20,5
1999	17,4	17,3	19,6	20,9	20,7	19	19	19,3	18,4	18,4	17,3	17,8	18,8
2001	16,8	18,1	19,2	20,3	20,4	19,5	20,1	19,9	19,2	19	17,3	18,3	19
2002	17,3	18,6	18,6	19,8	20,3	20,1	21	19,6	18,9	18,5	17,1	17,9	19
2003	16,8	17,8	24,8	20,6	20,7	19,1	20,3	20	19,7	20,2	19,2	17,5	19,7
2004	18,5	18,6	20,1	20,6	19,7	20,3	19,7	20,2	19,3	19,8	18,7	18,2	19,5
2005	17,7	19,3	20,9	20,9	23	22,2	21,8	21,1	21,2	19,7	18,2	18,4	20,4
2006	18	20,8	19,3	21,6	20,5	20,1	20,3	20,7	20,2	20,4	18,1	19,2	19,9
2007	19,4	19,2	19,1	20,5	21,1	20,5	20,8	20,2	20,1	18,9	18,7	19,2	19,8
2008	17,6	18,6	18,6	21,2	20,1	20,2	19,8	25,6	19,6	19,5	18,6	17,9	19,8
2009	19	19	19	21,5	21,5	20,8	21,2	21	20,7	20,5	18,9	19,4	20,2
2010	17,8	19,4	19,5	21,2	20,9	20	20,3	19,8	19,7	18,9	18,4	16,5	19,4
2011	19	19,6	19,5	20,9	20,8	20,6	20,5	20,4	19,9	19,3	19,5	18,5	19,9
2012	18,3	19,7	20,2	21	21,7	20,5	21,2	20,9	20,7	20,7	18,6	19,4	20,2
Prom.	17,94	18,95	19,95	20,9	21,04	20,28	20,32	20,48	19,76	19,66	18,59	18,26	19,68

Fuente: INSIVUMEH. *Variables climáticas*. <https://insivumeh.gob.gt/>. Consulta: 6 de marzo de 2019.

Tabla II. Precipitación anual (mm)

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	4,50	0,40	0,70	21,90	190,60	205,60	156,60	64,10	242,60	58,50	46,20	6,60	998,30
1991	4,60	0,80	0,00	14,40	128,90	328,60	157,60	68,30	180,80	189,70	161,00	51,80	1 286,50
1992	1,50	0,00	11,70	32,50	21,90	261,30	189,20	210,50	151,50	134,00	21,80	0,60	1 036,50
1993	0,10	0,00	11,40	97,40	65,30	300,40	110,40	233,90	229,00	112,90	29,50	0,20	1 190,50
1994	5,00	0,40	0,90	12,50	122,00	170,00	125,00	256,80	188,00	101,20	3,30	3,10	988,20
1995	0,20	0,80	3,40	72,60	114,40	325,90	217,90	237,50	396,30	120,00	25,20	9,50	1 523,70
1996	14,40	2,00	2,30	80,90	105,30	228,50	184,10	111,60	339,90	134,40	20,60	4,40	1 228,40
1997	10,60	10,70	2,10	13,40	58,90	170,60	148,20	254,60	91,40	130,90	37,00	12,30	940,70
1998	0,10	0,00	21,20	0,00	68,90	280,10	216,90	210,60	127,60	224,00	355,50	3,60	1 508,50
1999	1,00	52,20	0,40	6,40	96,80	295,10	277,80	221,70	326,90	174,30	19,70	3,00	1 475,30
2000	0,40	0,00	0,20	40,90	231,40	306,00	62,10	130,40	220,20	41,50	14,50	1,60	1 049,20
2001	1,10	4,80	2,60	4,10	129,50	162,80	175,10	223,30	152,70	137,60	19,60	1,30	1 014,50
2002	0,00	6,60	0,00	12,70	76,40	208,40	163,70	109,30	242,90	108,60	83,60	0,20	1 012,40
2003	0,90	14,40	20,30	36,80	159,90	303,10	186,80	109,40	374,20	42,10	18,60	2,00	1 268,50
2004	0,20	0,50	23,90	5,20	24,30	314,50	197,20	97,60	228,20	165,90	2,90	0,20	1 060,60
2005	2,00	0,00	6,70	2,60	141,90	211,80	415,10	278,30	180,20	128,70	23,00	2,50	1 392,80
2006	11,30	0,40	6,30	32,60	153,50	449,80	192,60	94,30	211,70	216,90	39,20	9,10	1 417,70
2007	1,40	0,00	0,90	31,20	84,80	206,70	219,60	333,00	287,00	114,40	2,10	1,50	1 282,60
2008	3,30	11,90	3,40	22,40	169,60	460,30	410,60	187,30	354,80	67,40	0,00	0,00	1 691,00
2009	0,00	4,00	0,00	17,30	161,00	189,60	94,40	141,50	90,20	81,20	130,50	29,50	939,20
2010	0,00	1,30	0,00	108,20	427,40	376,90	317,40	470,80	342,90	26,80	6,40	0,00	2 078,10
2011	0,00	7,20	13,40	15,00	102,00	223,00	238,60	414,00	247,00	385,00	14,20	1,50	1 659,50
2012	3,20	5,30	5,10	40,90	135,80	165,50	121,10	397,50	128,90	71,90	3,20	1,10	1 079,50
Prom	2,99	5,62	6,22	32,81	135,02	279,3	208,09	220,74	242,5	134,9	48,98	6,62	1 323,74

Fuente: INSIVUMEH. *Variables climáticas*. <https://insivumeh.gob.gt/>. Consulta: 6 de marzo de 2019.

Tabla III. Evaporación (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	3,30	4,30	6,20	5,10	3,70	3,10	3,70	3,80	2,50	4,30	3,70	3,50	3,90
1991	3,40	4,70	5,90	4,80	4,40	3,20	4,00	3,90	3,80	3,40	3,50	3,10	4,00
1992	4,00	3,60	5,30	5,00	4,60	2,70	3,80	3,50	3,20	3,10	3,00	2,70	3,70
1993	3,70	3,60	4,80	4,40	4,30	2,70	3,40	3,40	3,20	3,10	3,10	3,00	3,60
1994	2,90	N/D	4,20	3,90	3,80	2,80	4,00	3,10	2,40	2,90	3,50	3,00	3,30
1995	3,60	3,00	5,00	3,50	3,60	2,60	3,00	2,40	1,90	2,10	2,90	2,00	3,00
1996	2,80	4,50	2,10	4,30	2,50	2,70	2,90	2,80	2,30	2,10	2,90	2,10	2,80
1997	3,40	4,10	5,50	4,50	3,40	2,80	4,00	3,20	2,50	2,10	2,60	2,50	3,40
1998	3,10	3,40	5,90	4,40	4,50	3,40	1,40	2,30	2,70	2,20	2,20	3,20	3,20
1999	7,80	5,20	6,40	5,20	5,00	3,50	3,20	2,80	2,20	2,60	4,00	3,90	4,30
2000	4,60	5,10	5,50	6,00	6,10	3,30	4,50	3,90	3,20	3,50	4,00	4,30	4,50
2001	5,10	4,80	4,50	4,10	3,80	5,70	3,70	4,40	3,60	3,90	3,80	3,80	4,30
2002	4,50	5,20	5,20	5,70	4,70	3,90	4,80	4,50	4,00	3,90	3,70	4,20	4,50
2003	6,70	5,00	5,90	6,00	5,20	4,20	4,30	4,40	3,20	3,30	4,20	5,00	4,80
2004	3,60	4,00	4,20	4,10	2,80	2,10	2,00	2,80	2,00	1,90	3,00	3,40	3,00
2005	4,60	6,10	6,30	6,90	4,90	3,70	3,50	3,70	3,30	3,50	3,70	3,70	4,50
2006	3,70	5,00	6,10	5,00	7,00	7,00	7,00	4,30	3,10	3,00	3,80	3,90	4,90
2007	4,50	4,80	6,10	5,50	5,00	3,30	3,60	3,80	3,50	3,30	4,10	4,20	4,30
2008	3,80	4,20	5,10	5,50	4,30	2,80	3,20	3,90	3,00	3,10	4,10	4,50	4,00
2009	3,80	4,90	6,10	5,70	4,60	4,00	4,20	4,20	4,10	3,60	3,60	3,70	4,40
2010	4,50	4,80	6,00	5,60	4,70	3,40	3,50	3,20	3,40	4,20	3,80	4,00	4,30
2011	3,50	4,00	4,70	5,10	4,50	3,20	4,00	4,00	3,90	3,00	4,00	4,60	4,00
2012	4,30	3,80	5,40	7,70	4,00	3,70	4,00	3,70	3,60	3,30	3,80	4,30	4,30
Prom.	4,33	4,46	5,56	5,36	4,61	3,63	3,9	3,73	3,21	3,25	3,68	3,75	4,14

Fuente: INSIVUMEH. Variables climáticas. <https://insivumeh.gob.gt/>. Consulta: 6 de marzo de 2019.

Tabla IV. **Humedad relativa (%)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	78	77	76	77	81	83	81	79	84	8	82	78	8
1991	78	74	71	78	81	85	79	8	82	83	82	81	8
1992	75	76	77	78	79	87	83	78	85	83	82	81	8
1993	75	75	74	78	8	86	8	85	85	88	82	79	81
1994	8	75	75	78	82	83	8	86	86	85	82	82	81
1995	76	76	77	81	8	88	86	89	92	88	83	84	77
1996	71	77	77	77	83	87	86	83	88	86	82	77	81
1997	77	76	75	77	77	82	79	81	88	86	87	81	81
1998	79	76	74	73	77	8	88	88	9	84	86	79	81
1999	81	79	78	79	8	9	85	87	87	9	87	69	77
2000	68	64	7	68	79	79	74	78	82	78	77	73	74
2001	76	72	71	68	69	74	74	74	79	73	72	71	73
2002	7	67	68	67	77	8	78	8	85	81	8	78	76
2003	73	74	73	74	81	84	81	76	83	81	76	69	77
2004	71	73	71	7	75	77	78	74	83	76	72	71	74
2005	67	66	73	69	75	85	82	8	81	8	77	71	76
2006	7	69	7	N/D	63	8	77	72	79	81	75	73	74
2007	69	73	74	75	77	81	8	85	84	84	78	71	78
2008	74	67	67	66	73	79	77	75	8	77	8	8	75
2009	77	73	71	71	76	8	79	81	86	81	8	79	78
2010	75	78	77	84	84	87	94	89	86	79	69	74	81
2011	75	79	72	73	73	76	77	81	84	8	73	72	76
2012	78	72	7	73	79	81	75	8	8	79	75	73	76
Prom	77,86	76,73	76,41	74,27	74,41	86,9	84,23	84,59	88,14	85,59	82,68	79,36	81,23

Fuente: INSIVUMEH. *Variables climáticas*. <https://insivumeh.gob.gt/>. Consulta: 6 de marzo de 2019.

Tabla V. **Brillo solar (horas y décimos)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	252,80	231,20	271,20	232,70	211,10	151,20	209,90	201,30	160,60	218,80	164,90	227,10	211,10
1991	254,60	240,10	285,90	243,10	220,40	165,50	239,10	208,60	181,10	175,10	224,10	215,20	221,10
1992	258,50	226,90	248,50	238,00	178,10	142,10	171,10	199,50	149,60	183,20	206,10	214,90	201,40
1993	265,90	241,10	234,20	141,10	200,00	232,20	197,00	173,60	151,30	185,50	251,80	253,00	210,60
1994	255,60	238,60	160,80	244,50	204,80	176,00	248,10	209,10	189,00	201,70	229,50	216,30	214,50
1995	261,20	238,20	270,50	243,90	257,50	172,90	182,30	143,90	123,90	145,40	232,80	159,10	202,60
1996	252,30	260,40	274,30	210,60	156,50	156,80	195,30	223,20	178,50	168,30	186,60	169,10	202,70
1997	241,80	215,60	241,80	240,10	222,00	170,60	116,10	285,00	122,50	183,70	151,80	145,10	194,70
1998	154,30	257,60	226,80	252,00	187,20	182,70	130,60	152,10	309,60	145,90	119,50	114,90	186,10
1999	164,80	247,90	267,40	267,00	204,60	111,00	138,70	170,50	94,60	183,60	222,00	209,30	190,10
2000	273,30	247,90	247,10	247,80	123,10	133,70	248,00	195,40	142,10	203,80	213,00	223,20	208,20
2001	266,60	221,20	254,20	257,30	155,00	192,00	195,30	207,70	177,10	195,30	237,10	220,10	214,90
2002	262,00	236,40	266,20	284,00	176,60	169,00	197,60	197,50	123,00	244,90	234,00	207,70	216,60
2003	263,90	235,20	235,60	261,00	170,50	138,00	213,90	223,20	165,00	164,30	225,00	229,40	210,40
2004	248,00	258,10	244,90	261,00	179,80	174,00	182,90	220,10	183,00	192,20	237,00	235,60	218,10
2005	282,10	252,00	226,30	234,00	182,90	159,00	176,70	186,00	159,00	158,10	213,00	223,20	204,40
2006	246,00	233,90	257,10	232,10	162,60	135,10	170,10	201,20	164,40	188,70	219,30	192,10	200,20
2007	252,00	240,50	231,70	242,20	186,50	167,70	189,10	176,60	152,90	144,40	240,10	248,90	206,10
2008	238,10	214,80	239,80	235,40	174,80	113,80	137,10	182,50	132,40	129,80	225,20	211,60	186,30
2009	250,40	211,50	241,00	228,00	153,00	152,70	213,40	191,90	173,60	201,50	177,40	212,00	200,50
2010	264,00	215,90	246,70	199,90	127,10	102,70	145,40	108,50	111,00	191,70	217,80	244,10	181,20
2011	257,20	232,20	232,00	239,00	222,00	117,00	135,90	163,00	154,00	110,00	230,00	229,70	193,60
2012	192,30	191,80	229,60	211,30	178,30	152,00	282,90	162,10	188,40	184,70	235,80	220,50	202,50
Prom	257,17	244,95	256,07	247,55	192,47	162,17	196,2	199,2	167,57	186,39	222,45	219,19	212,63

Fuente: INSIVUMEH. *Variables climáticas*. <https://insivumeh.gob.gt/>. Consulta: 6 de marzo de 2019.

Los siguientes datos, obtenidos de la estación, indican que la temperatura media oscila entre 19 °C y 20,5 °C, las precipitaciones se encuentran entre 939,20 y 2 078,10 mm cada año, con una evaporación de 2,80 a 4,90 mm, así como una humedad que varía entre 73 % y 81 % y horas de brillo solar que varían entre 181 a 221 horas.

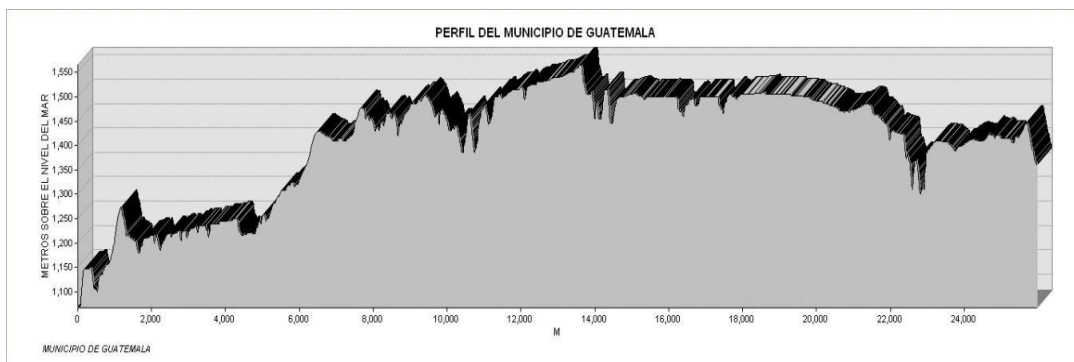
1.1.4. Suelo y topografía

En promedio, la ciudad de Guatemala está situada a 1 500 metros sobre el nivel de mar. Está ubicada en la zona denominada altiplano sobre la región fisiográfica de tierras altas volcánicas. El relieve de la ciudad es moderado y formado por las siguientes macroformas:

Zona de montaña con colinas de cima aguda y las colinas bajas de cima redonda. Las estribaciones de montaña, el pie de monte de Mixco al oeste y de Vista Hermosa al este, con sus terrazas inclinadas, onduladas y las planicies, en cuyo valle está asentada la Ciudad de Guatemala. Al sur, el relieve está limitado por una cadena de conos volcánicos cuaternarios. La elevación máxima del terreno al norte de los volcanes y al este del lago de Amatitlán es de 2 300 metros sobre el nivel del mar, en el valle de Guatemala. Las terrazas en la parte norte forman grandes barrancos de taludes casi verticales y de alta susceptibilidad a la erosión y movimientos en masa. Las terrazas del sur van inclinadas y en descenso hasta casi perderse al nivel de los ríos por la excesiva deposición de materiales.

En el valle de Guatemala, por efectos de la erosión hídrica y otros factores del medio externo, hay gran cantidad de barrancos. Las características de relieve y fragilidad de suelos hacen que las zonas montañosas sean de alta susceptibilidad a la erosión, al perderse la cobertura vegetal en dichas áreas.

Figura 2. **Perfil del municipio de Guatemala**



Fuente: MORATAYA, Eddy. *Encuesta CIMES. Ciudades intermedias, urbanización y desarrollo.* p.5.

1.1.5. **Economía**

De acuerdo con el Informe de Desarrollo Humano del año 2014 publicado por el programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, uno de los principales factores que frenan el desarrollo es la desigualdad profunda y crónica, que restringe las opciones y erosiona la estructura social. En el mundo sigue habiendo grandes disparidades en cuanto a ingresos, riqueza, educación, salud y otras dimensiones del desarrollo humano, que acrecientan la vulnerabilidad de los grupos marginados y socavan su capacidad para recuperarse de los acontecimientos adversos.

Las personas agrupadas en el nivel más bajo de la distribución socioeconómica carecen de las capacidades suficientes para llevar una vida plena. Normalmente son las más vulnerables a los riesgos sanitarios, las catástrofes ecológicas y las crisis económicas.

Administrativamente, el municipio se divide en 22 zonas, de características principalmente urbanas, con una extensión territorial de 228,11 kilómetros cuadrados y una densidad poblacional de 4 356 habitantes/km², de acuerdo con las estadísticas municipales.

Por otro lado, la mayoría de la población del municipio de Guatemala vive arriba de la línea de pobreza no extrema; es decir, que su nivel de consumo supera un gasto total de Q 9 030,93 per cápita por año. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida (ENCOVI) para el departamento de Guatemala, el índice de Pobreza Extrema es de 0,69, Pobreza no Extrema 17,95 y No Pobreza alcanza el 81,36, lo cual representa el índice más alto de No Pobreza del país y, consecuentemente, el más bajo de Pobreza Extrema. Sin embargo, se debe considerar el flujo migratorio hacia la ciudad capital y las consecuencias que esto representa; por ejemplo, la conformación del gasto de los habitantes del municipio en donde la alimentación y movilización representan un rubro alto dentro de la economía familiar, según el Índice de Precios al Consumidor (IPC), además de otros aspectos al no tener el entorno comunitario como respaldo.

1.1.6. Población y demografía

La Ciudad de Guatemala es el principal centro de desarrollo económico de Guatemala. Según los registros de Renap en el año 2016, la población es de 1 802 852 personas registradas. Adicionalmente, por ser el principal centro de desarrollo económico, diariamente alberga a población emergente que se traslada de municipios cercanos a la ciudad, población que oscila aproximadamente a 1 050 000, todos usuarios de los servicios públicos que provee la municipalidad en las 22 zonas de la ciudad. La densidad poblacional del municipio es de 1 193,9 hab/km.

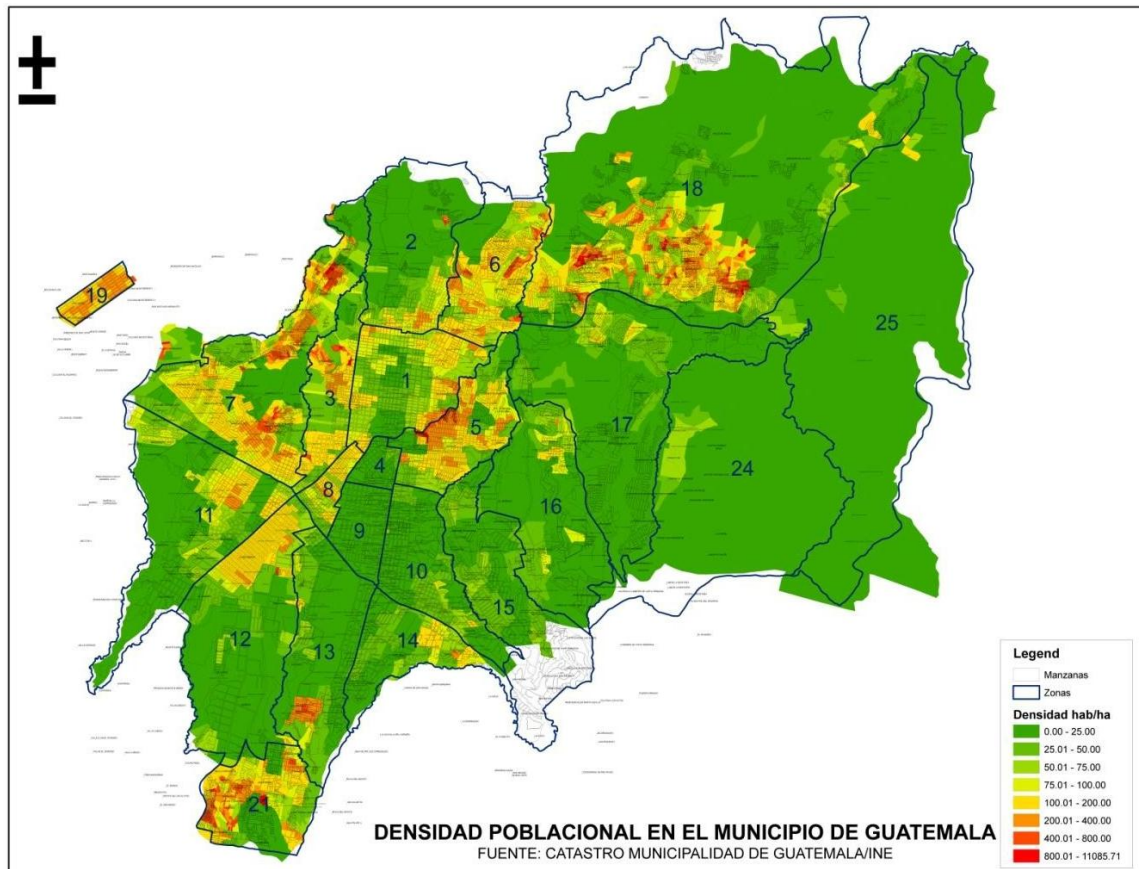
Muestra del crecimiento demográfico de la ciudad se refleja en las estimaciones de población al 2016, según se detalla a continuación:

Tabla VI. **Población por zona, municipio de Guatemala, año 2016**

ZONA	HOMBRES	MUJERES	2016 RENAP
TOTAL	880 560	922 292	1 802 852,00
ZONA 1	62 961	66 156	129 117
ZONA 2	19 920	22 505	42 425
ZONA 3	23 800	24 988	48 787
ZONA 4	1 831	1 654	3 484
ZONA 5	60 524	64 938	125 461
ZONA 6	72 053	74 456	146 509
ZONA 7	129 010	137 433	266 443
ZONA 8	11 882	11 915	23 798
ZONA 9	1 502	1 846	3 348
ZONA 10	10 963	12 167	23 130
ZONA 11	35 539	40 354	75 893
ZONA 12	40 271	42 757	83 027
ZONA 13	24 773	26 374	51 147
ZONA 14	15 981	19 072	35 054
ZONA 15	12 114	15 721	27 835
ZONA 16	18 603	18 702	37 304
ZONA 17	20 941	21 715	42 656
ZONA 18	189 996	190 432	380 427
ZONA 19	23 255	23 893	47 147
ZONA 21	71 082	72 911	143 993
ZONA 24	14 398	13 935	28 333
ZONA 25	19 163	18 372	37 535

Fuente: Dirección de Medio Ambiente. *Estudio de factibilidad, parque ecológico Lomas de Pamplona. Guatemala, p. 15.*

Figura 3. Densidad de población de la Ciudad de Guatemala, año 2011



Fuente: MORATAYA, Eddy. *Encuesta CIMES. Ciudades intermedias, urbanización y desarrollo.* p.6.

1.2. Servicios públicos del lugar

En la actualidad, la segregación socioespacial de la población y el crecimiento desordenado y de baja densidad en el Área Metropolitana ha producido varias presiones en la calidad de vida y el ambiente de los ciudadanos:

- Aumento del costo de los servicios públicos, particularmente agua, alcantarillado y transporte colectivo por la ampliación del área de cobertura de estos servicios.
- Dependencia, en creciente medida, en la provisión de servicios por parte del sector privado (pozos, plantas de tratamiento, necesidad de vehículo propio, entre otros), que no siempre son económicamente más eficientes de proveer.
- Utilización ineficiente de infraestructuras y servicios públicos existentes, particularmente en el municipio central.
- Ocupación de áreas de alto riesgo de sismos, deslizamiento e inundación para la vivienda, tanto en el sector formal como informal.
- Fuerte presión sobre el medio ambiente por contaminación de cuencas, disposición de desechos sólidos, erosión del suelo y tala de árboles, producto de la expansión y ocupación desordenada del territorio.
- Aumento del tiempo perdido, de la contaminación auditiva y del aire, del estrés y del consumo de energía por las necesidades de movilidad diarias requeridas.
- Deterioro de la calidad de vida, aumento del costo de vida y segregación social y familiar de los habitantes del área metropolitana.
- Incremento de la inseguridad ciudadana en aquellos lugares de la ciudad que no tienen vigilancia privada y cerramientos físicos.

1.2.1. Educación

Referente a los aspectos socioculturales, la ciudad de Guatemala cuenta con una población universitaria de más de 313 457 estudiantes, la mayor cantidad de universitarios en la región centroamericana. En el área metropolitana, la ciudad alberga a tres instituciones públicas, que son:

- Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), la más grande del país con 201 668 alumnos para el año 2016.
- FLACSO Guatemala, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.
- Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA).

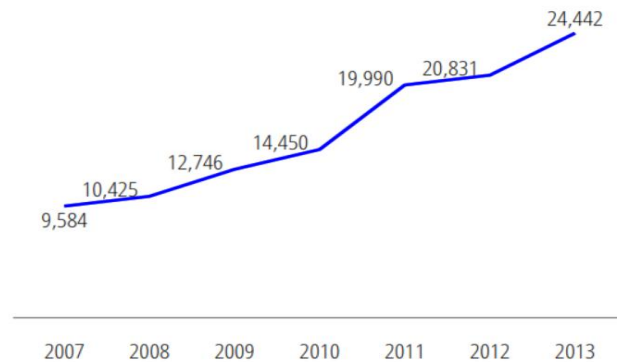
Dentro de las instituciones privadas que sirven la región metropolitana están:

- Universidad Mariano Gálvez de Guatemala (UMG)
- Universidad Rafael Landívar (URL)
- Universidad Mesoamericana Guatemala (UMES)
- Universidad Panamericana de Guatemala (UPANA)
- Universidad Rural de Guatemala (URURAL)
- Universidad Inter Naciones
- Universidad Galileo
- Universidad San Pablo de Guatemala (USPG)
- Universidad del Istmo (UNIS)
- Universidad del Valle de Guatemala (UVG)
- Universidad Francisco Marroquín (UFM)

- Instituto Tecnológico de Capacitación y Productividad (INTECAP)
- Centro Universitario de Occidente (CUNOC)
- Centro Universitario Ciudad Vieja (CUCV)
- Centro Universitario de Oriente (CUNORI)
- Instituto Femenino de Estudios Superiores (IFES)

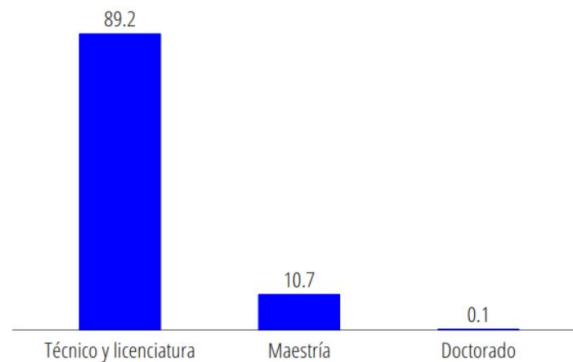
Según el Instituto Nacional de Estadística, en el año 2013 se graduaron de educación superior 24 442 alumnos. Se define como graduado de educación superior al estudiante que culminó exitosamente un programa educativo.

Figura 4. **Graduados de educación superior**



Fuente: Instituto Nacional de Estadística de Guatemala. *República de Guatemala: Compendio estadístico de educación 2013*. p. 91.

Figura 5. **Distribución de graduados según el grado académico obtenido**



Fuente: Instituto Nacional de Estadística de Guatemala. *República de Guatemala: Compendio estadístico de educación 2013*. p. 92.

1.2.2. **Comunicación**

La red vial de Guatemala está compuesta por tres tipos de carreteras: las de primero, segundo y tercer orden.

Entre las de primer orden, que son las asfaltadas, destacan la carretera Panamericana, que enlaza Guatemala con México y El Salvador, la carretera Interoceánica, que une Puerto Barrios y Puerto Quetzal, y la Costanera, que acorre paralela a la costa del Pacífico. Algunas de estas rutas también son autopistas de cuatro y seis carriles, como la que va de la capital del país hacia Antigua Guatemala, y la que une la capital con Puerto Quetzal, pasando por Escuintla.

Las de segundo orden son asfaltadas también y no suelen ser tan anchas ni estar tan bien cuidadas como las del primer orden, pero complementan las

redes principales y dan acceso a las áreas productivas de la costa sur, parte del altiplano y el nordeste del país.

Las de tercer orden o de terracería, solo son transitables en tiempo seco.

Guatemala cuenta con puentes y una moderna red de carreteras que conecta sus diferentes regiones, puertos y fronteras con México y Centroamérica, que permiten la comunicación terrestre y el transporte de personas y mercancías, tanto para trabajar como para viajar a otros lugares. Actualmente, la red vial está compuesta por 15 187,70 kilómetros de carreteras pavimentadas y accesibles para el transporte de carga y de pasajeros.

En los últimos 15 años, el sistema vial ha crecido a una tasa de 4 % anual, y durante este tiempo se han alcanzado importantes mejoras, como la construcción de autopistas y la expansión a cuatro carriles de las principales carreteras de acceso a fronteras.

La Ciudad de Guatemala también cuenta con diversas carreteras y autopistas que la conectan al resto del país por medio de varias autopistas, como la autopista Palín-Escuintla y la de Guatemala-Aguas Calientes, y las carreteras que la conectan al occidente del país, específicamente a los departamentos de Quetzaltenango, San Marcos, Huehuetenango y Quiché. Además, en los últimos cinco años, se han vuelto a pavimentar las autopistas de la ruta al Pacífico (CA-2) y la ruta Panamericana (CA-1).

1.2.3. Salud

La expectativa de vida al nacer para el año 2012 fue de 68 años para hombres y 75 años para mujeres.

- Mortalidad infantil: se refiere al número de niños menores de un año que mueren por cada 1 000 nacidos vivos. Para el año 2013 se reportó una tasa de mortalidad infantil de 24,8 por mil nacidos vivos, lo que significa que de cada 1 000 niños nacidos vivos 25 mueren antes de cumplir el año.
- Mortalidad en niños menores de 5 años: durante el período 2010-2015, la mortalidad en niños menores de 5 años fue de 35 muertes al año por 1 000 nacidos vivos. El 80 % de estas muertes ocurrió en el primer año de vida.
- Mortalidad materna: se refiere a las muertes maternas relacionadas con el embarazo, parto o puerperio. El puerperio se refiere al período entre el parto y la recuperación de la madre a su condición antes del embarazo. Usualmente, el puerperio dura de 40 a 45 días después del parto.

En el año 2013, la mortalidad materna en Guatemala fue de 113,4 muertes por 100 000 nacidos vivos. El 68 % de las muertes maternas ocurrió en mujeres indígenas y el 42 % fueron mujeres analfabetas.

- Causas de muerte en la población general: en el año 2014 se reportó que un 17 % de las muertes fue por enfermedades del sistema circulatorio, 16 % por causas externas (accidentes, violencia) y un 12 % por enfermedades del sistema respiratorio.
- VIH/SIDA: para el año 2015 se reportaron 55 000 personas infectadas con el virus de inmunodeficiencia humana (VIH) y se estimaron 3 700 nuevas infecciones por año. La tasa de mortalidad por VIH/SIDA fue reportada en 3,2 muertes por cada 100 000 habitantes 2012.

- Nutrición: según la Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil 2014-2015, realizada por el INE:
 - El 46,5 % de los niños menores de 5 años padece desnutrición crónica.
 - La anemia afecta a un 32,4 % de los niños menores de 5 años.
 - La anemia afecta al 24,2 % de las mujeres embarazadas y al 13,6 % de todas las mujeres.
 - El bajo peso al nacer afecta al 15 % de los nacimientos.
 - Las causas de la desnutrición en Guatemala están relacionadas con:
 - Pobreza.
 - Infecciones a repetición (infecciones respiratorias agudas, diarrea).
 - Inadecuadas prácticas de lactancia materna.
 - Falta de agua potable.

1.2.4. Agua potable

Debido al desordenado proceso de crecimiento y a la falta de inversiones adecuadas, la ciudad manifiesta graves deficiencias en la cobertura y calidad de los servicios básicos urbanos. El agua potable es uno de los que afectan más seriamente a la población.

A raíz del fuerte proceso de expansión metropolitana, la prestación de los servicios de agua y drenaje por medio de los sistemas convencionales a partir de redes generales, quedó varada en la ciudad central (municipio de Guatemala). En los municipios de expansión urbana, el servicio en red ha sido sustituido por una variedad de sistemas que son técnica y administrativamente diversos, donde compiten o se funden lógicas de funcionamiento público y

privado. Esta situación ha provocado que el funcionamiento de estos sistemas produzca desigualdad y caos en los niveles de consumo, de acceso, en los costos de operación y en la fijación de tarifas, llevando una situación en que algunas áreas presentan una grave deficiencia en la prestación de este servicio.

1.2.5. Drenajes

De acuerdo con la empresa Municipal de Agua, EMPAGUA, el 70 % de los hogares capitalinos está conectado a la red de drenaje y colectores para el desalojo de las aguas residuales. Sin embargo, se estima que solamente el 2 % de estas aguas estarían recibiendo algún tipo de tratamiento previo a ser vertidas a la cuenca del pacífico a través del río Villa Lobos (llevando aguas provenientes de los municipios de Guatemala, Villa Nueva, Mixco, Villa Canales y Petapa), o a la cuenca del Atlántico, por medio de los ríos Tzajjá, Chinautla y Las Vacas (que llevan aguas de los municipios de Guatemala, Santa Catarina Pínula, Chinautla y otros municipios ubicados al norte de la ciudad).

Esta situación está provocando niveles alarmantes de contaminación ambiental, con graves implicaciones ecológicas económicas y sociales en las áreas de impacto, que incluso trascienden el ámbito metropolitano. El tratamiento de esta problemática ha sido continuamente postergado sin que exista una estructura administrativa que coordine acciones conjuntas de las corporaciones municipales, el Ministerio de Salud Pública y el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

1.2.6. Transporte

A los graves problemas que como sistema presenta el servicio de transporte colectivo en el área metropolitana, se suma la visión localista que predomina y la falta de involucramiento de las municipalidades desde cuyo territorio se presenta diariamente una alta frecuencia de viajes hacia/ desde el municipio de Guatemala, como consecuencia de la expansión metropolitana y el desbordamiento de la ciudad sobre los municipios aledaños.

No existe una entidad dotada de la autoridad, representatividad y capacidad técnica necesaria para planificar, coordinar y ejercer control sobre el sistema de transporte, que tenga capacidad de articular la cooperación de las instituciones y corporaciones municipales involucradas. Dos de las consecuencias más importantes de la deficiencia de este sistema es la congestión diaria de tráfico sobre las principales vías de la ciudad y la generación de una fuerte contaminación ambiental. A la congestión de vehículos no es ajena la inseguridad de los autobuses, que ahuyenta a un sector de clase media que, pudiendo utilizar el autobús, prefiere utilizar el automóvil, y la ausencia de una red de terminales para el transporte extraurbano, con lo cual estas unidades siguen circulando masivamente por las zonas centrales de la ciudad. En cuanto a la contaminación influye la ineficaz planificación de rutas, con calles y avenidas donde hay una excesiva concentración de autobuses y el mal estado de la mayoría de las unidades en servicio.

Conforme han pasado los años, la municipalidad de Guatemala ha implementado el programa TRANSMETRO, que ha ayudado a mejorar la situación de movilidad de la población, pero se encuentra limitada a ciertos sectores de la ciudad capital.

1.3. Diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del lugar

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en Guatemala gran parte del agua por red no es potable y requiere de algún tratamiento por parte de los usuarios para su uso seguro. En la ciudad capital la mayoría del agua es tratada, pero ciertas zonas requieren de dicho tratamiento.

En 2002, la cobertura del servicio de saneamiento mejorado era a nivel nacional de 47 %, que surge como promedio de 77 % en las zonas urbanas y 17 % en las áreas rurales. A su vez, del 47 % señalado, solo el 36 % contaba con conexión a las redes de drenaje. En la ciudad de Guatemala, la cobertura de saneamiento conectado a redes de drenaje era del orden del 69 % de los hogares o viviendas. Según SEGEPLAN, en el año 2006 en Guatemala se trata el 5 % de las aguas residuales recolectadas y el resto se vuelca a los cuerpos de agua sin ningún tipo de tratamiento. De las 87 plantas de tratamiento de aguas residuales existentes en el país solo funciona una ínfima parte debido a problemas de mantenimiento, colocando así a Guatemala en el grupo de países con el menor nivel de tratamiento de aguas residuales.

La contaminación de los cuerpos hídricos superficiales causada por descargas de las aguas residuales sin tratamiento, resulta en un problema grave debido a que una parte importante de la población todavía se abastece de fuentes no mejoradas de agua. Esta situación se agrava por el hecho de que no existen redes de monitoreo de la calidad de aguas superficiales y subterráneas, con excepción de algunos puntos estratégicos en el área de servicio de la Empresa Municipal de Agua de Guatemala (EMPAGUA). Con la puesta en vigencia del Reglamento de las descargas y reúso de aguas

residuales y de la disposición de lodos se intenta organizar un sistema nacional de evaluación y control sobre el particular.

Los déficits de cobertura de los servicios evidencian solo una parte de los problemas del sector de agua potable y saneamiento de Guatemala. Otro aspecto relevante es la calidad de los servicios que se suministran, cuyos niveles son altamente deficitarios. Si bien existen importantes diferencias entre las entidades prestadoras (por ejemplo, la calidad del servicio sería mejor en el caso de EMPAGUA en comparación con el resto del sector), estos problemas son generalizados en todo el país.

Uno de los problemas de mayor importancia respecto de la calidad de la prestación se refiere a las condiciones fisicoquímicas del agua. Se estima que solo el 15 % del agua abastecida por los sistemas de red es desinfectada previamente de acuerdo con los parámetros mínimos que exigen las normas, y que solo el 25 % de los municipios cuenta con algún sistema de desinfección, pero se desconoce el estado de funcionamiento de los mismos.

El área metropolitana de Guatemala y otros centros urbanos de mediana magnitud presentan problemas de sobreexplotación de los acuíferos, con los consecuentes incrementos de los costos de captación, extracción e incluso de transporte, dada la lejanía de las nuevas fuentes de abastecimiento. No existe una normativa efectiva que ordene y controle los permisos e intensidad de los usos y no están contemplados pagos de cánones o tarifas por la extracción de agua. Este problema está incidiendo de forma significativa en la continuidad de los servicios de agua en amplios sectores de la Ciudad de Guatemala abastecidos por EMPAGUA.

En cuanto a los residuos sólidos que no se recolectan se menciona la existencia de más de mil botaderos no autorizados. Aunque se pretendía que el principal botadero de la ciudad funcionara como un relleno sanitario, en sus 54 años de existencia los residuos allí depositados nunca han recibido ningún tratamiento y es una fuente de alta contaminación ambiental. Esta situación se ve agravada debido a que al botadero llegan residuos sólidos generados en siete municipios metropolitanos, además del municipio de Guatemala: Chinautla, Santa Catarina Pinula, San José Pinula, Fraijanes, Villa Canales, Villa Nueva y Mixco, sin que exista un esfuerzo real de coordinación entre ellos y el resto de las instituciones involucradas en cuanto a emprender acciones conjuntas para tratar esta problemática.

Esto es un reflejo de todas las zonas de la ciudad capital. Donde se llevarán a cabo los proyectos se presenta un mal manejo de aguas pluviales en el caso de zona 13 y un mal manejo de basura para zona 5, como problemas principales que afectan a una comunidad cercana. La municipalidad de Guatemala, en concreto la Dirección de Medio Ambiente, empezó con la construcción de parques ecológicos en ciertos lugares con el fin de recuperar área de barranco que puede convertirse en basureros clandestinos, como lo fue el barranco ubicado en zona 5 y el caso de zona 13, donde empezaba a presentar los mismos problemas.

1.4. Evaluación y priorización de necesidades

La Ciudad de Guatemala es el principal centro de desarrollo económico de Guatemala. Según el Renap, en el año 2016 la población es de 1 802 852 personas registradas. Es el principal centro de desarrollo económico. Diariamente alberga a población emergente que se traslada de municipios cercanos a la ciudad, que oscila aproximadamente en 1 050 000 personas,

todos usuarios de los servicios públicos que provee la municipalidad en las 22 zonas de la ciudad. Por eso es común que gente del interior migre y lugares como barrancos sean utilizados para vivir.

Gracias al trabajo de urbanización de ciudades intermedias realizado por el arquitecto Eddy Morataya (Encuesta CIMES), se sabe que en la Ciudad de Guatemala hay aproximadamente un árbol por cada cuatro personas o 22 metros cuadrados de área verde por cada habitante, distribuido en parques, bulevares, barrancos y jardines. A pesar de su crecimiento desordenado, aún cuenta con 10 000 hectáreas de bosque remanente dentro de su perímetro metropolitano, es decir, el 22 % de la superficie urbana. Estos bosques cuentan con más de 5 000 hectáreas de áreas verdes naturales, barrancos y cerros que proveen invaluable servicios ambientales, como las recargas hídricas, las regulaciones del microclima urbano, la purificación del aire, la protección ante desastres naturales, áreas verdes recreativas, refugios para la biodiversidad y plusvalía financiera por un paisaje natural dentro de la ciudad. Los bosques y áreas verdes constituyen la característica central de identidad y fisonomía urbana existente en la ciudad.

Muchos de estos terrenos en zonas ya pobladas están siendo afectados por la generación de basureros clandestinos, rellenos no autorizados de tierra y ripio, deforestación e incluso invasiones para la creación de asentamientos humanos precarios, lo que incrementa la contaminación y degradación de estos.

Uno de los principales propósitos de la municipalidad de Guatemala es conservar las áreas verdes en la ciudad para el cuidado del medio ambiente y de la población, por lo cual sus proyectos son la construcción de parques ecológicos al servicio de los ciudadanos. En zona 5 ya existe uno, al cual se le

implementará un sistema de riego que se utilizará para reforestar parte del lugar, porque este fue un basurero de ripio y gran parte de los árboles y plantas de lugar murieron o fueron removidos. Este parque actualmente funciona como un lugar recreacional y como centro de capacitación donde se enseña el valor del cuidado del medio ambiente y la importancia del reciclaje. Por eso la dirección de medio ambiente quiere ampliar el parque, y se implementará una línea de conducción de agua potable para que todo aquel que llegue al parque tenga acceso a agua.

La implementación del parque ecológico en zona 13 es evitar que este barranco se convierta en un basurero y un lugar de riesgo para las personas que viven y trabajan cerca ya que actualmente se acumula basura en sus alrededores y que pueden llegar al río Guadrón (un río colindante). También una empresa desfoga sus aguas pluviales al barranco y esta se estanca, lo que se convierte en un foco de enfermedades que portan los zancudos, como el dengue, zika, malaria, entre otras que afectan la salud de las personas que viven en las cercanías. Al implementar el sistema de alcantarillado en el parque se prevé un mejor manejo del agua pluvial que llega al barranco y evitar que la calidad de vida de las personas se vea afectada.

2. FASE TÉCNICA Y PROFESIONAL

2.1. Diseño de alcantarillado pluvial para parque ecológico zona 13, Ciudad de Guatemala

A continuación, se describirá el objetivo del proyecto, las partes que conforman un sistema de alcantarillado y los criterios que se emplearon para el diseño del mismo.

2.1.1. Descripción del proyecto

El sistema de alcantarillado pluvial tendrá una longitud de 1 105 km que se prevé drenará un área de 20 563 m². La primera parte del sistema se diseñó por medio de pozos de visita y tuberías, ya que en este lugar se encontrará el parqueo y es la única parte que será intervenida. El resto del parque será diseñado por medio de cunetas, las cuales tendrán como punto de desfogue el río Guadrón, que pasa por la cercanías, para desfogar de manera eficiente el caudal de lluvia se utilizaran caída verticales escalonadas.

2.1.2. Alcantarillado pluvial

El alcantarillado pluvial es el sistema encargado de la recogida del agua de la lluvia, el cual se sitúa en lugares estratégicos para una correcta y abundante captación de la misma. Este tipo de alcantarillado puede tener como finalidad desaguar dichas precipitaciones de la superficie o almacenar agua. Su principal objetivo es el manejo, control y drenado de la zona a la que sirven, llevándola a sitios donde no provoquen daños e inconvenientes. De este modo

se mitiga con cierto nivel de seguridad la generación de molestias por inundación y daños materiales y humanos.

2.1.2.1. Diseño de red

A continuación, se presenta los distintos tipos de sistema.

- **Sistemas convencionales:** los alcantarillados convencionales son los sistemas tradicionales utilizados para la recolección y transporte de aguas residuales o lluvias hasta los sitios de disposición final, como el alcantarillado combinado y el separado. En el primero, tanto las aguas residuales como las pluviales son recolectadas y transportadas por el mismo sistema, mientras que en el tipo separado esto se hace mediante sistemas independientes; es decir, alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial.

- **Sistemas no convencionales:** debido a que los alcantarillados convencionales usualmente son sistemas de saneamiento costosos, en particular para localidades con baja capacidad económica, en las últimas décadas se han propuesto sistemas de menor costo, alternativos al alcantarillado convencional sanitario, basados en consideraciones de diseño adicionales y en una mejor tecnología disponible para su operación y mantenimiento. Dentro de estos sistemas alternativos están los denominados alcantarillados simplificados, los condominales y los sin arrastre de sólidos. Los sistemas no convencionales pueden constituir alternativas de saneamiento cuando, partiendo de sistemas in situ, se incrementa la densidad de población.
 - Los alcantarillados condominales son sistemas que recogen las aguas residuales de un conjunto de viviendas que normalmente

están ubicadas en un área inferior a 1 ha mediante colectores simplificados, y son conducidas a la red de alcantarillado municipal o eventualmente a una planta de tratamiento.

- Los alcantarillados sin arrastre de sólidos son sistemas en los que el agua residual de una o más viviendas es descargada a un tanque interceptor de sólidos donde estos se retienen y degradan. Producen un efluente sin sólidos sedimentables que es transportado por gravedad en un sistema de colectores de diámetros reducidos y poco profundos. Desde el punto de vista ambiental pueden tener un costo y un impacto mucho más reducido.
- Estructuras de captación: recolectan las aguas a transportar; en los sistemas de alcantarillado pluvial se utilizan sumideros o coladeras pluviales, como estructuras de captación, pero también pueden ser utilizadas cunetas para encauzar las precipitaciones.

2.1.2.1.1. Caudal de diseño

Para la estimación del caudal de diseño puede utilizarse el método racional, el cual calcula el caudal pico de aguas lluvias con base en la intensidad media del evento de precipitación, con una duración igual al tiempo de concentración del área de drenaje y un coeficiente de escorrentía. La ecuación del método racional es:

$$Q = \frac{CiA}{360} * 1000$$

Donde:

Q= Caudal en lts/seg.

C= Coeficiente de escorrentía

i = Intensidad de lluvia en mm/hr.

A= Área tributaria en hectáreas

De acuerdo con el método racional, el caudal pico ocurre cuando toda el área de drenaje está contribuyendo, y este es una fracción de la precipitación media bajo las siguientes suposiciones:

- El caudal pico en cualquier punto es una función directa de la intensidad de la lluvia, durante el tiempo de concentración para ese punto.
- La frecuencia del caudal pico es la misma que la frecuencia media de la precipitación.
- El tiempo de concentración está implícito en la determinación de la intensidad media de la lluvia por la relación anotada en el primer punto descrito.

2.1.2.1.2. Período de diseño

Este sistema se proyecta para realizar adecuadamente su función durante un período de 30 a 40 años, a partir de la fecha de su construcción. Este parámetro de diseño se utiliza para el cálculo de población futura. Para el diseño de agua pluvial no es necesario establecer un período, ya que con el adecuado mantenimiento el sistema prestara el servicio adecuado.

2.1.2.1.3. Determinación del coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía, C, es función del tipo de suelo, del grado de permeabilidad de la zona, de la pendiente del terreno y otros factores que determinan la fracción de la precipitación que se convierte en escorrentía. En su determinación deben considerarse las pérdidas por infiltración en el suelo y otros efectos retardadores de la escorrentía. De igual manera, debe incluir consideraciones sobre el desarrollo urbano, los planes de ordenamiento territorial y las disposiciones legales locales sobre uso del suelo. El valor del coeficiente C debe ser estimado tanto para la situación inicial como la futura, al final del periodo de diseño. Para áreas de drenaje que incluyan subáreas con coeficientes de escorrentía diferentes, el valor de C representativo del área debe calcularse como el promedio ponderado con las respectivas áreas.

$$C = \frac{\sum c * A}{\sum A}$$

Donde:

c= Coeficiente de escorrentía de cada área parcial

A= Área parcial

C= Coeficiente de escorrentía del área a drenar

Tabla VII. **Coeficientes de escorrentía según el tipo de superficie**

Tipo de superficie	C
Cubiertas	0,75-0,95
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0,70-0,95
Vías adoquinadas	0,70-0,85
Zonas comerciales o industriales	0,60-0,95
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0,75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre éstos	0,60-0,75
Residencial unifamiliar, con casas contiguas y predominio de jardines	0,40-0,60
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0,45
Residencial, con predominio de zonas verdes y parques-cementerios	0,30
Laderas sin vegetación	0,60
Laderas con vegetación	0,30
Parques recreacionales	0,20-0,35

Fuente: Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico de Bogotá. *Sistemas de recolección y evaluación de aguas residuales domésticas y pluviales*. p. 47.

Tabla VIII. **Cálculo de coeficiente de escorrentía**

Área	A(m ²)	A(Ha)	Coeficiente
Vegetación	70 346,75	7,03	0,30
Techos	9 876,72	0,99	0,85
Asfalto	44 698,10	4,47	0,85

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

$$C = \frac{(0,30)(7,03) + (0,85)(0,99) + (0,85)(4,47)}{7,03 + 0,99 + 4,47}$$

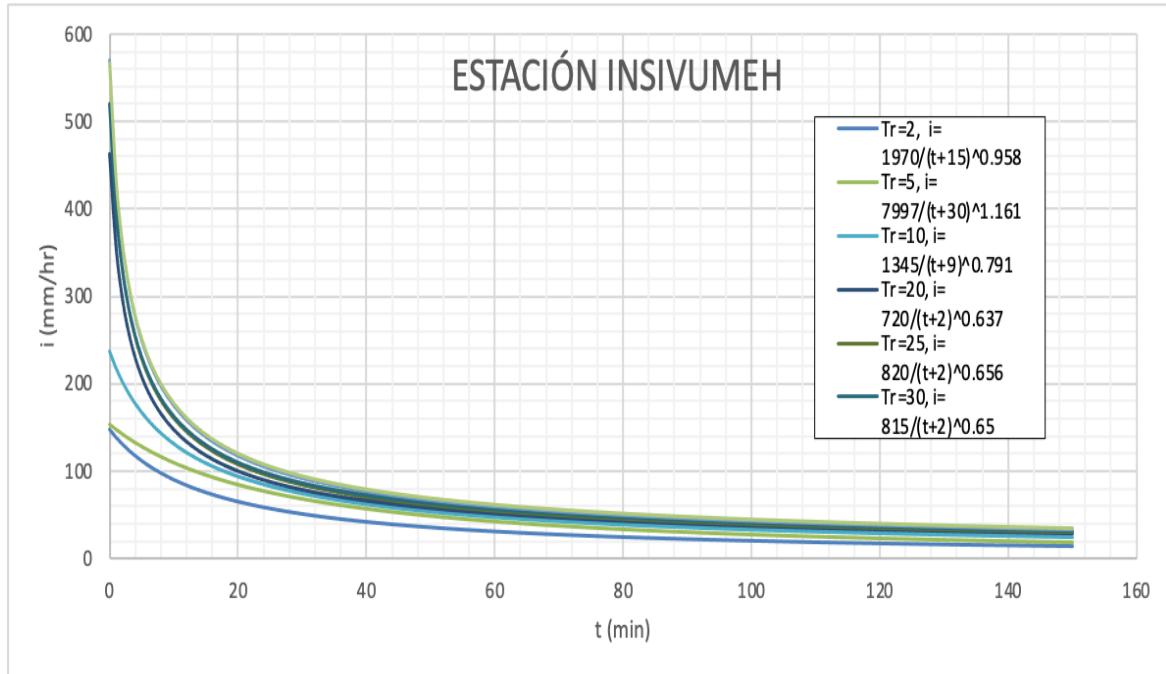
$$C = 0,54$$

2.1.2.1.4. Intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia es el espesor de lámina de agua caída por unidad de tiempo, suponiendo que el agua permanece en el sitio donde cayó. Se mide en mm/hr.

- Curvas de intensidad-duración-frecuencia: las curvas de intensidad-duración-frecuencia (IDF) constituyen la base climatológica para la estimación de los caudales de diseño. Estas curvas sintetizan las características de los eventos extremos máximos de precipitación de una determinada zona y definen la intensidad media de lluvia para diferentes duraciones de eventos de precipitación con periodos de retorno específicos. Es necesario verificar la existencia de curvas IDF para la localidad. Si existen, deben ser analizadas para establecer su validez y confiabilidad para su aplicación al proyecto. Si no existen, es necesario obtenerlas a partir de información existente de lluvias. La obtención de las curvas IDF debe realizarse con información pluviográfica de estaciones ubicadas en la localidad, derivando las curvas de frecuencia correspondientes mediante análisis puntuales de frecuencia de eventos extremos máximos.

Figura 6. Curvas de intensidad-duración-frecuencia



Fuente: Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático. *Estudio de Intensidad de precipitación en las cuencas prioritarias del ICC*. p. 6-10.

Para el diseño del sistema de alcantarillado se utilizarán los datos de la estación de INSIVUMEH, con una probabilidad de ocurrencia de 10 años para la intensidad de lluvia:

$$Tr = 10 \text{ años}; i = \frac{1345}{(t+9)^{0.791}}$$

Donde:

t= Tiempo de concentración en minutos

2.1.2.1.5. Tiempo de concentración

Se define tiempo de concentración como el tiempo necesario para que la escorrentía de una tormenta fluya desde el punto más alejado de la cuenca de drenaje a la salida de esta. La escorrentía queda definida así mismo como la parte de la precipitación que fluye por la superficie del terreno. Se divide en tiempo de entrada y tiempo de flujo dentro de la alcantarilla.

También se puede definir, según las normas y reglamentos de Empresa Municipalidad de Agua, como el tiempo que emplea el agua superficial para descender desde el punto más remoto de la cuenca hasta la sección de estudio. En tramos iniciales, el tiempo de concentración se estimará en 12 minutos.

En tramos consecutivos, el tiempo de concentración se estimará con la siguiente fórmula:

$$t_n = t_{n-1} + \frac{L}{60 * V_{n-1}}$$

Donde:

t_n = Tiempo de concentración hasta el tramo a considerar

t_{n-1} = Tiempo de concentración del tramo anterior

L= Longitud del tramo anterior

V_{n-1} = Velocidad a sección llena del tramo anterior

Cuando en un punto son concurrentes dos o más ramales, t_{n-1} se tomará igual al del ramal que tenga mayor tiempo de concentración.

2.1.2.1.6. Áreas tributarias

El área por drenar, generalmente, se calcula como áreas tributarias, expresadas en hectáreas. La capacidad de descarga de las alcantarillas pluviales depende del área individual de drenaje de cada registro y de las entradas pluviales.

2.1.2.1.7. Velocidad de caudales a sección llena

Para el cálculo del caudal, velocidad, diámetro y pendiente se utilizó la fórmula de Manning transformada al sistema métrico para secciones circulares:

$$V = \frac{0,03429}{n} \left(D^{\frac{2}{3}} \right) \left(S^{\frac{1}{2}} \right)$$

Dónde:

V= Velocidad del flujo a sección llena en m/seg.

D= Diámetro de la sección circular en pulgadas

S= Pendiente de la gradiente hidráulica en % o m/m

n= Coeficiente de rugosidad de Manning

Para tuberías de diámetro igual o menores a 24", n=0,015

Para tuberías de diámetro mayores a 24", n=0,013

2.1.2.1.8. Cotas invert

La cota invert es la altura a la que se encuentra la tubería, medida hasta la parte inferior e interior de la misma. Se calculó tomando la cota del terreno

inicial y restándole la profundidad inicial de la tubería, de igual manera para la cota del terreno final con la profundidad final de la tubería.

2.1.2.1.9. Pendiente de tubería

Para el cálculo de la pendiente, no existen rangos de pendiente mínima o máxima. Se toma como pendiente de la tubería la pendiente del terreno; si con esta pendiente no verifica las velocidades y el tirante, se debe incrementar o reducir la misma. En este caso, la mayoría de los casos fueron calculados con las pendientes del terreno, ya que la topografía y la ubicación de los desfogues así lo permitían.

2.1.2.1.10. Diámetro para tubería

El diámetro mínimo de tubería que se utiliza para el diseño del alcantarillado sanitario es de 10 pulgadas para tubería de cemento y 8 para PVC; esto se debe a requerimiento de flujo, limpieza, con lo cual se evitan obstrucciones en la tubería. Para este proyecto se utilizó tubería de 10" y 12" de concreto.

2.1.2.1.11. Pozos de visita

En las normas generales para diseño de alcantarillado del INFOM, se recomiendan diseñar pozos de visitas para localizarlos en los siguientes casos:

- Cambio de diámetros
- Cambio de pendientes

- Cambio de dirección horizontal para diámetros menos de 24”
- En las intersecciones de tuberías colectoras
- En los extremos superiores ramales iniciales
- A distancias no mayores a 100 m en línea recta, en diámetros hasta de 24”.
- A distancias no mayores de 300 m en diámetros superiores a 24”.

En el reglamento para el diseño y la construcción de drenajes de la Municipalidad de Guatemala, inciso 205-a, recomiendan que los pozos serán usados cada vez que la tubería cambie de diámetro o pendiente y en los cruces de dos o más tuberías; pero nunca deberán estar separados entre sí por una distancia mayor de 100 m cuando las tuberías tributarias a ellos sean menores de 1,00 m (40”) de diámetro.

Tabla IX. **Diámetros de pozos de visita en función de tubería**

DIÁMETRO TRIBUTARIO MAYOR		DIÁMETRO INTERNO DEL POZO	
pulgada	metros	Ø + sobre ancho (m)	D _i (m)
10"	0,25	D _i = Ø + 1,25 m	1,50
12"	0,30	D _i = Ø + 1,20 m	1,50
14"	0,35	D _i = Ø + 1,15 m	1,50
16"	0,40	D _i = Ø + 1,10 m	1,50
18"	0,45	D _i = Ø + 1,05 m	1,50
20"	0,50	D _i = Ø + 1,00 m	1,50
22"	0,55	D _i = Ø + 1,20 m	1,75
24"	0,60	D _i = Ø + 1,15 m	1,75
26"	0,65	D _i = Ø + 1,10 m	1,75
28"	0,70	D _i = Ø + 1,05 m	1,75
30"	0,75	D _i = Ø + 1,00 m	1,75
36"	0,90	D _i = Ø + 1,10 m	2,00
40"	1,00	D _i = Ø + 1,00 m	2,00
50"	1,25	D _i = Ø + 1,00 m	2,25
60"	1,50	D _i = Ø + 1,00 m	2,50
72"	1,83	D _i = Ø + 1,00 m	2,83

Fuente: Anuario del colegio de ingenieros. *Reglamento para diseño y construcción de drenajes en la Municipalidad de Guatemala.* p. 195.

2.1.2.1.12. Acometida domiciliar

Una conexión domiciliar es el tubo que lleva las agua servidas, desde una vivienda o edificio, a una alcantarilla común o a un punto de desagüe. En colectores pequeños es más conveniente una conexión en Y, ya que proporciona una unión menos violenta de los escurrimientos, que la que se conseguiría en condiciones en T. Sin embargo, la conexión en T bien instalada es preferible a una conexión en Y mal establecida. Es conveniente que el empotramiento con el colector principal se haga en la parte superior, para impedir que las aguas negras retornen por la conexión doméstica, cuando el colector esté funcionando a toda su capacidad.

En este proyecto no se tomará en cuenta este aspecto, ya que el sistema de alcantarillado se empleará en un parque ecológico.

2.1.2.1.13. Línea de conducción

La línea de conducción es una estructura que transporta el agua y desechos desde donde esta es captada hasta donde se planea desfogar. En caso de un alcantarillado sanitario, llega hasta la planta de tratamiento. En esta se toma en cuenta los distintos criterios de diseño como las velocidades permisibles, la capacidad de tubería y que cumpla con los parámetros de tirante.

2.1.2.1.14. Ubicación de desfogue

Como lugares de descarga se buscaron puntos donde los desfogues fueran en ríos. El río Guadrón bordea la colonia Lomas de Pamplona, por lo que se utilizaron cuatro puntos de descarga. Para esto se utilizarán como

estructuras de desfogue caídas verticales para disipar la velocidad y energía que llevará el agua.

2.1.2.2. Cálculo hidráulico

A continuación, se realizará el cálculo de un tramo del sistema de alcantarillado pluvial, tanto como cunetas como por medio de pozos.

2.1.2.2.1. Ejemplo de un tramo

Se comenzará con el cálculo de un tramo de cuneta ya que es el tipo de sistema que predominará en el parque, luego seguirá el cálculo de un desfogue y por último el ejemplo del diseño de un tramo de pozos y el tragante.

- Ejemplo de un tramo de cuneta: para el inicio del diseño del sistema abierto se procede a calcular, por medio del método racional, el caudal que drenará. Se conoce el coeficiente de escorrentía ponderado, el tiempo de concentración y la intensidad de lluvia, así como el área que drenará.
 - Tramo No. 1

Coeficiente de escorrentía $C=0,54$

Tiempo de concentración $t= 12$ min

Área tributaria $a= 0,3215$ Ha

Pendiente $S= 0,025$

Intensidad de lluvia, $Tr= 10$ años

$$i = \frac{1\,345}{(t + 9)^{0,791}}$$

$$i = \frac{1\,345}{(12 + 9)^{0,791}}$$

$$i = 121,02 \frac{mm}{hr}$$

- Caudal de diseño

$$Q = \frac{(0,54)(121,02)(0,3215)}{360} * 1\,000$$

$$Q = 58,36 \frac{L}{s}$$

Luego de conocer el caudal tributario que conducirá el canal, se procederá a escoger una sección transversal. Generalmente son secciones trapezoidales, semicirculares, cuadrada y triangular. Para este proyecto se escogió una sección trapezoidal de la cual se propondrá una base y un tirante para conocer el caudal que puede conducir el canal según la pendiente.

Antes de diseñar la sección de canal, se calculará el tirante que se tendrá con el gasto que se captará.




$$Q = V * A$$

$$\frac{nQ}{S^{\frac{1}{2}}} = AR^{\frac{2}{3}}$$

$$\frac{0,017 \left(0,05836 \frac{m^3}{s} \right)}{(0,025)^{\frac{1}{2}}} = [(0,15 + 1 * y) * y] \left[\frac{(0,15 + 1 * y) * y}{0,15 + 2y\sqrt{1 + 1^2}} \right]^{\left(\frac{2}{3}\right)}$$

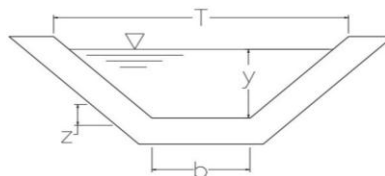
$$y = 0,1308 \text{ m}$$

Figura 7. Elementos geométricos de diferentes secciones

SECCION	AREA <i>A</i>	PERIMETRO MOJADO <i>P</i>	RADIO HIDRAULICO <i>R</i>	ANCHO SUPERFICIAL <i>T</i>	TIRANTE HIDRAULICO <i>d</i>	FACTOR HIDRAULICO <i>Z</i>
 RECTÁNGULO	<i>by</i>	<i>b + 2y</i>	$\frac{by}{b + 2y}$	<i>b</i>	<i>y</i>	$\frac{5}{by^{\frac{2}{3}}}$
 TRAPECIO	$(b + zy)y$	$b + 2y\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{(b + zy)y}{b + 2y\sqrt{1 + z^2}}$	<i>b + 2zy</i>	$\frac{(b + zy)y}{b + 2zy}$	$\frac{[(b + zy)y]^{\frac{5}{3}}}{\sqrt{b + 2zy}}$
 TRIÁNGULO	zy^2	$2y\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1 + z^2}}$	$2zy$	$\frac{y}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2} zy^{\frac{5}{3}}$

Fuente: CHOW, Ven Te. Hidráulica de canales abiertos. p. 154.

Figura 8. Sección transversal de cuneta seleccionada



Fuente: elaboración propia utilizando el programa AutoCad Civil 3D.

- Medidas seleccionadas

$b = 0,15 \text{ m}$

$y = 0,15 \text{ m}$

$Z = 1$

- Área hidráulica

$$A = (0,15 + 1 * 0,15) * 0,15$$

$$A = 0,045$$

- Perímetro mojado

$$Pm = 0,15 + 2 (0,15) * \sqrt{1 + (1)^2}$$

$$Pm = 0,5743 \text{ m}$$

- Radio hidráulico

$$Rh = \frac{A}{P} = \frac{0,045m^2}{0,5743m}$$

$$Rh = 0,0784 \text{ m}$$

- Espejo de agua (T)

$$T = 0,15 + 2 (1)(0,15)$$

$$T = 0,45 \text{ m}$$

Con los datos obtenidos anteriormente se procede a calcular la velocidad y el caudal para verificar si las medidas seleccionadas son mayores al caudal tributario antes calculado.

- Velocidad de Manning

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

El valor n que se tomará será el de piedra partida cementada, ya que el canal será de ripio con mortero.

$$V = \frac{1}{0,017} * (0,0784)^{\frac{2}{3}} * (0,025)^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1,70 \frac{m}{s}$$

- Capacidad de la cuneta

$$Q = V * A$$

$$Q = \left(1,70 \frac{m}{s}\right) (0,045 \text{ m}^2)$$

$$Q = 0,077 \frac{m^3}{s} = 77 \frac{L}{s}$$

- Chequeos

Caudal

$$Q_{diseño} < Q_{cuneta} \qquad 58,36 \frac{L}{s} < 77 \frac{L}{s}$$

Velocidad

$$0,7 \frac{m}{s} < v < 2,5 \frac{m}{s} \qquad 0,7 \frac{m}{s} < 1,70 \frac{m}{s} < 2,5 \frac{m}{s}$$

Tirante

Utilizando un 15 % para borde libre

$$y = 0,150 \text{ m}$$

$$y = y_n * BL (\%)$$

El cual fue el valor utilizado en las medidas propuestas

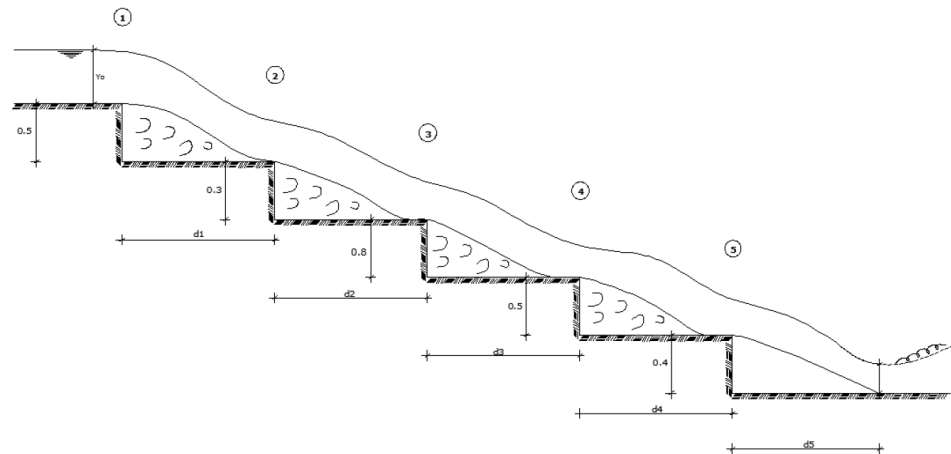
$$y = 0,1308 * 1,15$$

Para canales revestidos se define que la velocidad mínima es aquella que evita el depósito de materiales en suspensión. Algunos materiales sugieren diseñar con una velocidad mínima aceptable del orden de 0,4 a 1,0 m/s. Para velocidades máximas se recomiendan velocidades menores a 2,5 m/s.

Asumiendo el criterio de Ven Te Chow, el borde libre (BL) será de un (5 %-30 %) del tirante (y). Para este diseño se asumió un borde libre de un 15 % del tirante propuesto.

- Diseño de desfogue caída escalonada: el uso de esta estructura es con el propósito de utilizarla como una estructura de desfogue. La principal razón por la cual se escogió es para disipar la energía con la que el agua llegará al punto de desfogue. Se realizará el ejemplo con la última grada de la estructura:

Figura 9. Perfil caída escalonada



Fuente: Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales de Lima. *Criterios de Diseño de Obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico*. p. 120-134.

- Grada no. 10
 - Tirante crítico:

$$\frac{Q}{b} = \frac{0,05836 \frac{m^3}{s}}{0,80 m} = \frac{0,073 \frac{m^3}{s}}{m}$$

$$Y_c = 0,0852 m$$

- Altura a (m): 60 cm = 0,6 m

- Relación K: resulta de dividir la altura de grada entre el tirante crítico que se produce en la primera grada.

$$K = \frac{0,6}{0,0852} = 7,04$$

- Yo: aguas arriba, Yo=Yc
(Aguas abajo, Yo= es el valor aguas arriba de la grada anterior).

$$Y_1 = 0,02617$$

$$Y_o = 0,02617$$

- Factor Xo se obtiene al dividir el tirante menor y el tirante crítico.

$$X_o = \frac{Y_o}{Y_c}$$

$$X_o = \frac{0,02617}{0,0852} = 0,31$$

Tras obtener los valores Xo y K, respectivo para cada grada, en la Anexo 1 se procede a buscar la relación Y1/Yo para obtener el valor del tirante de flujo supercrítico.

$$X_o = 0,3072$$

$$Y_o = 0,02617$$

$$Y_1/Y_o = 1$$

Teniendo ya la relación se procede a despejar el valor Y_1 .

$$Y_1 = 1 * Y_0$$

$$Y_1 = 1 * (0,02617) = 0,02617$$

Con estos datos se determinará la longitud necesaria para cada grada con la ayuda del anexo 2.

La relación obtenida es:

$$D = \frac{d}{Y_c} = 10,5$$

Se despeja la variable d y se obtiene la distancia de huella:

$$d = 10,5 * Y_c = 10,5 * 0,0852 = 0,89 \text{ m}$$

Al ser esta la última grada de la estructura se obtiene que el tirante menor conjugado sea 0,02617.

$$A = 0,02617 * 0,8 = 0,021 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{0,05836 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,021 \text{ m}^2} = 2,77 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

El tirante conjugado mayor será:

$$Y_2 = -\frac{0,02617}{2} + \sqrt{\frac{(0,02617)^2}{4} + \frac{2 * 0,02617 * 2,77^2}{9,81}}$$

$$Y_2 = 0,19 \text{ m}$$

$$V_2 = \frac{0,05836}{0,152} = 0,38 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Longitud del resalto:

$$L_r = 6(Y_2 - Y_1) = 6(0,19 - 0,02617) = 0,98 \text{ m}$$

Profundidad del colchón si:

$$B=0,8 \text{ m}$$

$$N=0,017$$

$$S=0,2912$$

$$Z= 0 \text{ (sección rectangular)}$$

$$Q= 0,05836 \text{ m}^3/\text{s}$$

Se obtiene que el tirante normal sea:

$$Y_n = 0,0268 \text{ m}$$

$$V_n = 2,77 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- Tramo de red de alcantarillado: al iniciar el diseño de un tramo se debe conocer de qué pozo a qué pozo se hará el diseño. De la topografía realizada se obtuvieron las cotas del terreno y la distancia entre los pozos, para obtener así la pendiente del terreno.

Tramo PV 3 a PV 4

Cota Inicial (msnm)	Cota Final (msnm)	Distancia Horizontal (m)
1 508,85	1 508,33	32,81

- Cálculo de la pendiente:

$$S\% = \left(\frac{CI - CF}{DH} \right) * 100$$

$$S\% = \left(\frac{1\,508,85 - 1\,508,33}{32,81} \right) * 100$$

$$S\% = 1,58\%$$

- Cálculo de áreas tributarias: el área tributaria que le corresponde a este tramo es la que comprende desde el PV 3 hasta el PV 4, siguiendo las curvas de nivel. El área acumulada es igual al área tributaria del PV 4 más las áreas tributarias anteriores, y son desde el PV4 hasta el PV 3.

$$A_{3-4} = 773,24 \, m^2 = 0,08 \, Ha$$

$$A_{T_{3-4}} = 0,1996 \, Ha$$

- Tiempo de concentración
 - Para tramos iniciales el tiempo de concentración será igual a 12 minutos.

$$t = 12 \text{ min}$$

- Para tramos consecutivos utilizamos la ecuación siguiente:

$$t_n = t_{n-1} + \frac{L_{n-1}}{60 * V_{n-1}}$$

- Para este tramo los datos son:

$$t_{n-1} = 12,49 \text{ min}$$

$$L_{n-1} = 20,96 \text{ m}$$

$$V_{n-1} = 2,40 \text{ m/s}$$

$$t_n = 12,49 + \frac{20,96}{60 * 2,40}$$

$$t_n = 12,64 \text{ min}$$

- Intensidad de lluvia

Se utilizará un tiempo de retorno de 10 años. De los datos de la estación INSIVUMEH, se obtuvieron las curvas IDF (Ilustración 1).

$$i = \frac{1\,345}{(t + 9)^{0,791}}$$

$$i = \frac{1\,345}{(12,64 + 9)^{0,791}}$$

$$i = 118,18 \frac{mm}{hr}$$

Para calcular el caudal de diseño se utilizará la ecuación del método racional.

$$Q = \frac{CiA}{360}$$

El coeficiente de escorrentía es C=0,54

$$Q = \frac{(0,54)(118,18)(0,1996)}{360}$$

$$Q = 0,0258 \frac{m^3}{s} = 25,80 \frac{L}{s}$$

La pendiente con la cual se empezará el diseño hidráulico será la misma pendiente del terreno, equivalente a 1,58 %.

Luego se procede a escoger un diámetro en pulgadas, se selecciona una rugosidad, la cual depende del diámetro de la tubería. Se procede a calcular la velocidad y el caudal a sección llena.

- Velocidad a sección llena

$$V = \frac{0,03429}{0,015} * (12")^{\frac{2}{3}} * (1,58\%)^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1,51 \frac{m}{s}$$

- Caudal a sección llena

$$Q = V * A$$

$$Q = \left(1,51 \frac{m}{s}\right) * \left[\frac{\pi}{4} (12" * 0,0254 m/plg)^2\right]$$

$$Q = 110,20 \frac{L}{s}$$

Teniendo el caudal de diseño y el caudal a sección llena, se verifican las relaciones hidráulicas por medio de tablas o bien por medio de la curva de relaciones hidráulicas para secciones circulares. Primero se calcula el valor de q/Q y luego se obtienen la relación del tirante d/D , así como la relación de velocidad v/V . Aquí se despeja v para obtener la velocidad a sección parcial.

- Relaciones hidráulicas

$$\frac{q}{Q} = 0,2341$$

$$\frac{v}{V} = 0,8159$$

$$\frac{d}{D} = 0,329$$

$$v = 0,8159 * \left(1,51 \frac{m}{s}\right) = 1,23 \frac{m}{s}$$

- Chequeos

Caudal

$$q_{diseño} < Q_{sec.llena}$$

$$25,80 \frac{L}{s} < 110,20 \frac{L}{s}$$

Velocidad

$$0,6 \frac{m}{s} < v_{sec.parcial} \leq 3 \frac{m}{s}$$

$$0,6 \frac{m}{s} < 1,23 \frac{m}{s} \leq 3 \frac{m}{s}$$

Tirante

$$\frac{d}{D} \leq 0,90$$

$$0,33 \leq 0,90$$

Como se puede observar, las tres condiciones verifican por lo que se puede utilizar la pendiente y el diámetro propuesto.

- Diseño de tragante: seleccionar el tipo de tragante que se va a utilizar es de gran importancia, ya que de esto depende cuánto va a captar, así como su eficiencia hidráulica.

- Ejemplo de diseño hidráulico

- Tramo PV 1 a PV 2

Caudal= 0,0036 m³/s

Bombeo=0,02

S=3,36%

Coefficiente de rugosidad n=0,0017

Depresión de=0,002

- Tirante de inundación

$$Q = 0,375 * \frac{z}{n} * Y^{\frac{8}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

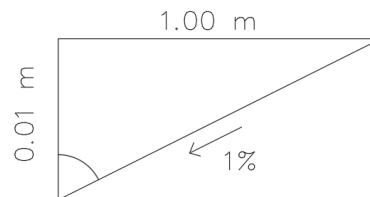
Z= inverso de la pendiente transversal expresado en 1/ (m/m)

$$0,0018 = 0,375 * \frac{\frac{1}{0,02}}{0,017} * Y^{\frac{8}{3}} * \left(\frac{3,36}{100}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$Y = 0,010 \text{ m}$$

- Ancho de inundación

Figura 10. **Esquema de canal abierto de sección triangular formado en cuneta**



Fuente: elaboración propia utilizando el programa AutoCAD Civil 3D.

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{1}{0,02}\right)$$

$$\theta = 88,85^\circ$$

- Ancho de inundación real

$$W = Y * \tan \theta$$

$$W = (0,010) * \tan(88,85^\circ)$$

$$W = 0,498 \text{ m} \cong 0,50 \text{ m}$$

- Longitud efectiva

$$\frac{Q}{L_v} = \frac{0,39}{Y} (Y + d_g)^{\frac{5}{2}} - d_g^{\frac{5}{2}}$$

$$\frac{0,0018}{L_v} = \frac{0,39}{0,010} (0,010 + 0,02)^{\frac{5}{2}} - (0,02)^{\frac{5}{2}}$$

$$L_v = 0,298 \text{ m} \cong 0,30 \text{ m}$$

El diseño final serán dos entradas de tipo ventana de 0,30 m con una eficiencia de 100 % para captar el caudal de 0,0036 m³/s, sin comprometer la seguridad y estética del parque ecológico.

2.1.3. Presupuesto

A continuación, se presenta la información del presupuesto.

Tabla X. Presupuesto parque ecológico Lomas de Pamplona

SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, PARQUE ECOLOGICO ZONA 13						
ALCANTARILLADO POR MEDIO DE CUNETAS						
No.	Descripción	Unidad	Cantidad		Precio Unitario	Sub-total
1	Sistema de Cunetas					
1,1	Limpieza y chapeo	m2	367,2	Q	47,83	Q 17 563,18
1,2	Trazo y marcado de zanja	MI	1231,95	Q	32,36	Q 39 865,90
1,3	Zanjeo					
	Cunetas	m3	128,89	Q	521,49	Q 67 214,85
	Desfogues	m3	385,72	Q	179,73	Q 69 325,46
1,4	Fundición					
	Cunetas	m3	70,56	Q	3 970,66	Q 280 169,77
	Desfogues	m3	37,05	Q	2 146,30	Q 79 520,42
					Q	553 659,56
ALCANTARILLADO POR MEDIO DE POZOS DE VISITA						
2	Sistema de alcantarillado					
2,1	Limpieza	m2	1996,48	Q	1,50	Q 2 994,72
2,2	Nivelación	m2	1996,48	Q	1,50	Q 2 994,72
2,3	Trazo y estaqueado	MI	267,66	Q	0,94	Q 251,60
2,4	Marcado de Zanjeado	MI	267,66	Q	3,30	Q 883,28
2,5	Excavación	m3	361,05	Q	109,30	Q 39 462,77
2,6	Relleno	m3	190,52	Q	93,12	Q 17 741,22
2,7	Tuberías					
	Tubería PVC 10"	ml	68,03	Q	389,34	Q 26 486,80
	Tubería PVC 12"	ml	190,21	Q	494,81	Q 94 117,81
2,8	Pozos de Visita de $\phi= 1,20m$ de 1,60m de altura	Unidad	2	Q	8 861,45	Q 17 722,90
2,9	Pozos de Visita de $\phi= 1,20m$ de 1,65m de altura	Unidad	2	Q	8 475,24	Q 16 950,48
2,10	Tragantes + $\phi=12"$	Unidad	8	Q	4 849,32	Q 38 794,56
2,11	Disipador (Concreto clase 28 y 650 PSI en emplantillado de e= 5,00 cm)	Unidad	1	Q	24 014,87	Q 24 014,87
					Q	282 415,73
TOTAL						Q 836 075 ,29

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

2.2. Diseño de sistema de agua potable para parque ecológico zona 5, Ciudad de Guatemala

A continuación, se describirá el objetivo del proyecto, las partes que conforman este proyecto y los criterios utilizados en el mismo.

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consistirá en el diseño de una línea de conducción que servirá para ampliar el parque ecológico. Tendrá una longitud de 1,7 km. La fuente será una llave existente y servirá a 250 personas, capacidad máxima de servicio que se prevé tendrá el parque. También se diseñará un sistema de riego para un área de 4 346 m² para reforestación del terreno, para asegurar el correcto funcionamiento del mismo se instalará un tanque de almacenamiento.

2.2.2. Parámetros para el diseño del sistema de agua potable

A continuación, se describirán los criterios utilizados para el diseño de la línea de conducción de agua potable.

2.2.2.1. Población actual

Para diseñar un sistema de agua potable hay que conocer la cantidad de personas a las cuales se les brindará el servicio, ya que al inicio de este ellos serán los beneficiarios. Además, sirve como un parámetro de diseño para establecer el periodo de diseño y que el sistema funcione sin presentar ningún problema con el mantenimiento adecuado. En este caso, la línea de conducción por diseñar es para prestar servicio en un parque ecológico, por lo cual la “población” que se tomará es de 250 personas. Actualmente, entre semana

llegan 50 personas de lunes a jueves; los viernes asisten 100 y los fines de semana, 200 personas en promedio, por lo que se tiene contemplado que el parque pueda dar servicio a 250 personas al expandir sus instalaciones.

2.2.2.1.1. Tasa de crecimiento poblacional

Para estimar la población de diseño hay varios factores que condicionan su crecimiento, como las condiciones sociales o antropológicas. Hay métodos que permiten calcular la población aproximada por servir durante el período de diseño. En este caso no se necesita conocer dicho factor, ya que el parque tiene contemplado un número máximo para atender a quienes asistan.

2.2.2.1.2. Tipo y número de conexiones

Las conexiones son aquellas con las que se pretende abastecer a uno o varios usuarios. Puede ser conexión predial simple para un usuario o una sola vivienda; una conexión predial múltiple para varias viviendas o usuarios. La conexión de agua potable es la que permite obtener el servicio de agua proveniente de la red de distribución. Para este proyecto se tiene contemplado una conexión simple.

2.2.2.1.3. Bases de diseño

A continuación, se presenta las bases de diseño:

- Levantamiento topográfico
 - Planimetría

- Líneas de conducción y distribución con poligonales abiertas.
- Radiaciones hacia los puntos hacia los puntos de interés.
- Redes de distribución, poligonales preferentemente cerradas.
- Durante el levantamiento topográfico se debe hacer un censo poblacional.
- Altimetría
 - En las líneas de conducción y distribución, para nivelación, tomar distancias menores a 250 metros.
 - En áreas como captación, cajas distribuidoras de caudal, tanques y otras estructuras relativamente grandes, sacas curvas de nivel.
- Replanteo topográfico
 - Se debe realizar al inicio de la obra.
 - Dejar bases de marca con estacas en los puntos de interés (CRP, cajas de válvulas, entre otros).
 - Anotar en la libreta topográfica cualquier variación del diseño original.

2.2.2.1.4. Período de diseño

Es el tiempo durante el cual el sistema brindará un servicio de forma satisfactoria (prever 2 a 3 años, el tiempo de diseño y trámites administrativos).

- Factores que influyen en el período de diseño
 - Vida útil de los materiales y equipo
 - Lo acertado del pronóstico de población futura

- Facilidades de ampliación del sistema
- Comportamiento de la obra en sus inicios
- Costos de conexión y su tarifa
- Operación y mantenimiento adecuados

2.2.2.1.5. Población de diseño

Existen diversos métodos para estimar la población futura. Estos pueden ser divididos en métodos analíticos y gráficos.

- Métodos analíticos
 - Geométrico
 - Aritmético
 - Parabólico
 - Logístico

- Métodos gráficos
 - Proyección a ojo
 - Proyección comparada

La información puede ser obtenida del Instituto Nacional de Estadística, municipalidades, COCODES, COMUDES, fichas municipales de USAID entre otros.

2.2.2.1.6. Dotación

Los caudales de diseño son los consumos considerados para el dimensionamiento de las tuberías y obras hidráulicas en cada componente de

un abastecimiento de agua. Se pueden obtener de aforos y estudios poblacionales.

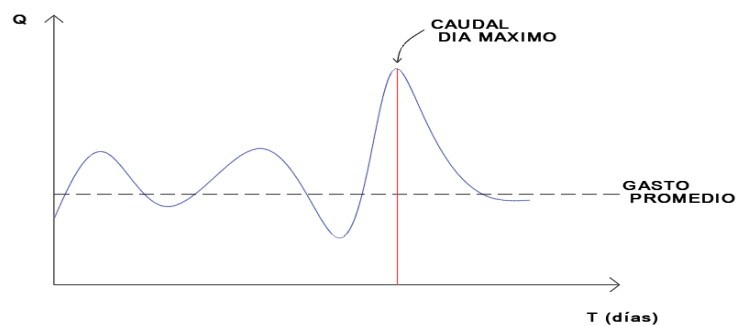
La dotación es la cantidad de agua asignada a un habitante, comercial, local, entre otros, para un día, en una población. Comúnmente se expresa como litros/habitante/día. Este depende de los siguientes factores:

- Clima
- Calidad de agua
- Presiones
- Nivel de vida
- Actividades productoras
- Facilidad de drenaje

2.2.2.1.7. Factor día máximo

Se utiliza para el cálculo de caudal de conducción, este varía entre 1 a 2.

Figura 11. Factor día máximo

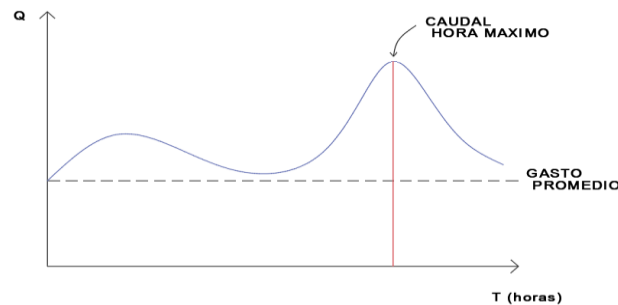


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D.

2.2.2.1.8. Factor hora máximo

Se utiliza para el cálculo del caudal de distribución, varía entre 2 a 3.

Figura 12. Factor hora máximo



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D.

2.2.2.1.9. Almacenamiento

Los tanques de almacenamiento tienen como fin primordial cubrir las variaciones de los horarios para el consumo. Su objetivo es almacenar agua durante las horas de bajo consumo y proporcionar los gastos requeridos a lo largo del día. También puede proporcionar agua durante algunas horas en caso de emergencia.

- Consideraciones generales
 - Ubicación cercana a las poblaciones a los que se requiere abastecer de agua potable.
 - Todos los tanques que se construyan con concreto o con mampostería deben llevar losas de concreto armado.

- La tubería de rebalse debe descargar libremente y su cota debe ser menor que la cota de la tubería de entrada.
- El tubo de desagüe debe contar con su correspondiente válvula de compuerta, que permita vaciar el tanque.
- Debe tener dispositivos de ventilación, instalado uno cada 30 metros cuadrados de superficie.

2.2.3. Diseño de la línea de conducción

Hay dos regímenes de conducción: libre y forzada. En este proyecto se diseñó mediante conducción forzada.

- Consideraciones para conducción forzada
 - Se recomienda diámetro mínimo de $\frac{3}{4}$ pulgadas.
 - Velocidad entre 0,6 a 3 m/s o 0,6 a 5 m/s para conducción sin sólidos.
 - Enterrarse a profundidad mínima de 0,80 metros y sin tráfico a 1,20 metros.
 - Instalar válvulas de aire en puntos altos.
 - Instalar válvulas de limpieza en puntos bajas.
 - Caja rompe presiones en los puntos donde la presión estática supere la presión de trabajo de la tubería.

- Presión estática: se produce cuando todo el líquido en la tubería y el recipiente que la alimenta está en reposo.

- Presión dinámica: se produce cuando hay flujo de agua. La presión estática modifica su valor y disminuye por la fricción de la tubería.

- Cota piezométrica: es la máxima presión dinámica en cualquier punto de una línea de conducción o distribución, que alcanzaría una columna de agua si en dicho punto se colocara un manómetro. Es equivalente a la cota de superficie de agua en el punto de salida, menos la pérdida de carga por fricción que ocurre en la distancia que los separa.

2.2.3.1. Caudal medio diario

$$Q_M = \frac{POB * DOT}{86\ 400} \left(\frac{L}{s} \right)$$

Se tomarán 200 personas para el diseño, que son actualmente el número máximo de personas que admite el parque. La dotación seleccionada es de 60 L/hab/d.

$$Q_M = \frac{250 * 60}{86\ 400} = 0,174 \frac{L}{s}$$

2.2.3.2. Caudal máximo diario

$$Q_{DM} = f_{dm} * Q_M$$

$$Q_{DM} = 1,5 * (0,174) = 0,26 \approx 0,30 \frac{L}{s}$$

2.2.3.3. Caudal máximo horario

$$Q_{HM} = f_{HM} * Q_M$$

$$Q_{HM} = 2,5 * 0,174 = 0,435 \approx 0,45 \frac{L}{s}$$

2.2.3.4. Diseño hidráulico

- Cálculo de diámetros

$$D = \left(\frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * Hf} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

$$D = \left(\frac{1\,743,811 * (1\,722,37 * 1,05)(0,3)^{1,85}}{(150)^{1,85} * 73,61} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

$$D = 0,85; \emptyset = 1/2 \text{ " y } \emptyset = 1 \text{ "}$$

- Calcular las pérdidas con los diámetros encontrados

$$Hf_1 = \frac{1\,743,811(1\,722,37 * 1,05)(0,3)^{1,85}}{(150)^{1,85} * (1)^{4,87}} = 32,04 \text{ m}$$

$$Hf_{\frac{1}{2}} = \frac{1\,743,811(1\,722,37 * 1,05)(0,3)^{1,85}}{(150)^{1,85} * \left(\frac{1}{2}\right)^{4,87}} = 936,99 \text{ m}$$

- Longitudes para diámetros encontrados

$$L_{\frac{1}{2}} = (1\,722,37 * 1,05) \left(\frac{74 - 32,04}{936,99 - 32,04} \right) = 83,85 \text{ m}$$

$$L_1 = (1\,722,37 * 1,05) - 83,85 = 1\,725,42 \text{ m}$$

- Pérdidas reales

$$Hf_1 = \frac{1\,743,811(1\,725,42)(0,3)^{1,85}}{(150)^{1,85}(1)^{4,87}} = 30,57 \text{ m}$$

$$Hf_{\frac{1}{2}} = \frac{1\,743,811(83,85)(0,3)^{1,85}}{(150)^{1,85}\left(\frac{1}{2}\right)^{4,87}} = 43,04 \text{ m}$$

$$H = \Sigma Hf = 30,57 + 43,03 = 73,61 \text{ m}$$

2.2.4. Diseño del sistema de riego

Empezaremos diseñando el sistema de riego que se utilizará para regar un área de 4 345 m². Un sistema de riego está constituido de manera simplificada por una línea de conducción del agua y una red de distribución. La línea de conducción es la que lleva el agua desde la fuente, pozo, o toma de río hasta el inicio de cada parcela. Las líneas de conducción pueden funcionar por bombeo o gravedad.

La red de distribución es la que se encarga de repartir el agua en las propias parcelas desde la toma de estas. Así, existen principalmente tres variantes que son el riego por superficie, el riego por aspersión y el riego localizado. En este proyecto se utilizará el riego por aspersión.

2.2.4.1. Diseño agronómico

Este se hace principalmente para conocer las necesidades netas de riego del cultivo o, en este caso, los árboles que se plantaron para reforestar el área.

Tabla XI. Datos para el cálculo de sistema de riego

Tipo de cultivo	Árboles de hormigo
Kc de Cultivo	1,0
Profundidad de raíces	1,2 a 3,0 m
Criterio de riego	0,60
Riego seleccionado	Aspersión
Eficiencia de riego	75 %
Evapotranspiración potencial real	4,58 mm/día
Densidad aparente de suelo	0,96 g/cm ³
Capacidad de campo	56,0 %
Punto de marchitez permanente	41,10 %

Fuente: elaboración propia.

- Fórmula de evapotranspiración
 - Evapotranspiración potencial

$$ETP = (8,10 + 0,46T) * Ps$$

Donde:

ETP= Evapotranspiración potencial (mm/mes)

T=Temperatura media mensual (grados centígrados)

Ps= Porcentaje de horas luz solar mensual, con respecto al año (%)

- Evapotranspiración potencial real

Si $\frac{C1+C2}{2} * ETP \leq HD$, entonces:

$$ETPR = \frac{C1 + C2}{2} * ETP$$

Si $\frac{C1+C2}{2} * ETP > HD$, entonces:

$$ETPR = HD$$

Donde:

C1= Coeficiente de humedad al final del mes, antes de que ocurra la evapotranspiración.

C2= Coeficiente de humedad al final del mes, después que ocurra la evapotranspiración.

HD= Humedad disponible (mm/mes)

- Uso de consumo:

$$UC = K_c * ETPR$$

Kc para cultivos arbóreos= 1,0

ETPR= 4,58 mm/d

$$UC = 1,0 * 4,50 \frac{mm}{d}$$

$$UC = 4,50 \frac{mm}{d}$$

- Lámina neta:

$$LN = \left(\frac{CC - PMP}{100} \right) * DA * CR * PR * 1\ 000 \text{ (mm)}$$

$$LN = \left(\frac{56 - 41,1}{100} \right) * 0,96 * 0,4 * 1,2 * 1\ 000$$

$$LN = 68,66 \text{ mm}$$

- Requerimiento bruto:

$$RB = \frac{UC}{\mu}$$

Donde:

μ = eficiencia del sistema de riego seleccionado

$$RB = \frac{4,50}{0,75} = 6,0 \frac{mm}{d}$$

- Frecuencia de riego:

$$FR = \frac{LN}{RB}$$

Para no provocar estrés hídrico la frecuencia recomendada no debe exceder los 7 días.

$$FR = \frac{68,66}{6,0} = 11,4 \approx 7 \text{ días}$$

- Selección del tipo de aspersor
Aspersor subarbóreo 5035-G-I con conexión hembra de 1".

Datos técnicos del aspersor:

- Q = 4,60 m³/h
- Diámetro mojado: 35 metros
- Distancia entre aspersores:

$$D_a = 0,6 * D_m = 0,6 * (35) = 21 \text{ m}$$

- Número de aspersores:

$$\#Asp = \frac{119,85 - \frac{35}{2}}{21} + 1 = 5,87 \approx 5 \text{ aspersores}$$

- Tasa de aplicación de agua de aspersores

$$TAAA = \frac{Q_a}{D_a * D_l}$$

Donde:

Da= Distancia entre aspersores operando por línea (m)

DI= Distancia entre líneas de aspersores operando (m)

$$T_{AAA} = \frac{4\,600 \frac{L}{h}}{21 * 21} = 10,43 \frac{mm}{día}$$

- Tiempo de aplicación de riego de aspersores

$$T_{ARA} = \frac{LN}{T_{AAA}}$$

$$T_{ARA} = \frac{68,61}{10,43} = 6,57 \cong 7 \text{ horas}$$

- Caudal total absorbido por los aspersores

$$Q_{TAA} = Q_a * NL * N_a$$

Donde:

Qa= Caudal de entrega del aspersor (l/h)

NL= Número de líneas de aspersores operando

Na= Número de aspersores operando por ramal

$$Q_{TAA} = 4\,600 * 1 * 5 = 23\,000 \frac{L}{h}$$

2.2.4.2. Diseño hidráulico

$$Hf = 1\,743,811 * \frac{L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}}$$

Donde:

Hf= Pérdida de carga (m)

L= Longitud de tubería (m)

Q= Caudal (L/s)

C= Constante del tipo de tubería; para tuberías de PVC=150

D= Diámetro de la tubería (pulg)

- Línea principal:

$$Q = No. Asp * Q_a = 5 * \frac{4\,600 \frac{l}{s}}{3\,600} = 6,39 \frac{L}{s}$$

Diámetro= 3"

$$v = \frac{0,00639}{\pi * \frac{(3 * 0,0254)^2}{4}} = 1,40 \frac{m}{s}$$

$$Hf = 1\,743,811 * \frac{133,94 * 6,39^{1,85}}{150^{1,85} * 3^{4,87}} = 3,23 m$$

- Líneas secundarias

$$Q = No. asp * Q_a = 1 * \frac{4\,600}{3\,600} = 1,28 \frac{L}{s}$$

$$Hf_1 = 1\,743,811 * \frac{14,89 * 1,28^{1,85}}{150^{1,85} * 1^{4,87}} = 3,86 \text{ m}$$

$$Hf_2 = 3,12 \text{ m}$$

$$Hf_3 = 3,31 \text{ m}$$

$$Hf_4 = 2,28 \text{ m}$$

$$Hf_5 = 1,90 \text{ m}$$

$$Hf_{tot} = 14,47 \text{ m}$$

- Línea de succión

Diámetro= 4"

L= 5 m

C= 140; tubería de neopreno de alta resistencia

$$Hf = 1\,743,811 * \frac{5 * 6,39^{1,85}}{140^{1,85} * 4^{4,87}} = 0,034$$

- Accesorios

Tabla XII. **Valores de pérdidas por accesorios**

Accesorio	K	Cant.
T de bifurcación	1,80	3
Válvula de ret.	2,00	1
Codo 90°	0,75	1

Continuación tabla XII.

Contracción	0,42	5
Codo 45°	0,45	1

Fuente: elaboración propia

$$Hf_{acc} = \frac{8 * 0,00639^2}{9,81 * \pi^2} * \frac{3 * 1,80 + 0,75 + 0,45}{0,0762^4} = 4,38 \text{ m}$$

$$Hf_{acc} = \frac{8 * 0,00639^2}{9,81 * \pi^2} * \frac{2,0}{0,1016^4} = 0,000675 \text{ m}$$

$$Hf_{acc} = \frac{8 * 0,00128^2}{9,81 * \pi^2} * \frac{2,0}{0,0254^4} = 0,0000277 \text{ m}$$

$$Hf_{acc_{tot}} = 4,38 \text{ m}$$

- Presión total

$$Hf_{Total} = Hf_{Lprin} + Hf_{Lsec} + Hf_{Lsuc} + Hf_{acc} + H$$

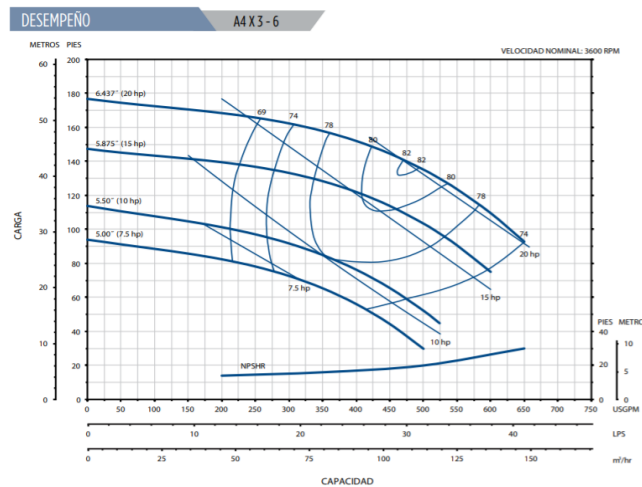
$$Hf_{Total} = 3,23 + 14,47 + 0,034 + 4,38 + 16$$

$$Hf_{Total} = 38,11 \approx 39 \text{ mca}$$

- Elección de equipo de bombeo: un equipo que entregue una presión mayor a 39 mca y un caudal de 0,0639 m³/s o 23 m³/h o 383,4 L/min.

- Bomba seleccionada
 - Franklin Electric, Serie AG 4X3-6
 - Diámetro de entrada: 3"
 - Diámetro de salida: 4"
 - Velocidad: 3 600 RPM
 - Succión: 4"
 - Descarga: 3"
 - Flujo: 474 LPM, mayor a los 383,4 LPM que se necesitan
 - Carga en metros: 42 mca, mayor a los 39 mca necesarios
 - Potencia: 15 HP

Figura 13. **Gráfica de desempeño modelo AG 4X3-6**



Fuente: Franklin Electric. *Bombas centrífugas*. <https://franklinagua.com/productos/ii-superficie/bombas-centr%C3%ADfugas/serie-ag.aspx#Downloadstab4>. Consulta: 10 de junio de 2019.

2.2.4.2.1. Cálculo de diámetros

Los diámetros a utilizar para la línea de conducción son de 3 pulgadas. Para la línea de succión será de 4 pulgadas y para las conexiones con los aspersores serán de 1", por lo que también se utilizará reducidos para lograr las conexiones. Estos diámetros fueron escogidos específicamente por el equipo a utilizar, pero también se puede utilizar la fórmula de pérdidas para encontrar diámetros que puedan ser más económicos si fuera necesario.

2.2.5. Obras hidráulicas o de arte

Son estructuras construidas con el objetivo de controlar el agua, con fines de aprovechamiento.

- Diseño de tanque de almacenamiento: para diseñar el tanque de almacenamiento se tomó en cuenta las normas de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR), donde el volumen de diseño en sistemas de gravedad estará entre el 25 % y 40 % del caudal medio y en sistemas de bombeo, del 40 % al 60 %.
 - Volumen del tanque

El sistema de riego debe funcionar por 7 horas en horarios que establecerá la unidad de medio ambiente.

$$Q_m = 6.39 \frac{l}{s}$$

$$V_{Tan} = 50\% * 6.39 \frac{l}{s} * \frac{1m^3}{1000l} * 25200 s$$

$$V_{Tan} = 80.51 m^3$$

- Dimensiones del tanque

$$B = 2H$$

$$A = B$$

$$V = B * A * H$$

$$V = \frac{B^3}{2}$$

$$\sqrt[3]{2 * 80,51} = B$$

$$B = 5,44 m$$

$$H = 2,72 m$$

$$A = 5,44 m$$

Debido a que se dispone de un área mayor se opta por las siguientes medidas, teniendo un volumen total de 115,84 m³.

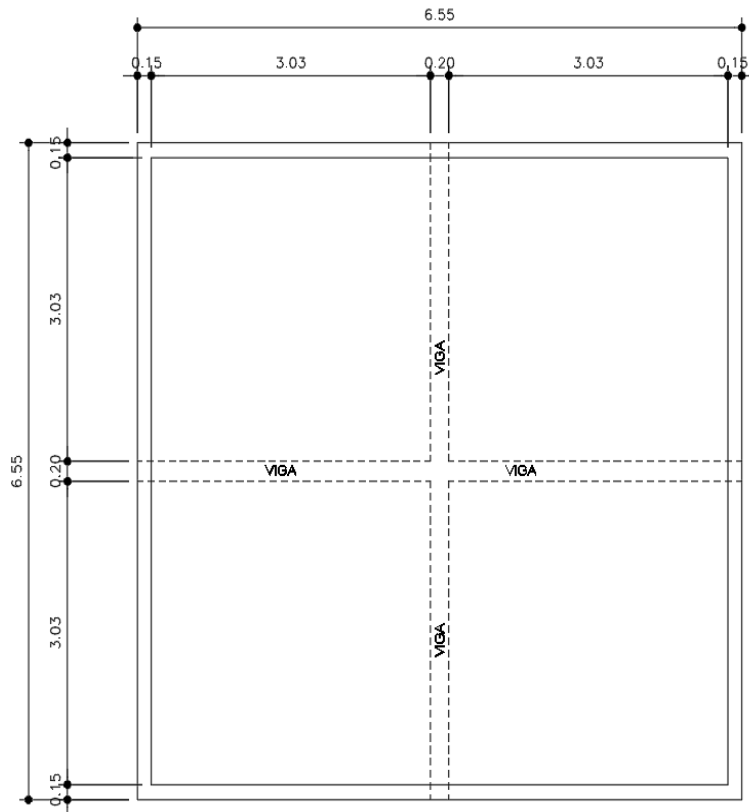
$$L = 6,55 mts$$

$A = 6,55 \text{ mts}$

$H = 2,70 \text{ mts}$

- Diseño de losa

Figura 14. **Planta tanque de almacenamiento**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2018.

- ✓ Coeficiente de Momentos

$$m = \frac{a}{b}$$

$$m = \frac{6,55}{6,55} = 1$$

$$1 > 0,5$$

Ya que el factor es mayor a 0,5 el diseño de losa será en dos sentidos.

- ✓ Espesor

$$t = \frac{P}{180} = \frac{3,03 * 3,03 * 3,03 * 3,03}{180} = 0,067 \approx 0,07 \text{ m} \approx 7 \text{ cm}$$

- ✓ Integraciones de carga

Peso propio

$$Pp = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,07 * 1,0\text{m} = 168 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Sobrecarga

$$SC = 60 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$CM = 168 + 60 = 228 \frac{kg}{m}$$

✓ Carga viva

Se ha seleccionado una carga viva de 100 kg/m

✓ Carga última

$$CMU = 1,4 * 228 = 319,20 \frac{kg}{m}$$

$$CVU = 1,7 * 100 = 170 \frac{kg}{m}$$

$$CU = CMU + CVU = 489,20 \frac{kg}{m}$$

✓ Momentos

Se calculará como una losa simplemente apoyada en los bordes.

❖ Momentos positivos

Coficiente lado corto

$$Ca_{ll} = 0,032$$

$$Ca_{dl} = 0,027$$

Coficiente lado largo

$$Cb_{ll} = 0,032$$

$$Cb_{dl} = 0,027$$

$$MA_{+} = MA(+)\text{CM} + MA(+)\text{CV}$$

$$MA_{+} = (0,027 * 319,20 * 3,03^2) + (0,032 * 170 * 3,03^2) = 129,0 \text{ kg} - \text{m}$$

$$MB_+ = (0,027 * 319,20 * 3,03^2) + (0,032 * 170 * 3,03^2) = 129,06 \text{ kg} - m$$

❖ Momentos negativos

$$Ca = 0,050 \quad Cb = 0,050$$

$$MA_- = 0,050 * 489,2 * 30,03^2 = 224,56 \text{ kg} - m$$

$$MB_- = 0,050 * 489,2 * 3,03^2 = 224,56 \text{ kg} - m$$

Donde la losa esta simplemente apoyada, los momentos negativos son cero y se toma 1/3 del momento positivo tanto como para el lado corto como para el largo.

$$MA_- = \frac{1}{3} MA(+) = 43 \text{ kg} - m$$

$$MB_- = \frac{1}{3} MB(+) = 43 \text{ kg} - m$$

- Área de acero
- ✓ Análisis de flexión

$$Mu = 225 \text{ kg} - m \approx 22\,500 \text{ kg} - cm$$

$$f'c = 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$f_y = 2810 \frac{kg}{cm^2}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$\phi = 0,9, \text{ según ACI 318}$$

✓ Cálculo peralte (d):

$$d = t - r - \frac{\phi_{var}}{2}$$

$$d = 7 - 2,5 - \frac{0,95}{2} = 4,025 \text{ cm}$$

✓ Acero mínimo:

$$AS_{min} = 0,4 \left(\frac{14,1}{f_y} \right) * b * d$$

$$AS_{min} = 0,4 \left(\frac{14,1}{2810} \right) * 100 * 4,025 = 0,81 \text{ cm}^2$$

✓ Espaciamiento

$$0,81 \text{ cm}^2$$

$$100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2$$

$$x$$

$$S = 87,65 \text{ cm}; \quad S_{max} = 3t = 3(7) = 21 \text{ cm}$$

$$S < S_{max}; \text{ no cumple}$$

As	100 cm
$0,71 \text{ cm}^2$	21 cm

$$As = 3,38 \text{ cm}^2$$

- ✓ Momento último que resiste el área de acero

$$Mu = \phi \left[AS * fy \left(d - \frac{AS * fy}{1,7 * f'c * b} \right) \right]$$

$$Mu = 0,9 \left[3,38 * 2810 \left(4,025 - \frac{3,38 * 2810}{1,7 * 210 * 100} \right) \right] = 32131,62 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$Mu > Ma$$

- ✓ Acero por temperatura

$$AS = 0,002bt$$

$$AS = 0,002 * 100 * 7 = 1,4 \text{ cm}^2$$

$$S = 50,71, \text{ se tomara un espaciamento a cada } 21 \text{ cm}$$

Colocar varillas No. 3 a cada 21 cm en ambos sentidos.

2.2.5.1. Caja rompe presiones

Estas son empleadas para bajar la presión a la tubería en donde se tienen presiones y velocidades altas, las dimensiones de esta pueden variar según se requiera, no se emplearán en este caso porque no existen tramos largos de conducción y la tubería es capaz de soportar la presión necesaria.

2.2.5.2. Válvula de limpieza

Son colocadas en los puntos bajos de la línea para eliminar la acumulación de sedimentos, se colocarán en las Estaciones E-32, E-40, E-65.

2.2.5.3. Válvula de aire

Son colocadas en los puntos altos de la línea de conducción permitiendo eliminar el aire existente en tuberías. Se colocarán en las estaciones E-23, E-33, E-45, E-61.

Presupuesto

A continuación, se presenta la información del presupuesto.

Tabla XIII. **Presupuesto parque ecológico La Asunción**

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, PARQUE ECOLOGICO ZONA 5						
SISTEMA DE RIEGO						
No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario		Sub-total
1	Línea de Conducción					
1.1	Limpieza y Chapeo	m2	167,32	Q	47,83	Q 8 002,92
1.2	Trazo y marcado de zanja	ml	371,82	Q	32,36	Q 12 032,10

Continuación tabla XIII.

1.3	Excavación	m3	167,32	Q	57,00	Q	9 537,24	
1.4	Tuberías							
1.4.1	Tubería PVC 100 PSI 1 1/2"	ml	149,25	Q	25,17	Q	3 756,62	
1.4.2	Tubería PVC 160 PSI 1"	ml	39,28	Q	16,77	Q	658,73	
1.4.3	Accesorios	GL	1	Q	5 396,60	Q	5 396,60	
						Q	39 384,20	
2	Equipo de riego							
2.1	Línea de Riego							
2.1.1	Tubería PVC 125 PSI 3"	ml	133,94	Q	68,62	Q	9,190,96	
2.1.2	Tubería PVC 160 PSI 1"	ml	56,22	Q	11,65	Q	654,96	
2.1.3	Aspersores 503 G-1	Unidad	5	Q	77,14	Q	385,70	
2.2	Accesorios y valvulas	GL	1	Q	11 683,40	Q	11 683,40	
2.3	Equipo de Bombeo	GL	1	Q	16 997,14	Q	16 997,14	
						Q	39 492,87	
3	Tanque de almacenamiento							
3.1	Losa Superior	m2	42,90	Q	142,29	Q	6 104,24	
3.2	Losa de Piso	m2	42,90	Q	142,29	Q	6 104,24	
3.3	Vigas	ml	13,1	Q	128,49	Q	1 683,22	
3.4	Muros	m3	12,1	Q	2,095,52	Q	25 355,79	
3.5	Tapadera + accesorios	Gl	1	Q	1 245,51	Q	1 245,51	
						Q	40 493,00	
LÍNEA DE CONDUCCIÓN, AMPLIACIÓN DEL PARQUE								
4.1	Limpieza y Chapeo	m2	775,23	Q	47,83	Q	37 079,25	
4.2	Trazo y marcado de zanja	ml	1 722,74	Q	32,36	Q	55 747,87	
4.3	Zanjeo	m3	619,92	Q	432,17	Q	267, 910,83	
4.4	Tuberías							
	Tubería PVC 160 PSI 1"	ml	1 725,42	Q	11,64	Q	20 083,89	
	Tubería PVC 315 PSI 1/2"	ml	83,85	Q	7,42	Q	622,17	
4.5	Accesorios hidráulicos	GL	1	Q	1 617,69	Q	1 617,69	
4.6	Tanque de almacenamiento 10 000L	GL	1	Q	13 041,80	Q	13 041,80	
						Q	383 061,69	
TOTAL							Q	502 431,76

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

CONCLUSIONES

1. Con la implementación del sistema de alcantarillado pluvial se evitará el empozamiento de agua en el área que abarcará el parque, ya que actualmente en la zona no existe uno y empresas aledañas dirigen el agua hacia el barranco donde se va acumulando. Por esta causa se producen vectores transmisores de enfermedades como los zancudos y mosquitos.
2. En el plan de ordenamiento territorial, la municipalidad de Guatemala vela por el cuidado de áreas catalogadas como ecológicamente valiosas, como los barrancos. Con la implementación del sistema de riego se pretende ayudar en la reforestación del área y aumentar las áreas verdes en este sector.
3. El proyecto de la línea de conducción beneficiará a todo aquel que asista al parque y que el mismo preste un mejor servicio. Aquí se imparten actividades que incentivan al cuidado del medio ambiente, así como al reciclaje, lo que beneficia tanto a la comunidad en sus alrededores como a los habitantes de la ciudad en el manejo de desechos.
4. Los diseños de estos proyectos tienen un enfoque que pretende ayudar al cuidado del medio ambiente y también ayudar a mejorar la calidad de vida de los habitantes alrededor de los parques. Esto se hace con un enfoque de que la ingeniería civil tiene como objetivo aprovechar recursos naturales para lograr el bienestar de la humanidad, por lo cual también tiene la responsabilidad con el medio ambiente al prevenir,

minimizar y mitigar los impactos ambientales que se pueda producir con las obras que son construidas.

RECOMENDACIONES

1. Educar a los visitantes del parque ecológico de zona 13 para que no tiren basura en tragantes o cunetas y que esta no llegue a contaminar el río donde desfogará.
2. Tener un control del sistema de riego completo, tuberías, aspersores, el tanque de almacenamiento y la bomba junto con sus accesorios, para evitar el mal funcionamiento.
3. Concientizar a las personas sobre el manejo y uso correcto del agua
4. Revisar periódicamente el estado del tanque del almacenamiento y darle un mantenimiento adecuado para evitar problemas en el sistema de riego.
5. Brindar asesoría al personal de la municipalidad que se encarga de los cuidados de los parques para que proporcionen un mantenimiento adecuado a los proyectos y estos funcionen de manera óptima.

BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Nacional del Agua. *Manual de Criterios de diseño de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hidríco*. Perú. 2010. 356 p.
2. CÁRCAMO, Gustavo. *Guía para la participación del ingeniero civil en proyectos de riego en la republica de Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 2010. 139 p.
3. CARRAZÓN, Julián. *Manual práctico para el diseño de sistemas de minirriego*. Honduras. 2007. 218 p.
4. GONZÁLES, Carlos; CHANSON, Hubert. *Diseño de un vertecero escalonado. Diseño de vertederos escalonados con pendientes moderadas: metodología basada en un estudio experimental*. México. 2007. 16 p.
5. Instituto Nacional de Estadística de Guatemala. *República de Guatemala: Compendio Estadístico de Educación 2013*. Guatemala. 2015. 211 p.
6. HERRERA, Alfredo. *Procedimiento general de diseño hidráulico de tragantes para alcantarillado pluvial*. Universidad de San carlos de Guatemala. Guatemala. 2017. 155 p.

7. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente,. *Balance hidrológico de las subcuencas de la República de Guatemala. Bases fundamentales para la gestión del agua con visión a largo plazo*. Universidad Rafael Landívar. Guatemala. 2015. 81 p.
8. MORATAYA, Eddy. *Encuesta CIMES. Ciudades intermedias, urbanización y desarrollo*. Guatemala. 2011. 35 p.
9. POZUELOS , Roger. *Diseño de los sistemas de alcantarillado pluvial en la octava calle, zona 1 y boulevard Carmen Guillén, zona 4, Villa Nueva, Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 2018. 172 p.
10. Ministerio de Desarrollo Económico. *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS-2000. Sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y pluviales*. Colombia. 2000. 102.
11. VEN, Te Chow. *Hidráulica de canales abiertos*. McGraw-Hill. Colombia: Nomos S. A. 1994. 667 p.
12. VILLALBA, Sergio. *Estudio de intensidad de precipitación en las cuencas prioritarias del ICC. Estudio de intensidad de precipitación en las cuencas prioritarias del ICC*. Guatemala. 2012. 63 p.
13. VILLÓN, Máximo. *Diseño de estructuras hidráulicas*. Lima: Editorial Villón. 2003. 185 p.

APENDICES

Apéndice 1. Cronograma de ejecución parque ecológico Lomas de Pamplona

Fuente: elaboración propia.

**CRONOGRAMA DE EJECUCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL
 PARQUE ECOLOGICO "LOMAS DE PAMPLONA"**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	SEMANAS	MES																								
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1. SISTEMA DE CUENTAS																												
1.1	Limpieza y chapeo	m2	367.2	4.00	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
1.2	Trazo y marcado de zanja	ml	1231.95	4.00	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
1.3 Zanjeo																												
1.3.1	Cunetas	m3	128.89	6.00	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
1.3.2	Desfogues	m3	385.72	6.00	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
1.4 Fundición																												
1.4.1	Cunetas	m3	70.56	5.00	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
1.4.2	Desfogues	m3	37.05	5.00	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
2. POZOS DE VISITA																												
2.1	Limpieza	m2	1996.48	4.00	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
2.2	Nivelación	m2	1996.48	3.00	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
2.3	Trazo y estaqueado	ml	267.66	4.00	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
2.4	Marcado de Zanjeado	ml	267.66	3.00	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
2.5	Excavación	m3	361.05	8.00	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
2.6 Tuberías																												
2.6.1	Tubería PVC 10"	Unidad	12	5.00	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
2.6.2	Tubería PVC 12"	Unidad	36	4.00	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
2.7	Relleno	m3	190.52	4.00	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
2.8	Pozos de Visita de φ= 1.20 mts, de 1.60 mts de altura	Unidad	2	4.00	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
2.9	Pozos de Visita de φ= 1.20 mts, de 1.65 mts de altura	Unidad	2	4.00	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
2.10	Tragantes	UNIDAD	8	4.00	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
2.11	Disipador (Concreto clase 28 y 650 PSI en emplantillado de e= 5.00 cm)	UNIDAD	1	8.00	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
TOTAL				85.00																								

Apéndice 2. **Cronograma de ejecución parque ecológico La
Asunción**

Fuente: elaboración propia.

CRONOGRAMA DE EJECUCION LINEA DE CONDUCCION Y SISTEMA DE RIEGO
 PARQUE ECOLOGICO "LA ASUNCION"

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	SEMANAS	MES																				
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1. LINEA DE CONDUCCION SISTEMA DE RIEGO																								
1.1	Limpieza y Chapeo	m2	167.32	2.00	■	■																		
1.2	Trazo y marcado de zanja	ml	371.82	2.00	■	■																		
1.3	Excavación	m3	167.32	4.00	■	■	■	■																
1.4 Tuberías																								
1.4.1	Tubería PVC 100 PSI 1 1/2"	Unidad	25	1.00				■																
1.4.2	Tubería PVC 160 PSI 1"	Unidad	6	1.00				■																
1.4.3	Accesorios	GL	1	1.00				■																
2. EQUIPO DE RIEGO																								
2.1 Línea de Riego																								
2.1.1	Tubería PVC 125 PSI 3"	ml	22	1.00				■																
2.1.2	Tubería PVC 160 PSI 1"	ml	10	1.00				■																
2.1.3	Aspersores 503 G-1	Unidad	5	1.00				■																
2.2	Accesorios y válvulas	GL	1	1.00				■																
2.3	Equipo de Bombeo	GL	1	1.00				■																
3. Tanque de almacenamiento																								
3.1	Losa Superior	m2	42.90	6.00																				
3.2	Losa de Piso	m2	42.90	2.00				■	■															
3.3	Vigas	ml	13.1	6.00																				
3.4	Muros	m3	12.1	3.00																				
3.5	Tapadera + accesorios	Gl	1	2.00																				
4. LINEA DE CONDUCCION, AMPLIACION DEL PARQUE ECOLOGICO																								
4.1	Limpieza y Chapeo	m2	775.23	4.00																				
4.2	Trazo y marcado de zanja	ml	1722.74	4.00																				
4.3	Zanjeo	m3	619.92	6.00																				
4.4 Tuberías																								
4.4.1	Tubería PVC 160 PSI 1"	ml	278	6.00																				
4.4.2	Tubería PVC 315 PSI 1/2"	ml	20	1.00																				
4.5	Accesorios hidráulicos	GL	1	1.00																				
4.6	Tanque de Almacenamiento 10 000L	GL	1	1.00																				
4.7	Cajas para válvulas	UNIDAD	7	1.00																				
TOTAL				59.00																				

Apéndice 3. **Cálculos sistema de alcantarillado pluvial, parque ecológico Lomas de Pamplona**

Fuente: elaboración propia.

SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, PARQUE ECOLOGICO "LOMAS DE PAMPLONA"
 CALCULO HIDRAULICO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

DE PV-DP	A PV-DP	COTA INICIAL	COTA FINAL	DH (M)	S (%)	ÁREA TRIBUTARIA (M2)		ÁREA TRIBUTARIA (Ha)		TIEMPO DE CONCENTRACION (MIN)	INTENSIDAD DE LLUVIA (MM/HR)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	CAUDAL DE DISEÑO		φ DIÁMETRO PROPUESTO (PULG)	VELOCIDAD A SECCIÓN LLENA (M/S)	CAPACIDAD A SECCIÓN LLENA (L/S)	RELACIONES HIDRAULICAS			CHEQUEOS			COTA INVERT		PROFUNDIDAD DE POZO			Zanja	
						ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA	ÁREA PARCIAL	ÁREA ACUMULADA				q/Q	v/V				d/D	CAUDAL	VELOCIDAD	TIRANTE	ENTRADA	SALIDA	INICIO	FINAL	H	Ancho	Ancho		
1	2	1511.5	1509.92	47.07	3.36%	199.27	199.27	0.02	0.02	12	121.02	0.54	3.6	0.0036	10	2.92	148	0.0243	0.5018	0.143	3.6	1.47	0.143	1510.05	1510.03	1511.65	1510.01	1.60	1.5	0.7
2	3	1509.92	1508.85	20.96	5.10%	482.25	681.52	0.05	0.0682	12.27	119.8	0.54	12.3	0.0123	10	3.59	181.9	0.0676	0.6402	0.214	12.3	2.3	0.214	1508.47	1508.46	1510.07	1508.31	1.60	1.5	0.7
3	4	1508.85	1508.33	32.81	1.58%	773.24	1454.76	0.08	0.1455	12.37	119.36	0.54	26.1	0.0261	12	2.26	164.9	0.1583	0.8159	0.329	26.1	1.84	0.329	1507.35	1507.34	1509.00	1507.19	1.65	1.5	0.75
4	desfogue	1508.33	1507	157.4	0.84%	541.72	1996.48	0.05	0.1996	12.61	118.31	0.54	35.4	0.0354	12	1.65	120.4	0.294	0.9816	0.479	35.4	1.62	0.479	1506.83	1506.81	1508.48	1506.66	1.65	1.5	0.75

CALCULO HIDRAULICO TRAGANTES

De PV-DP	A PV-DP	S (%)	B (%)	n	Caudal		División de escorrentía	Caudal (m3/s)	Tirante de inundación Y (m)	Angulo para ancho de inundación (°)	Ancho de Inundación real W (m)	Longitud de boca de tormenta (m)	Nueva área de influencia (m)	Eficiencia de entrada (%)	Caudal captado por la entrada Qi	Flujo de arrastre Qa	Diámetro de tubería (pulg)	S(%)	Velocidad sección llena (m/s)	Capacidad a sección llena (L/s)	v (m/s)	Relaciones Hidraulicas		
					Q (L/s)	Q (m3/s)																q/Q	v/V	d/D
-	1	3.36%	2.00	0.01	3.6	0.0036	2.00	0.0018	0.010	88.85	0.50	0.30	0.30	100.00	0.0018	0.0000	12	2.00%	2.54	185.3	0.81	0.0097	0.3194	0.0700
1	2	5.10%	2.00	0.01	12.3	0.0123	2.00	0.0062	0.015	88.85	0.75	1.04	1.05	100.00	0.0062	0.0000	12	2.00%	2.54	185.3	1.17	0.0332	0.4616	0.1250
2	3	1.58%	2.00	0.01	26.1	0.0261	2.00	0.0131	0.025	88.85	1.25	1.96	1.95	99.49	0.0130	0.0001	12	2.00%	2.54	185.3	1.47	0.0700	0.5775	0.1800
4	Desfogue	0.84%	2.00	0.01	35.4	0.0354	2.00	0.0177	0.032	88.85	1.59	2.37	2.00	84.39	0.0149	0.0028	12	2.00%	2.54	185.3	1.52	0.0806	0.6003	0.1920

CALCULO HIDRAULICO CUNETAS

Tramo	S (%)	ÁREA A DRENAR (Ha)		Tiempo de concretación (min)	Intensidad de lluvia (mm/hr)	Coeficiente de escorrentía	Caudal de Diseño		Dimensiones propuestas para cuneta				Área hidráulica (m2)	Perímetro mojado (m)	Radio Hidráulico (m)	Velocidad de Manning (m/s)	Caudal de cuneta (m3/s)	Chequeos	
		AREA PARCIAL	AREA ACUMULADA				Q (m3/s)	Q (L/s)	Base (m)	Tirante (m)	Pendiente Lateral	Espejo de agua (m)						Q (L/s)	V (m/s)
1	2.00%	0.32	0.32	12	121.02	0.54	0.58	58.36	0.15	0.15	1	0.45	0.045	0.57	0.08	1.6	0.07	72	1.6
2	0.70%	0.22	0.22	12	121.02	0.54	0.039	39.19	0.15	0.15	1	0.45	0.045	0.57	0.08	0.9	0.041	41	0.9
3a	2.00%	0.14	0.14	12	121.02	0.54	0.03	26.01	0.15	0.15	1	0.45	0.045	0.57	0.08	1.69	0.076	76	1.69
3b	3.00%	0.19	0.33	14.36	111.24	0.54	0.056	55.6	0.15	0.15	1	0.45	0.045	0.57	0.08	2.54	0.11	114	2.54
3c	0.20%	0.05	0.38	17.42	100.92	0.54	0.058	57.89	0.25	0.25	1	0.75	0.125	0.96	0.13	0.73	0.09	91	0.73
4a	0.20%	0.31	0.31	12	121.02	0.54	0.056	56.15	0.15	0.15	1	0.45	0.045	0.57	0.08	1.52	0.069	69	1.52
4b	4.00%	0.09	0.4	14.41	111.01	0.54	0.067	66.69	0.15	0.15	1	0.45	0.045	0.57	0.08	2.03	0.09	91	2.03
5	5%	0.29	0.29	12	121.02	0.54	0.05	51.99	0.15	0.15	1	0.45	0.045	0.57	0.08	1.405	0.06	63	1.4
6	5%	0.45	0.45	12	121.02	0.54	0.08	81.42	0.15	0.15	1	0.45	0.045	0.57	0.08	2.29	0.1	103	2.29
Conexión 1	5%	-	-	-	-	-	0.06	58.36	0.15	0.15	1	0.45	0.045	0.57	0.08	2.41	0.11	108	2.41
Conexión 2	0.30%	-	-	-	-	-	0.04	39.19	0.2	0.2	1	0.6	0.08	0.76	0.1	0.65	0.05	52	0.65
Conexión 3-4	7.00%	-	-	-	-	-	0.12	124.58	0.4	0.15	1	0.7	0.08	0.82	0.1	3.25	0.26	269	3.25
Conexión 5-6	7.00%	-	-	-	-	-	0.13	133.41	0.15	0.2	1	0.55	0.07	0.72	0.1	3.21	0.22	225	3.2

*Capacidad de cuneta > Caudal de diseño/velocidad de Manning

Apéndice 4. **Cálculo de caídas escalonadas, parque ecológico
Lomas de Pamplona**

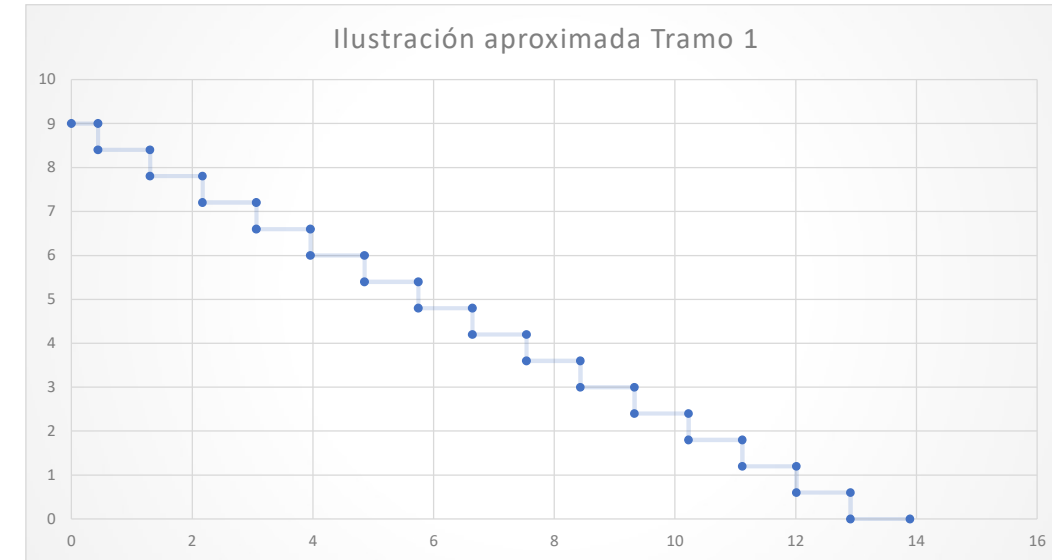
Fuente: elaboración propia.

DESFOGUE TRAMO 1

DATOS		
Q	0.05836	m ³ /s
b	0.8	m
Yc	0.0852	m

A	0.02096	m ²
V	2.78	m/s
Y1	0.0262	m
Y2	0.19	m
Lr	0.99	m

CALCULO DE CAÍDA ESCALONADA VERTICAL								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
No. Grada	a (m)	k	Yo (m)	Xo	Y1/Yo	Y1 (m)	d/Yc	d (m)
1	0.6	7.04	0.0852	1	0.4	0.0341	5.2	0.443
2	0.6	7.04	0.0341	0.4002	0.8	0.0273	10.1	0.8605
3	0.6	7.04	0.0273	0.3204	0.96	0.0262	10.2	0.869
4	0.6	7.04	0.0262	0.3075	1	0.0262	10.5	0.8946
5	0.6	7.04	0.0262	0.3075	1	0.0262	10.5	0.8946
6	0.6	7.04	0.0262	0.3075	1	0.0262	10.5	0.8946
7	0.6	7.04	0.0262	0.3075	1	0.0262	10.5	0.8946
8	0.6	7.04	0.0262	0.3075	1	0.0262	10.5	0.8946
9	0.6	7.04	0.0262	0.3075	1	0.0262	10.5	0.8946
10	0.6	7.04	0.0262	0.3075	1	0.0262	10.5	0.8946
11	0.6	7.04	0.0262	0.3075	1	0.0262	10.5	0.8946
12	0.6	7.04	0.0262	0.3075	1	0.0262	10.5	0.8946
13	0.6	7.04	0.0262	0.3075	1	0.0262	10.5	0.8946
14	0.6	7.04	0.0262	0.3075	1	0.0262	10.5	0.8946
15	0.6	7.04	0.0262	0.3075	1	0.0262	10.5	0.8946

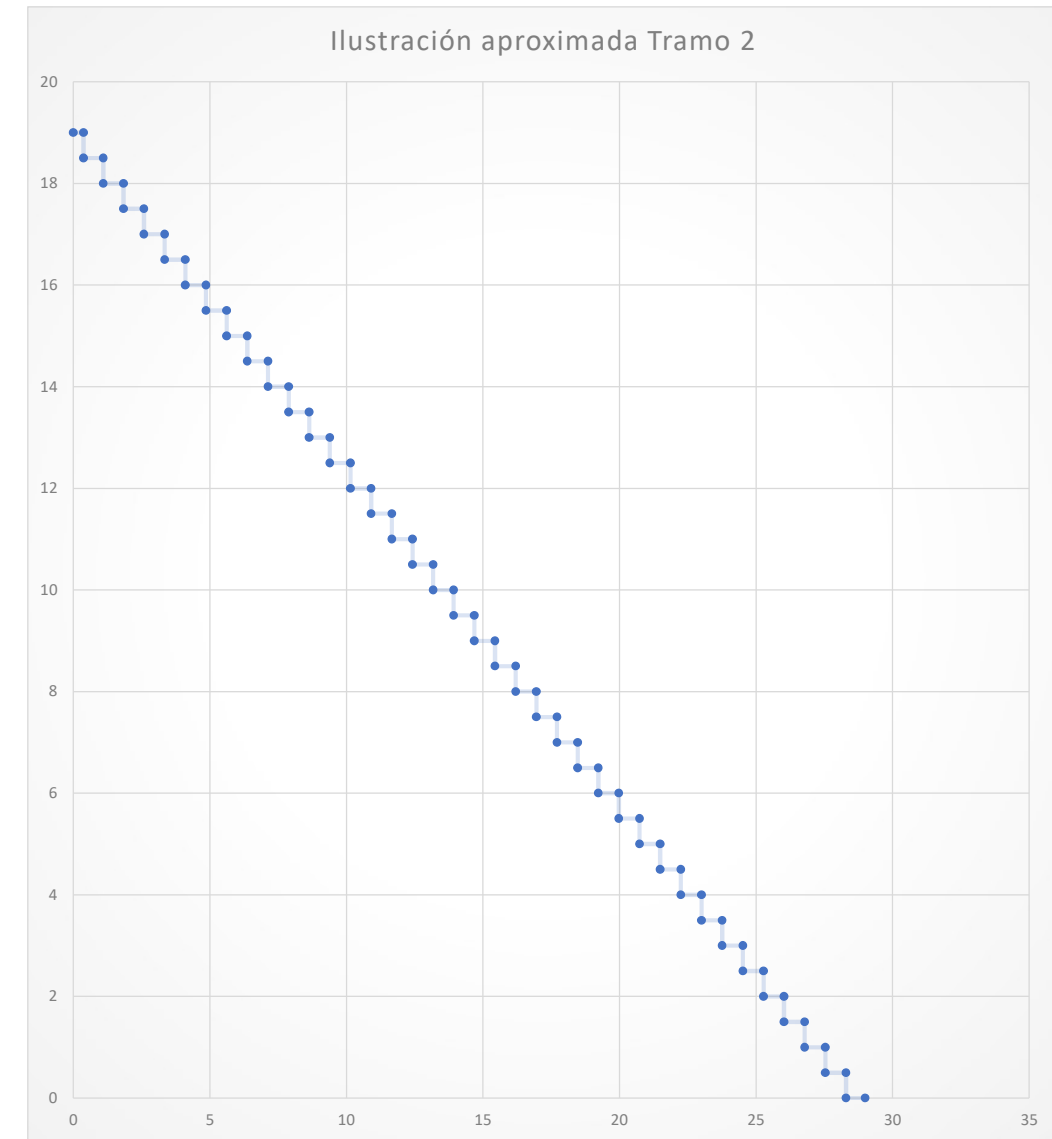


DESFOGUE TRAMO 2

DATOS		
Q	0.03919	m ³ /s
b	0.8	m
Yc	0.072	m

A	0.01768	m ²
V	2.22	m/s
Y1	0.0221	m
Y2	0.14	m
Lr	0.70	m

CALCULO DE CAÍDA ESCALONADA VERTICAL								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
No. Grada	a (m)	k	Yo (m)	Xo	Y1/Yo	Y1 (m)	d/Yc	d (m)
1	0.5	6.94	0.072	1	0.4	0.0288	5.2	0.3744
2	0.5	6.94	0.0288	0.4	0.8	0.023	10.1	0.7272
3	0.5	6.94	0.023	0.3194	0.96	0.0221	10.2	0.7344
4	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
5	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
6	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
7	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
8	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
9	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
10	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
11	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
12	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
13	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
14	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
15	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
16	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
17	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
18	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
19	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
20	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
21	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
22	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
23	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
24	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
25	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
26	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
27	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
28	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
29	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
30	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
31	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
32	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
33	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
34	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
35	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
36	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
37	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756
38	0.5	6.94	0.0221	0.3069	1	0.0221	10.5	0.756



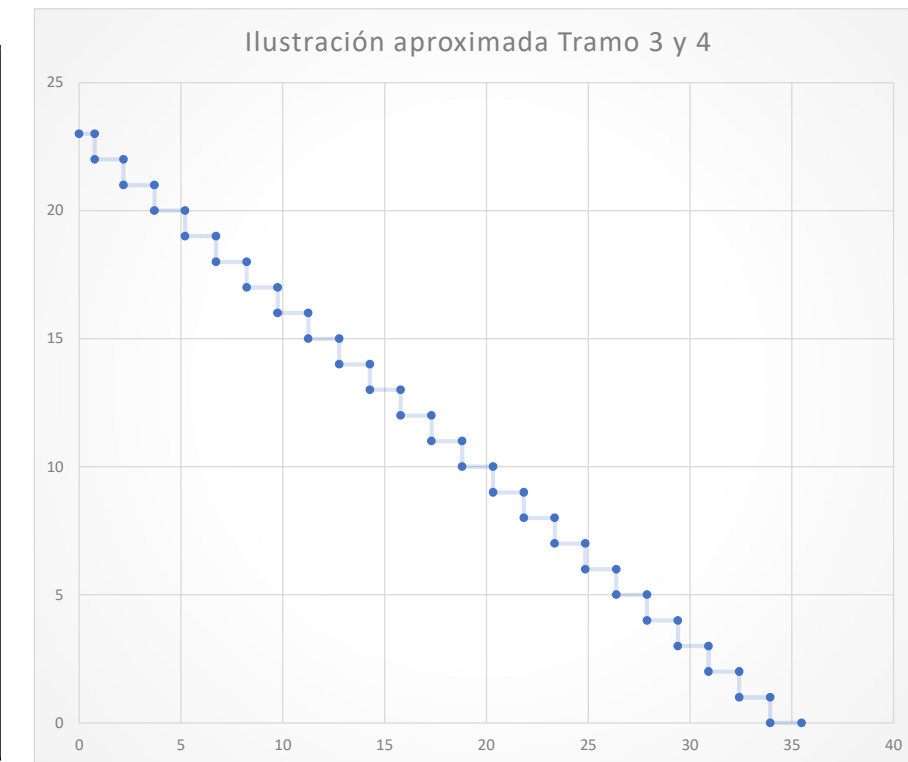
Descripción	
Columna	Descripción
1	Número de grada
2	Altura de grada
3	k= a/Yc
4	En la primera grada es el valor Yc, en las siguientes gradas es el valor Y1
5	Yo/Yc
6	Gráfica No. 1
7	valor obtenido por Yo
8	Gráfica No. 2
9	Valor obtenido por Yc
Datos que tienen que ser agregados	

DESFOGUE TRAMO 3 y 4

DATOS	
Q	0.1246 m ³ /s
b	0.8 m
Yc	0.1454 m

A	0.03728 m ²
V	3.34 m/s
Y1	0.0466 m
Y2	0.30 m
Lr	1.54 m

CALCULO DE CAÍDA ESCALONADA VERTICAL								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
No. Grada	a (m)	k	Yo (m)	Xo	Y1/Yo	Y1 (m)	d/Yc	d (m)
1	1	6.88	0.1454	1	0.4	0.0582	5.2	0.7561
2	1	6.88	0.0582	0.4003	0.8	0.0466	9.8	1.4249
3	1	6.88	0.0466	0.3205	1	0.0466	10.4	1.5122
4	1	6.88	0.0466	0.3205	1	0.0466	10.4	1.5122
5	1	6.88	0.0466	0.3205	1	0.0466	10.4	1.5122
6	1	6.88	0.0466	0.3205	1	0.0466	10.4	1.5122
7	1	6.88	0.0466	0.3205	1	0.0466	10.4	1.5122
8	1	6.88	0.0466	0.3205	1	0.0466	10.4	1.5122
9	1	6.88	0.0466	0.3205	1	0.0466	10.4	1.5122
10	1	6.88	0.0466	0.3205	1	0.0466	10.4	1.5122
11	1	6.88	0.0466	0.3205	1	0.0466	10.4	1.5122
12	1	6.88	0.0466	0.3205	1	0.0466	10.4	1.5122
13	1	6.88	0.0466	0.3205	1	0.0466	10.4	1.5122
14	1	6.88	0.0466	0.3205	1	0.0466	10.4	1.5122
15	1	6.88	0.0466	0.3205	1	0.0466	10.4	1.5122
16	1	6.88	0.0466	0.3205	1	0.0466	10.4	1.5122
17	1	6.88	0.0466	0.3205	1	0.0466	10.4	1.5122
18	1	6.88	0.0466	0.3205	1	0.0466	10.4	1.5122
19	1	6.88	0.0466	0.3205	1	0.0466	10.4	1.5122
20	1	6.88	0.0466	0.3205	1	0.0466	10.4	1.5122
21	1	6.88	0.0466	0.3205	1	0.0466	10.4	1.5122
22	1	6.88	0.0466	0.3205	1	0.0466	10.4	1.5122
23	1	6.88	0.0466	0.3205	1	0.0466	10.4	1.5122



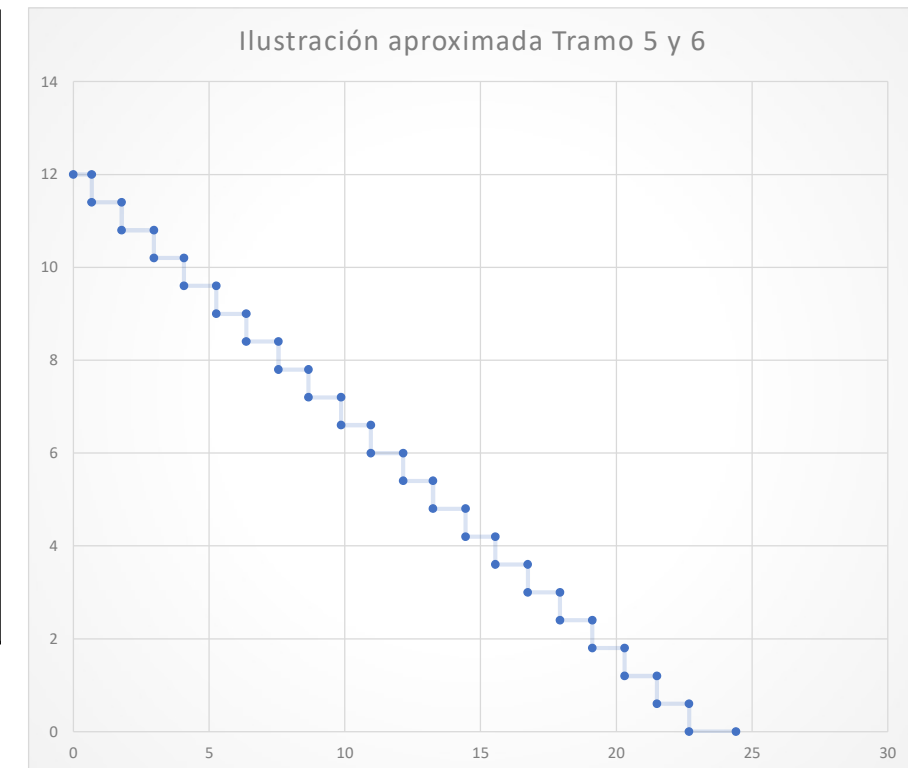
DESFOGUE TRAMO 5 Y 6

DATOS	
Q	0.1334 m ³ /s
b	0.8 m
Yc	0.1416 m

A	0.03872 m ²
V	3.45 m/s
Y1	0.0571 m
Y2	0.34 m
Lr	1.72 m

Descripción	
Columna	Descripción
1	Número de grada
2	Altura de grada
3	k= a/Yc
4	En la primera grada es el valor Yc, en las siguientes gradas es el valor Y1
5	Yo/Yc
6	Gráfica No. 1
7	valor obtenido por Yo
8	Gráfica No. 2
9	Valor obtenido por Yc
Datos que tienen que ser agregados	

CALCULO DE CAÍDA ESCALONADA VERTICAL								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
No. Grada	a (m)	k	Yo (m)	Xo	Y1/Yo	Y1 (m)	d/Yc	d (m)
1	0.6	4.24	0.1416	1	0.43	0.0609	4.8	0.6797
2	0.6	4.24	0.0609	0.4301	0.84	0.0512	7.8	1.1045
3	0.6	4.24	0.0512	0.3616	1.18	0.0604	8.4	1.1894
4	0.6	4.24	0.0604	0.4266	0.84	0.0507	7.8	1.1045
5	0.6	4.24	0.0507	0.3581	1.18	0.0598	8.4	1.1894
6	0.6	4.24	0.0598	0.4223	0.84	0.0502	7.8	1.1045
7	0.6	4.24	0.0502	0.3545	1.18	0.0592	8.4	1.1894
8	0.6	4.24	0.0592	0.4181	0.84	0.0497	7.8	1.1045
9	0.6	4.24	0.0497	0.351	1.18	0.0586	8.4	1.1894
10	0.6	4.24	0.0586	0.4138	0.84	0.0492	7.8	1.1045
11	0.6	4.24	0.0492	0.3475	1.18	0.0581	8.4	1.1894
12	0.6	4.24	0.0581	0.4103	0.84	0.0488	7.8	1.1045
13	0.6	4.24	0.0488	0.3446	1.18	0.0576	8.4	1.1894
14	0.6	4.24	0.0576	0.4068	0.84	0.0484	7.8	1.1045
15	0.6	4.24	0.0484	0.3418	1.18	0.0571	8.4	1.1894
16	0.6	4.24	0.0571	0.4032	1.18	0.0674	8.4	1.1894
17	0.6	4.24	0.0674	0.476	1.18	0.0795	8.4	1.1894
18	0.6	4.24	0.0795	0.5614	1.18	0.0938	8.4	1.1894
19	0.6	4.24	0.0938	0.6624	1.18	0.1107	8.4	1.1894
20	0.6	4.24	0.1107	0.7818	1.18	0.1306	8.4	1.1894



Apéndice 5. **Cálculo de línea de conducción, parque ecológico La Asunción**

Fuente: elaboración propia.

LINEA DE CONDUCCIÓN PARA AMPLICACIÓN DEL PARQUE ECOLOGICO "LA ASUNCIÓN"

CALCULO HIDRAULICO LINEA DE CONDUCCION

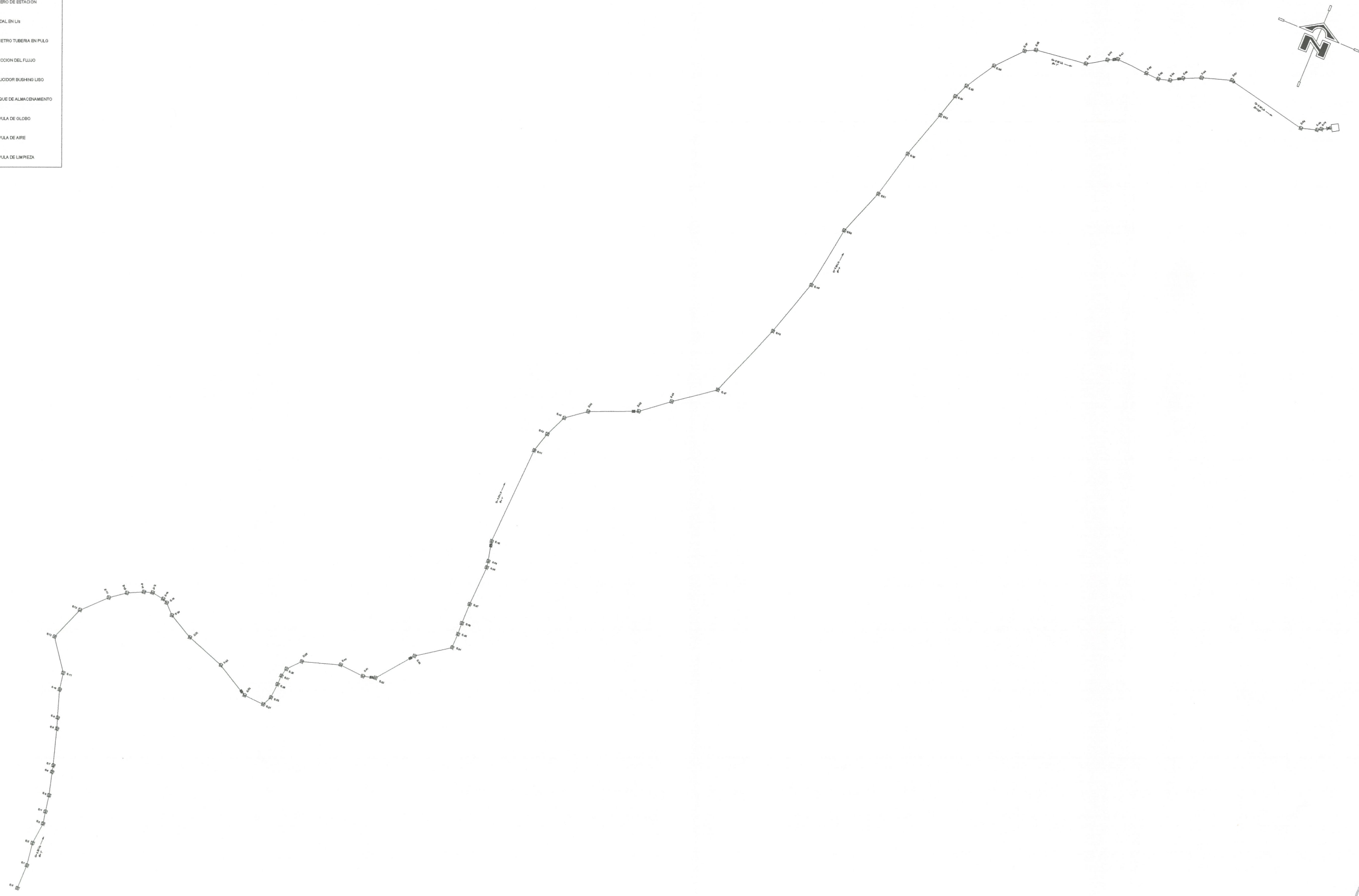
EST.	P.O.	DIST. MEDIDA (m)	DIST. ACUMU. (m)	COTA (m)	DIAMETRO NOMINAL (pulg)	DIAMTRO INTERNO (pulg)	CLASE DE TUBERIA	PRESIÓN DE TRABAJO (PSI)	C	Q(L/s)	V(m/s)	HF (m)	PIEZOMETRICA (m)	DINAMICA (m)	ESTATICA (m)	CANTIDAD DE TUBOS (Unidad)
	0	0.00	0.00	1467.52									1467.52			
0	1	21.81	21.81	1466.49	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	0.39	1467.13	0.64	1.03	4.00
1	2	20.24	42.05	1458.37	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	0.75	1466.77	8.40	9.15	3.00
2	3	19.47	61.52	1455.43	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	1.09	1466.43	11.00	12.09	3.00
3	4	10.73	72.25	1453.66	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	1.28	1466.24	12.58	13.86	2.00
4	5	14.80	87.05	1449.48	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	1.54	1465.98	16.50	18.04	2.00
5	6	20.84	107.89	1447.29	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	1.91	1465.61	18.32	20.23	3.00
6	7	5.70	113.59	1444.73	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	2.01	1465.51	20.78	22.79	1.00
7	8	32.59	146.18	1442.68	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	2.59	1464.93	22.25	24.84	5.00
8	9	9.73	155.91	1441.41	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	2.76	1464.76	23.35	26.11	2.00
9	10	24.83	180.74	1438.88	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	3.20	1464.32	25.44	28.64	4.00
10	11	15.48	196.22	1438.63	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	3.48	1464.04	25.41	28.89	3.00
11	12	31.48	227.70	1436.77	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	4.04	1463.48	26.71	30.75	5.00
12	13	32.62	260.32	1436.07	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	4.61	1462.91	26.84	31.45	5.00
13	14	27.31	287.63	1435.46	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	5.10	1462.42	26.96	32.06	4.00
14	15	16.55	304.18	1435.08	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	5.39	1462.13	27.05	32.44	3.00
15	16	14.98	319.16	1434.88	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	5.66	1461.86	26.98	32.64	2.00
16	17	7.57	326.73	1434.51	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	5.79	1461.73	27.22	33.01	1.00
17	18	10.96	337.69	1433.89	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	5.98	1461.54	27.65	33.63	2.00
18	19	4.57	342.26	1433.53	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	6.07	1461.45	27.92	33.99	1.00
19	20	11.91	354.17	1433.06	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	6.28	1461.24	28.18	34.46	2.00
20	21	25.21	379.38	1429.92	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	6.72	1460.80	30.88	37.60	4.00
21	22	36.77	416.15	1429.64	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	7.38	1460.14	30.50	37.88	6.00
22	23	33.81	449.96	1427.44	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	7.97	1459.55	32.11	40.08	6.00
23	24	18.42	468.38	1417.79	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	8.30	1459.22	41.43	49.73	3.00
24	25	9.12	477.50	1417.63	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	8.46	1459.06	41.43	49.89	1.00
25	26	12.90	490.40	1416.82	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	8.69	1458.83	42.01	50.70	2.00
26	27	8.31	498.71	1416.56	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	8.84	1458.68	42.12	50.96	1.00
27	28	7.56	506.27	1416.19	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	8.97	1458.55	42.36	51.33	1.00
28	29	14.89	521.16	1415.39	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	9.24	1458.28	42.89	52.13	2.00
29	30	34.56	555.72	1422.82	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	9.85	1457.67	34.85	44.70	6.00
30	31	22.02	577.74	1420.33	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	10.24	1457.28	36.95	47.19	4.00
31	32	11.96	589.70	1414.66	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	10.45	1457.07	42.41	52.86	2.00
32	33	39.49	629.19	1426.57	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	11.15	1456.37	29.80	40.95	6.00
33	34	34.25	663.44	1420.37	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	11.76	1455.76	35.39	47.15	6.00
34	35	12.81	676.25	1419.78	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	11.99	1455.53	35.75	47.74	2.00
35	36	10.12	686.37	1419.50	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	12.16	1455.36	35.86	48.02	2.00
36	37	18.07	704.44	1416.27	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	12.49	1455.03	38.76	51.25	3.00

37	38	35.94	740.38	1413.86	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	13.12	1454.40	40.54	53.66	6.00
38	39	5.67	746.05	1412.79	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	13.22	1454.30	41.51	54.73	1.00
39	40	17.77	763.82	1412.18	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	13.54	1453.98	41.80	55.34	3.00
40	41	88.61	852.43	1425.74	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	15.11	1452.41	26.67	41.78	15.00
41	42	18.55	870.98	1425.94	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	15.44	1452.08	26.14	41.58	3.00
42	43	20.66	891.64	1427.34	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	15.80	1451.72	24.38	40.18	3.00
43	44	21.97	913.61	1428.41	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	16.19	1451.33	22.92	39.11	4.00
44	45	44.52	958.13	1428.82	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	16.98	1450.54	21.72	38.70	7.00
45	46	30.32	988.45	1426.55	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	17.52	1450.00	23.45	40.97	5.00
46	47	42.46	1030.91	1426.70	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	18.27	1449.25	22.55	40.82	7.00
47	48	71.41	1102.32	1425.48	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	19.54	1447.98	22.50	42.04	12.00
48	49	53.21	1155.53	1423.37	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	20.48	1447.04	23.67	44.15	9.00
49	50	56.36	1211.89	1421.52	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	21.48	1446.04	24.52	46.00	9.00
50	51	44.16	1256.05	1419.23	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	22.26	1445.26	26.03	48.29	7.00
51	52	43.92	1299.97	1418.90	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	23.04	1444.48	25.58	48.62	7.00
52	53	45.02	1344.99	1418.18	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	23.84	1443.68	25.50	49.34	7.00
53	54	21.41	1366.40	1416.67	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	24.22	1443.30	26.63	50.85	4.00
54	55	13.31	1379.71	1415.25	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	24.45	1443.07	27.82	52.27	2.00
55	56	30.08	1409.79	1413.97	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	24.99	1442.53	28.56	53.55	5.00
56	57	29.76	1439.55	1413.76	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	25.51	1442.01	28.25	53.76	5.00
57	58	9.94	1449.49	1413.54	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	25.69	1441.83	28.29	53.98	2.00
58	59	46.11	1495.60	1412.28	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	26.51	1441.01	28.73	55.24	8.00
59	60	19.04	1514.64	1411.84	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	26.84	1440.68	28.84	55.68	3.00
60	61	9.40	1524.04	1411.12	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	27.01	1440.51	29.39	56.40	2.00
61	62	28.50	1552.54	1404.24	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	27.52	1440.00	35.76	63.28	5.00
62	63	11.75	1564.29	1403.51	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	27.72	1439.80	36.29	64.01	2.00
63	64	10.64	1574.93	1402.66	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	27.91	1439.61	36.95	64.86	2.00
64	65	11.61	1586.54	1402.46	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	28.12	1439.40	36.94	65.06	2.00
65	66	16.48	1603.02	1403.39	1	1.195	PVC	125	150	0.30	0.60	28.41	1439.11	35.72	64.13	3.00
66	67	26.45	1629.47	1402.79	1/2	0.716	PVC	125	150	0.30	2.36	28.88	1438.64	35.85	64.73	4.00
67	68	74.62	1704.09	1398.85	1/2	0.716	PVC	125	150	0.30	2.36	63.89	1403.63	4.78	68.67	12.00
68	69	14.49	1718.58	1394.75	1/2	0.716	PVC	125	150	0.30	2.36	71.60	1395.92	1.17	72.77	2.00
69	70	3.79	1722.37	1393.91	1/2	0.716	PVC	125	150	0.30	2.36	73.61	1393.91	0.00	73.61	1.00

Apéndice 6. **Planos elaborados para los distintos proyectos**

Fuente: elaboración propia.

SIMBOLOGIA	
⊗ E-0	NUMERO DE BETACION
Q	CAUDAL EN L/S
∅	DIAMETRO TUBERIA EN PULO
→	DIRECCION DEL FLUJO
▶	REDUCTOR BUSHING LISO
TA	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
⊗	VALVULA DE OLBRO
⊙	VALVULA DE AIRE
⊗	VALVULA DE LIMPIEZA



Dirección de Medio Ambiente



PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE RIEGO PARA PARQUE ECOLOGICO "LA ASUNCION" ZONA 5, CIUDAD DE GUATEMALA

DIRECCION:
DIAGONAL 14, BAJO EL PUENTE LA ASUNCION CONTIGUO A COLONIA EL ARCO III ZONA 5, GUTEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO:
PLANTA GENERAL LINEA DE CONDUCCION

FECHA:
ABRIL 2020

DISEÑO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

REVISO:
DIRECCION DE MEDIO AMBIENTE

DIBUJO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

CALCULO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

ESCALA:
INDICADA

AREA	U	A	E	I	ES

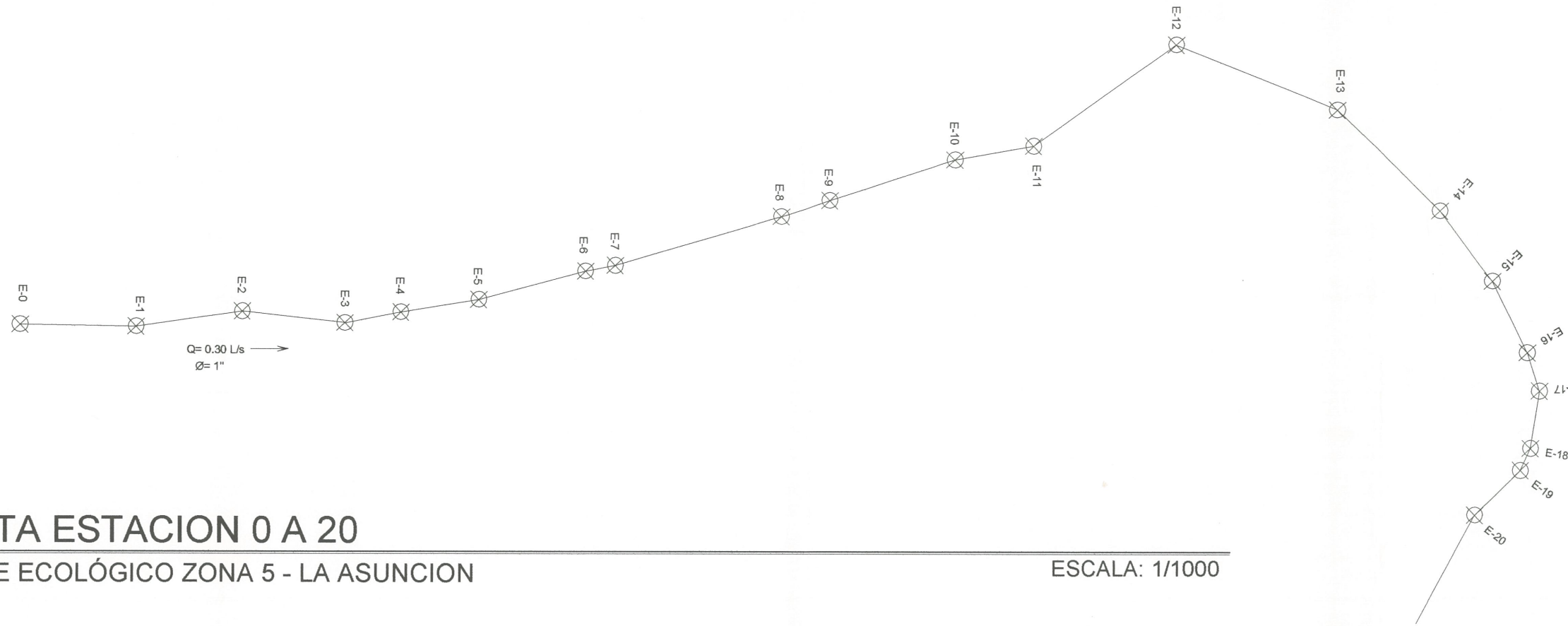
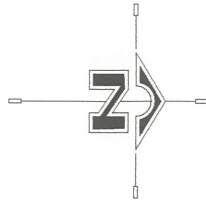
FECHA: 11

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA
ASESORA - SUPERVISORA DE OBRAS
Ing. Cristina del Rosario Clason de Jimenez

PLANTA LINEA DE CONDUCCION

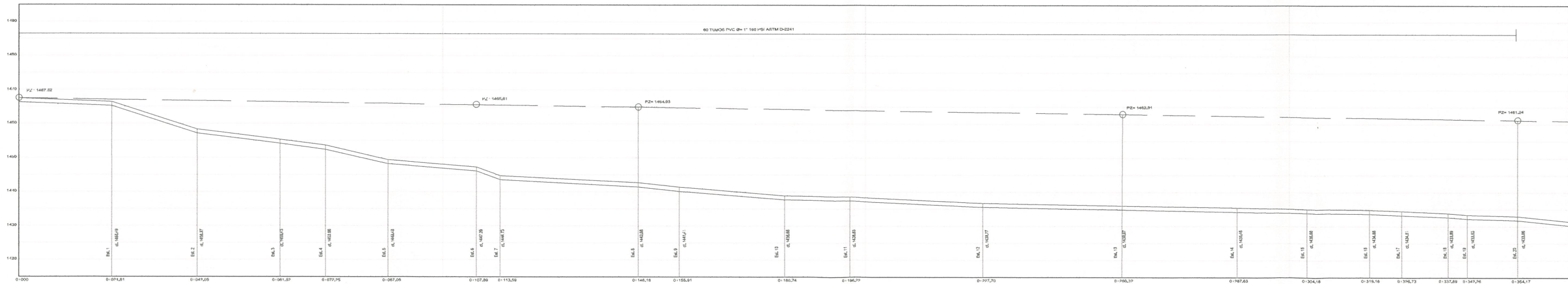
PARQUE ECOLOGICO ZONA 5 - LA ASUNCION

ESCALA: 1/4000



PLANTA ESTACION 0 A 20
PARQUE ECOLÓGICO ZONA 5 - LA ASUNCION

ESCALA: 1/1000



PERFIL ESTACION 0 A 20
PARQUE ECOLÓGICO ZONA 5 - LA ASUNCION

ESCALA V: 1/1250
 ESCALA H: 1/1000



Dirección de Medio Ambiente



PROYECTO:
 CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE RIEGO PARA PARQUE ECOLÓGICO "LA ASUNCION" ZONA 5, CIUDAD DE GUATEMALA

DIRECCION:
 DIAGONAL 14, BAJO EL PUENTE LA ASUNCION CONTIGUO A COLONIA EL ARCO III ZONA 5, GUTEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO:
 PLANTA Y PERFIL LINEA DE CONDUCCION

FECHA:
 ABRIL 2020

DISEÑO:
 UNIDAD DE PROYECTOS DMA

REVISO:
 DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE

DIBUJO:
 UNIDAD DE PROYECTOS DMA

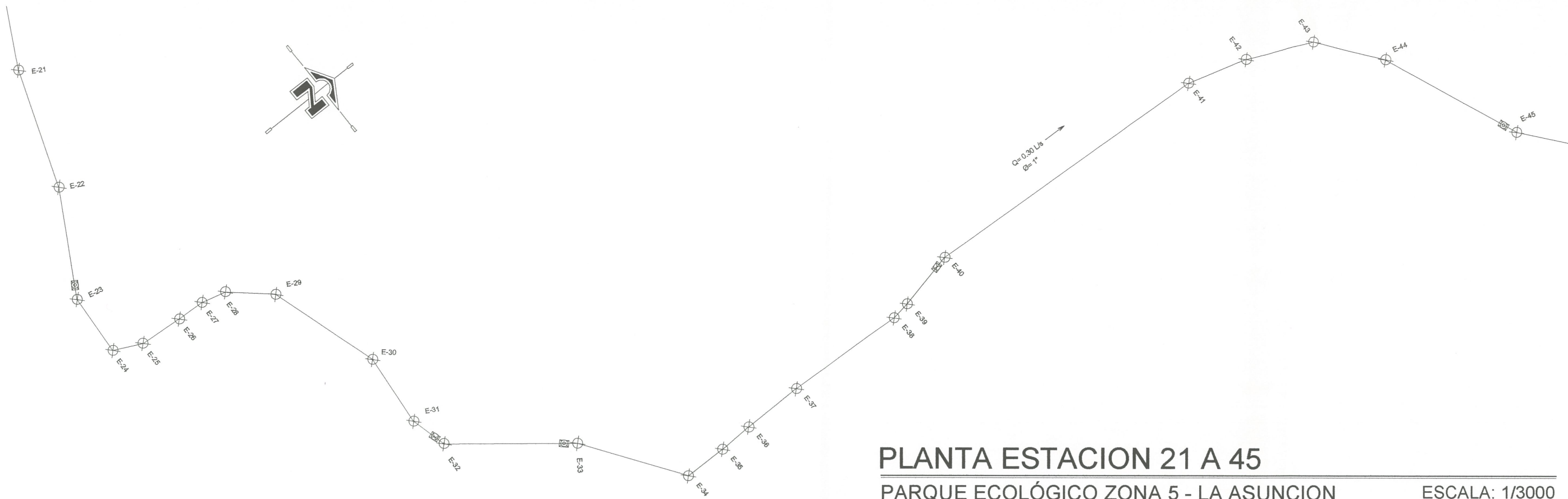
CALCULO:
 UNIDAD DE PROYECTOS DMA

ESCALA:
 INDICADA

AREA:
 U A E I ES

HOJA:
 11





PLANTA ESTACION 21 A 45

PARQUE ECOLÓGICO ZONA 5 - LA ASUNCION

ESCALA: 1/3000



Dirección de Medio Ambiente

UBICACION EN EL MUNICIPIO



UBICACION EN LA ZONA



PROYECTO:

CONSTRUCCION SISTEMA DE RIEGO PARA PARQUE ECOLÓGICO "LA ASUNCION" ZONA 5, CIUDAD DE GUATEMALA

DIRECCION:

DIAGONAL 14, BAJO EL PUENTE LA ASUNCION CONTIGUO A COLONIA EL ARCO III ZONA 5, GUTEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO:

PLANTA Y PERFIL LINEA DE CONDUCCION

FECHA:

ABRIL 2020

DISEÑO:

UNIDAD DE PROYECTOS DMA

REVISO:

DIRECCION DE MEDIO AMBIENTE

DIBUJO:

UNIDAD DE PROYECTOS DMA

CALCULO:

UNIDAD DE PROYECTOS DMA

ESCALA:

INDICADA

AREA:

U A E I Es

HUMLA:

3 11

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Ingeniería Civil

ASESORIA - SUPERVISORA DE OBRAS

Unidad de Prácticas de Ingeniería

Facultad de Ingeniería

11

11

11

11

11

11

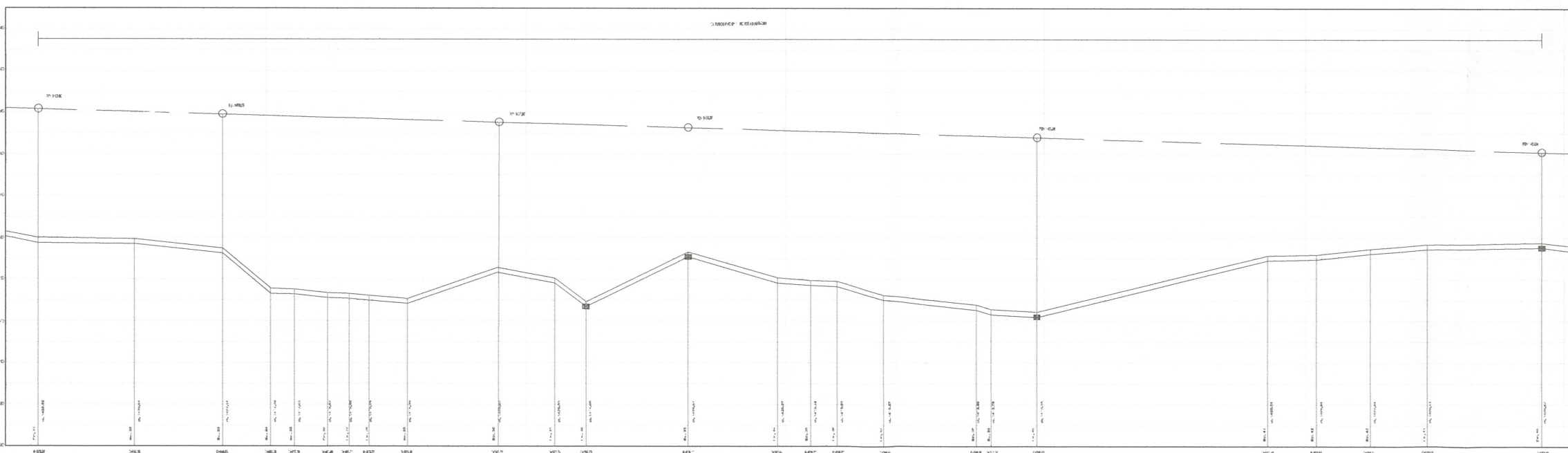
11

11

11

11

11

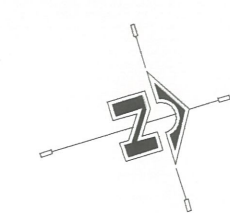
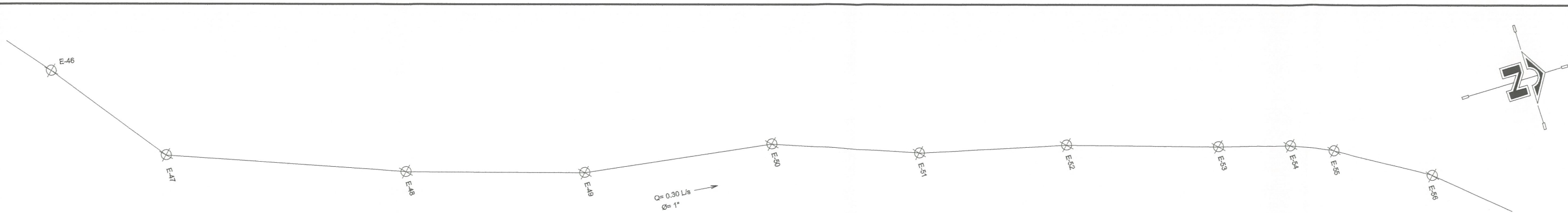


PERFIL ESTACION 21 A 45

PARQUE ECOLÓGICO ZONA 5 - LA ASUNCION

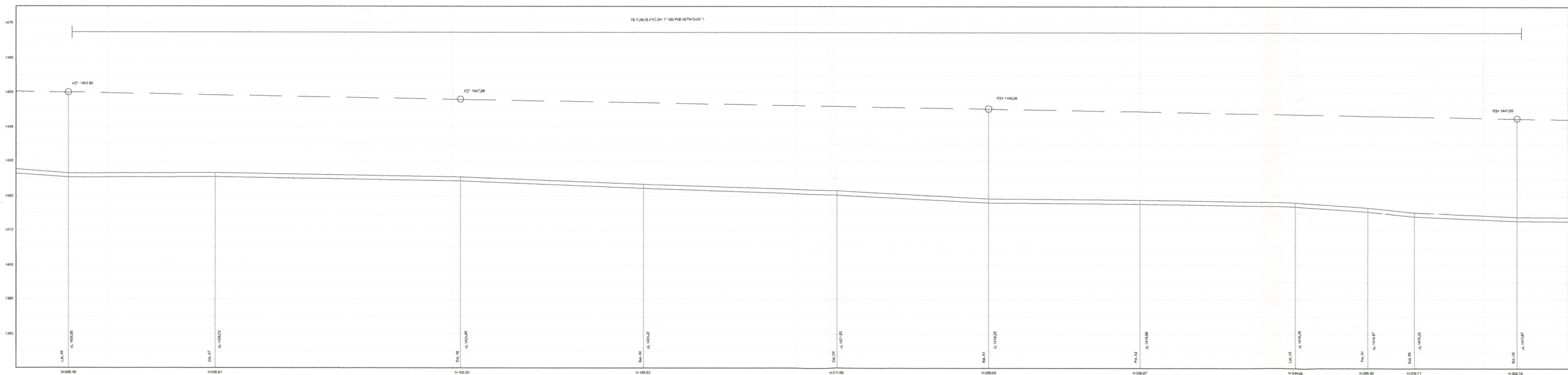
ESCALA V: 1/1250

ESCALA H: 1/2000



PLANTA ESTACION 46 A 56
PARQUE ECOLÓGICO ZONA 5 - LA ASUNCION

ESCALA: 1/2500



PERFIL ESTACION 46 A 56
PARQUE ECOLÓGICO ZONA 5 - LA ASUNCION

ESCALA V: 1/1250
 ESCALA H: 1/1250



Dirección de Medio Ambiente



PROYECTO:
 CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE RIEGO PARA PARQUE ECOLÓGICO "LA ASUNCION" ZONA 5, CIUDAD DE GUATEMALA

DIRECCION:
 DIAGONAL 14, BAJO EL PUENTE LA ASUNCION CONTIGUO A COLONIA EL ARCO III ZONA 5, GUTEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO:
 PLANTA Y PERFIL LINEA DE CONDUCCION

FECHA:
 ABRIL 2020

DISEÑO:
 UNIDAD DE PROYECTOS DMA

REVISO:
 DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE

DIBUJO:
 UNIDAD DE PROYECTOS DMA

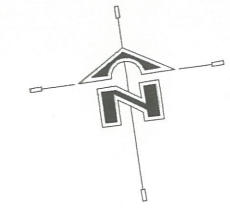
CALCULO:
 UNIDAD DE PROYECTOS DMA

ESCALA:
 INDICADA

AREA: U A E I ES

HORA: 11

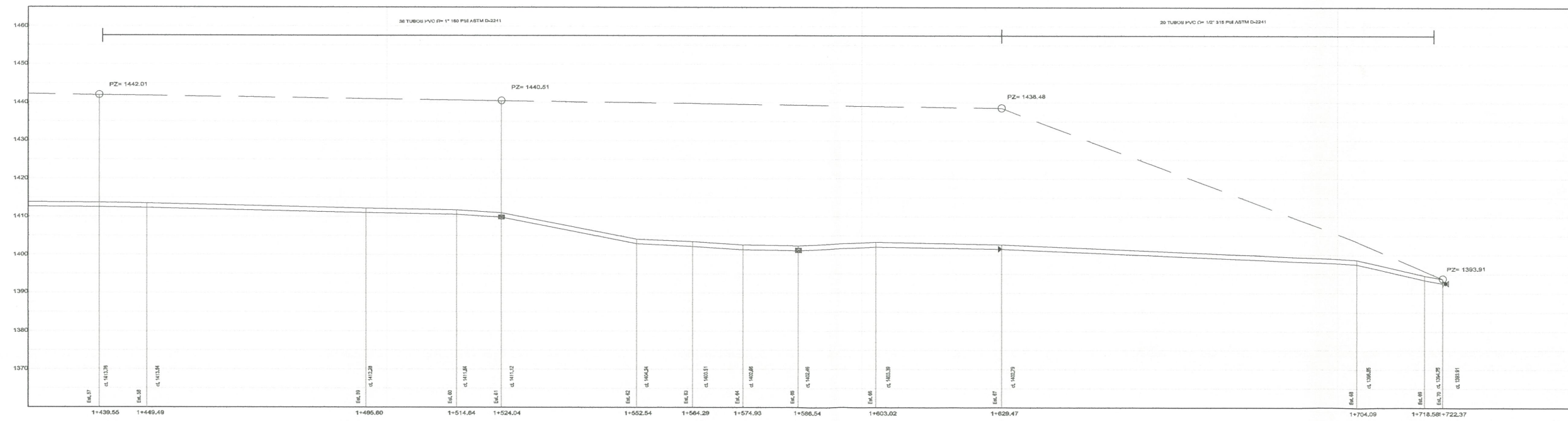
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Asesora del Rosario Clavero de Pineda
 ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería y Arquitectura



PLANTA ESTACION 57 A 70

PARQUE ECOLÓGICO ZONA 5 - LA ASUNCION

ESCALA: 1/2500



PERFIL ESTACION 57 A 70

PARQUE ECOLÓGICO ZONA 5 - LA ASUNCION

ESCALA V: 1/1250
ESCALA H: 1/1000



Dirección de Medio Ambiente

UBICACION EN EL MUNICIPIO



UBICACION EN LA ZONA



PROYECTO:
CONSTRUCCION SISTEMA DE RIEGO PARA PARQUE ECOLÓGICO "LA ASUNCION" ZONA 5, CIUDAD DE GUATEMALA

DIRECCION:
DIAGONAL 14, BAJO EL PUENTE LA ASUNCION CONTIGUO A COLONIA EL ARCO III ZONA 5, GUTEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO:
PLANTA Y PERFIL LINEA DE CONDUCCION

FECHA:
ABRIL 2020

DISEÑO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

REVISO:
DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE

DIBUJO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

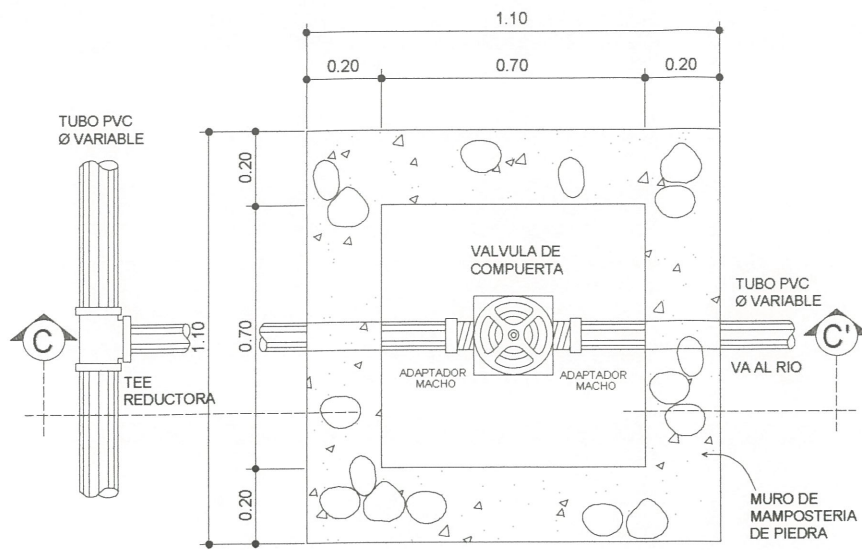
CALCULO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

ESCALA:
INDICADA

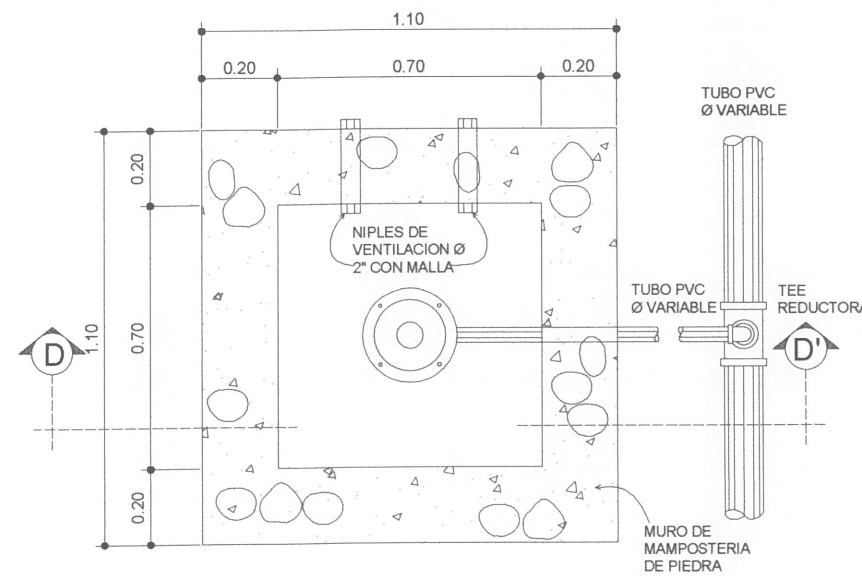
AREA: U A E I Es

Hojas: 5 11

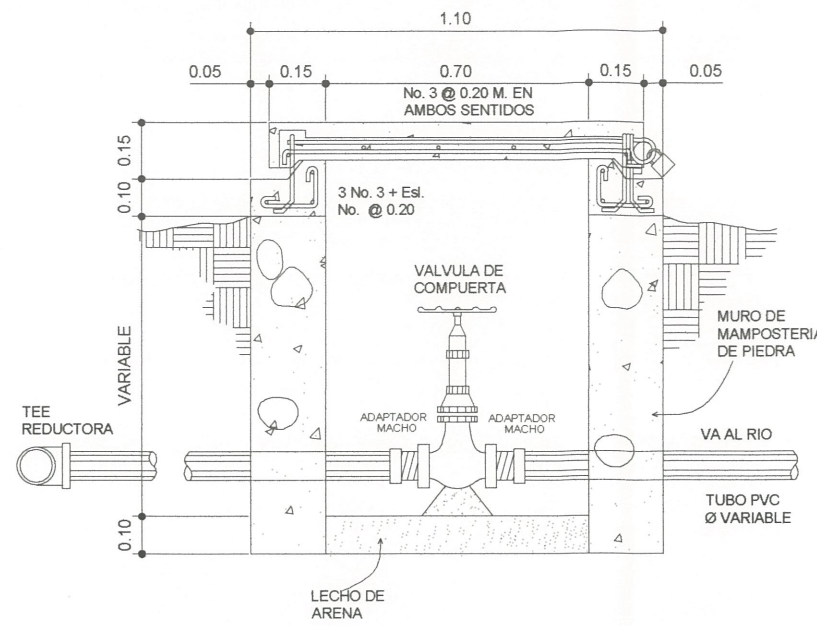




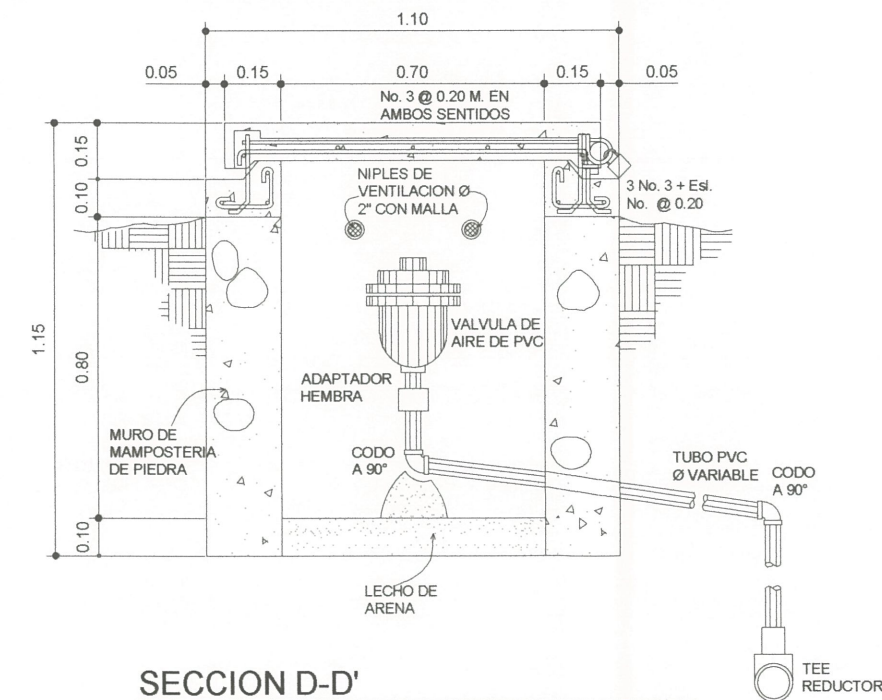
PLANTA VALVULA DE LIMPIEZA
ESCALA: 1/20



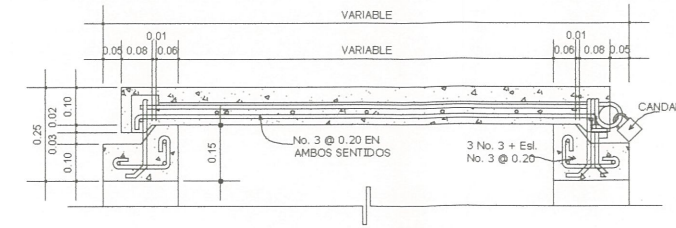
PLANTA VALVULA DE AIRE
ESCALA: 1/20



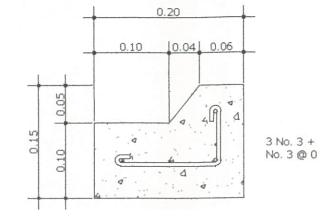
SECCION C-C'
ESCALA: 1/20



SECCION D-D'
ESCALA: 1/20



DETALLE DE TAPADERA
ESCALA: 1/10



DETALLE A
ESCALA: 1/10

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

- LA MAMPOSTERIA DE PIEDRA SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA: 33 % MORTERO Y 67 % PIEDRA BOLA.
- EL MORTERO DEBERA HACERSE EN PROPORCION 1:2 EN VOLUMEN DE CEMENTO Y ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE.
- EL CONCRETO DEBERA HACERSE EN PROPORCION 1:2:3 EN VOLUMEN DE CEMENTO, ARENA DE RIO Y PIEDRIN. F'C = 210 Kg/cm²
- SE REPELLARA EN EL EXTERIOR E INTERIOR CON SABIETA PROPORCION EN VOLUMEN 1:2 CEMENTO ARENA DE RIO CON UN RECUBRIMIENTO MINIMO DE 1.5 CM.
- EN LAS TAPADERAS SE DEJARA UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA.
- SE REALIZARA UN ALIZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RIO EN PROPORCION 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DE LA CAJA.
- EL HIERRO A UTILIZAR SERÁ LEGITIMO GRADO 40.
- LA VALVULA DE AIRE SERÁ DE PVC ADAPTADA A ACCESORIOS DE PVC Y LAS VALVULAS DE COMPUERTA SERÁN DE BRONCE CON PRESIÓN DE TRABAJO 250 PSI. ADAPTADA A TUBERIA Y ACCESORIOS PVC.

Ø DE VALVULA DE LIMPIEZA

SI LA LINEA DE CONDUCCION ES DE Ø = 2 1/2" ó MAYOR LA VALVULA DE LIMPIEZA SERA DE 2"

SI LA LINEA DE CONDUCCION ES DE Ø = 2" ó MENOR LA VALVULA DE LIMPIEZA SERA IGUAL A TUBERIA DE CONDUCCION



Dirección de Medio Ambiente



PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE RIEGO PARA PARQUE ECOLOGICO "LA ASUNCION" ZONA 5, CIUDAD DE GUATEMALA

DIRECCION:
DIAGONAL 14, BAJO EL PUENTE LA ASUNCION CONTIGUO A COLONIA EL ARCO III ZONA 5, GUTEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO:
DETALLE DE VALVULAS

FECHA: ABRIL 2020

DISEÑO: UNIDAD DE PROYECTOS DMA

REVISO: DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE

DIBUJO: UNIDAD DE PROYECTOS DMA

CALCULO: UNIDAD DE PROYECTOS DMA

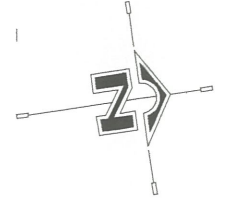
ESCALA: INDICADA

AREA: U A E I Es

TITULO:



SIMBLOGIA	
	NÚMERO DE ESTACION
	CAUDAL EN L/S
	DIÁMETRO TUBERÍA EN PULO
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	REDUCCION BUSHING LISO
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	VALVULA DE GLOBO
	AREA A REGAR 4,712 41 M2
	ASPERSOR
	DIÁMETRO MOJADO EN METROS



Dirección de Medio Ambiente

UBICACION EN EL MUNICIPIO



UBICACION EN LA ZONA



PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE RIEGO PARA PARQUE ECOLOGICO "LA ASUNCION" ZONA 5, CIUDAD DE GUATEMALA

DIRECCION:

DIAGONAL 14, BAJO EL PUENTE LA ASUNCION CONTIGUO A COLONIA EL ARCO III ZONA 5, GUTEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO:

PLANTA SISTEMA DE RIEGO

FECHA: ABRIL 2020

DISEÑO: UNIDAD DE PROYECTOS DMA

REVISO: DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE

DIBUJO: UNIDAD DE PROYECTOS DMA

CALCULO: UNIDAD DE PROYECTOS DMA

ESCALA: INDICADA

AREA: U A E I ES

HOJA: 7 11

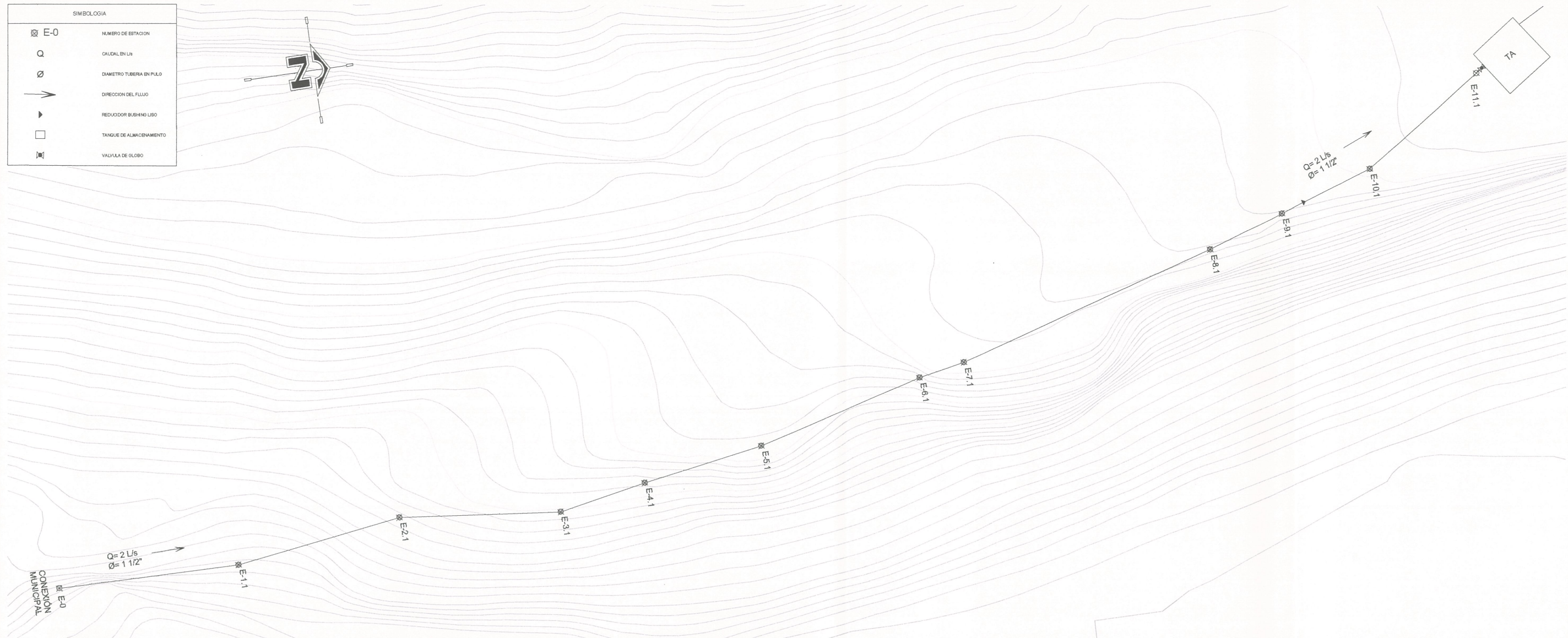
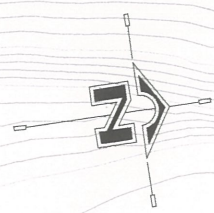
PLANTA SISTEMA DE RIEGO

PARQUE ECOLOGICO ZONA 5 - LA ASUNCION

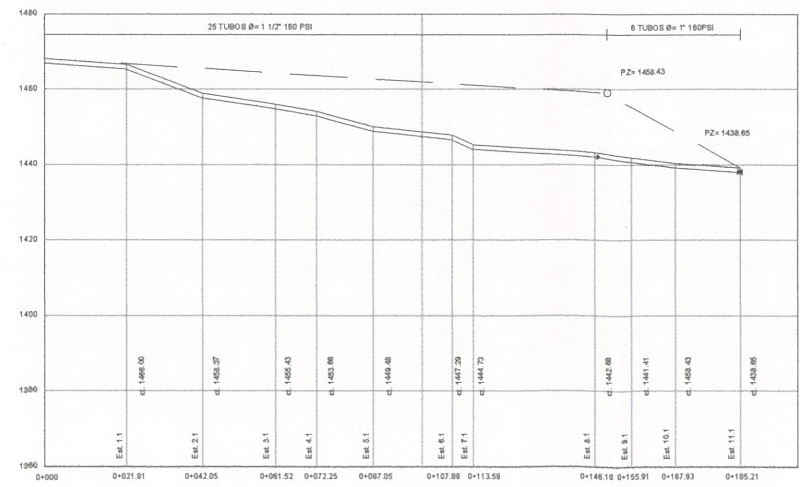
ESCALA: 1/1000



SIMBOLOGIA	
	NÚMERO DE ESTACION
	CAUDAL EN L/s
	DIÁMETRO TUBERÍA EN PULG
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	REDUCCION BUSHING LISO
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	VALVULA DE GLOBO



PLANTA LINEA DE CONDUCCION SISTEMA DE RIEGO
 PARQUE ECOLÓGICO ZONA 5 - LA ASUNCION ESCALA: 1/500



PERFIL LINEA DE CONDUCCION
 PARQUE ECOLÓGICO ZONA 5 - LA ASUNCION

ESCALA: 1/2000

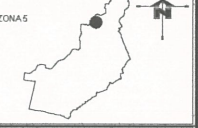


Dirección de Medio Ambiente

UBICACION EN EL MUNICIPIO



UBICACION EN LA ZONA



PROYECTO:
 CONSTRUCCION SISTEMA DE RIEGO PARA PARQUE ECOLÓGICO "LA ASUNCION" ZONA 5, CIUDAD DE GUATEMALA

DIRECCION:
 DIAGONAL 14, BAJO EL PUENTE LA ASUNCION CONTIGUO A COLONIA EL ARCO III ZONA 5, GUTEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO:
 PLANTA LINEA DE CONDUCCION SISTEMA DE RIEGO

FECHA: ABRIL 2020

DISEÑO: UNIDAD DE PROYECTOS DMA

REVISO: DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE

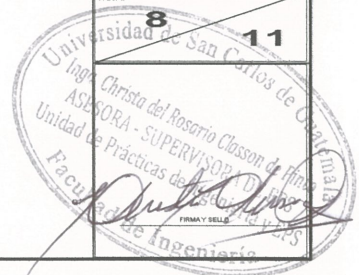
DIBUJO: UNIDAD DE PROYECTOS DMA

CÁLCULO: UNIDAD DE PROYECTOS DMA

ESCALA: INDICADA

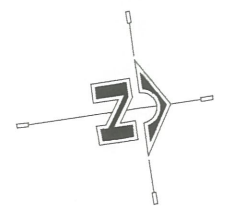
ÁREA: U A E I Es

HOJA: 8 11





SIMBOLOGIA	
	NUMERO DE ESTACION
	CAUDAL EN L/s
	DIAMETRO TUBERIA EN PULO
	DIRECCION DEL FLUJO
	REDUCCION BUSHING LISO
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	VALVULA DE GLOBO
	AREA A REGAR 4,712,41 M2
	ASPERSOR
	DIAMETRO MQUADO EN METROS



Dirección de Medio Ambiente

UBICACION EN EL MUNICIPIO



UBICACION EN LA ZONA



PROYECTO:
CONSTRUCCION SISTEMA DE RIEGO PARA PARQUE ECOLOGICO "LA ASUNCION" ZONA 5, CIUDAD DE GUATEMALA

DIRECCION:
DIAGONAL 14, BAJO EL PUENTE LA ASUNCION CONTIGUO A COLONIA EL ARCO III ZONA 5, GUTEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO:
INSTALACION SISTEMA DE RIEGO

FECHA: ABRIL 2020

DISEÑO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

REVISO:
DIRECCION DE MEDIO AMBIENTE

DIBUJO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

CALCULO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

ESCALA:
INDICADA

AREA	U	A	E	I	Es

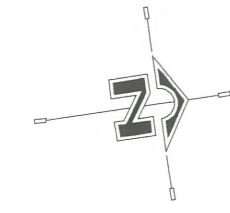
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ASESORA - SUPERVISORA DE TITULACION
Rosario Clavero
14/04/2020

INSTALACION SISTEMA DE RIEGO

PARQUE ECOLOGICO ZONA 5 - LA ASUNCION

ESCALA: 1/500

SIMBOLOGIA	
	NUMERO DE ESTACION
	CAUDAL EN L/s
	DIAMETRO TUBERIA EN PULO
	DIRECCION DEL FLUJO
	REDUCTOR DE BUSHING LISO
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	VALVULA DE GLOBO
	AREA A REGAR 4,712.41 M2
	ASPERSOR
	DIAMETRO MQUADO EN METROS



Dirección de Medio Ambiente

UBICACION EN EL MUNICIPIO



UBICACION EN LA ZONA



PROYECTO:
CONSTRUCCION SISTEMA DE RIEGO PARA PARQUE ECOLOGICO "LA ASUNCION" ZONA 5, CIUDAD DE GUATEMALA

DIRECCION:
DIAGONAL 14, BAJO EL PUENTE LA ASUNCION CONTIGUO A COLONIA EL ARCO III ZONA 5, GUTEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO:
DIAGRAMA DE PERDIDAS DEL SISTEMA

FECHA: ABRIL 2020

DISENO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

REVISO:
DIRECCION DE MEDIO AMBIENTE

DELUO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

CALCULO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

ESCALA: INDICADA

AREA U A E I Es

HORA

10 11

Christa del Rosario Clason de...
ANISORA - SUPERVISORA...
Unidad de Prácticas de Ingeniería

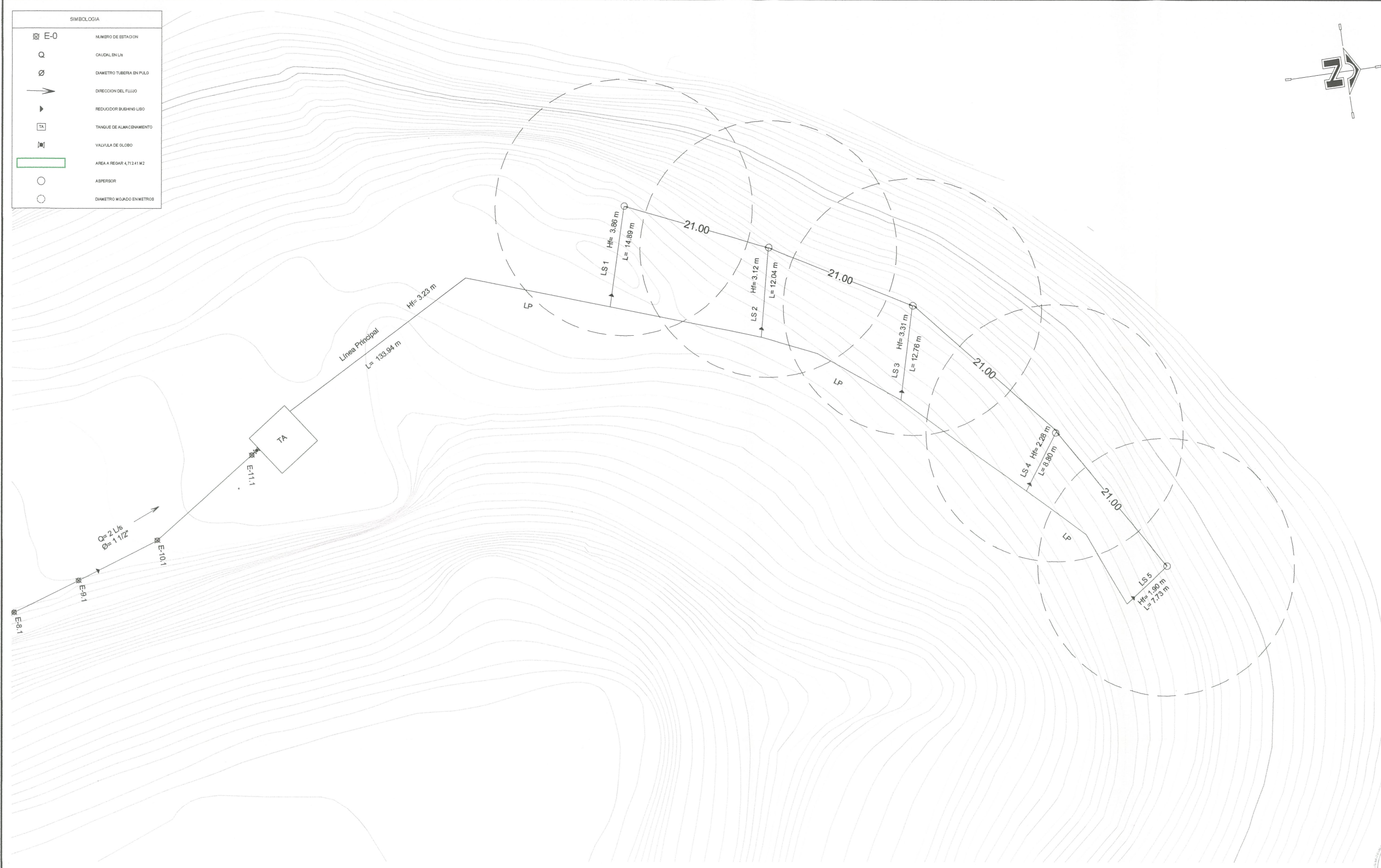
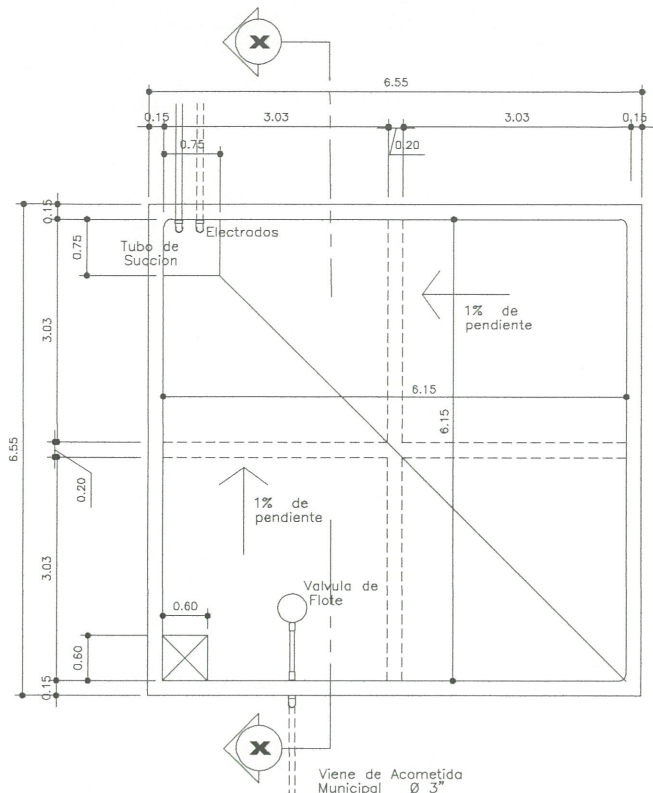


DIAGRAMA DE PERDIDAS DEL SISTEMA
PARQUE ECOLOGICO ZONA 5 - LA ASUNCION

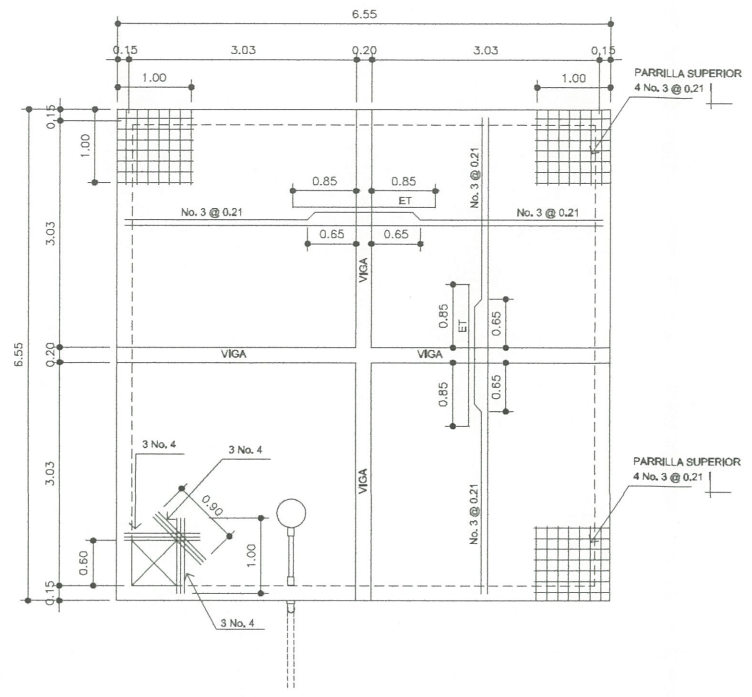
ESCALA: 1/500





PLANTA DE CISTERNA

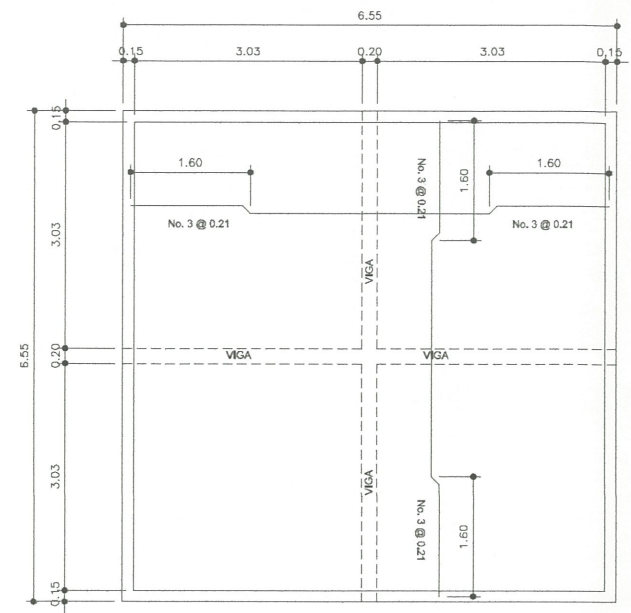
ESCALA = 1:50



PLANTA DE CISTERNA

ARMADO DE LOSA DE TECHO

ESCALA = 1:50



PLANTA DE CISTERNA

ARMADO DE LOSA DE CIMENTACION

ESCALA = 1:50

ESPECIFICACIONES

CONCRETO

El cemento para todos los elementos estructurales debera cumplir como minimo con un $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

AGREGADOS

Los agregados estaran limpios, y bien graduados libres de impurezas y materia organica, el tamaño nominal de agregado sera de 3/4" para elementos estructurales.

AGUA

El agua empleada en el mezclado del concreto debera ser limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceite y acidos, sales, material organico u otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o acero de refuerzo.

ACERO DE REFUERZO

El acero de refuerzo debe ser corrugado garantizado un $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$.

PROTECCION DE CONCRETO PARA REFUERZO

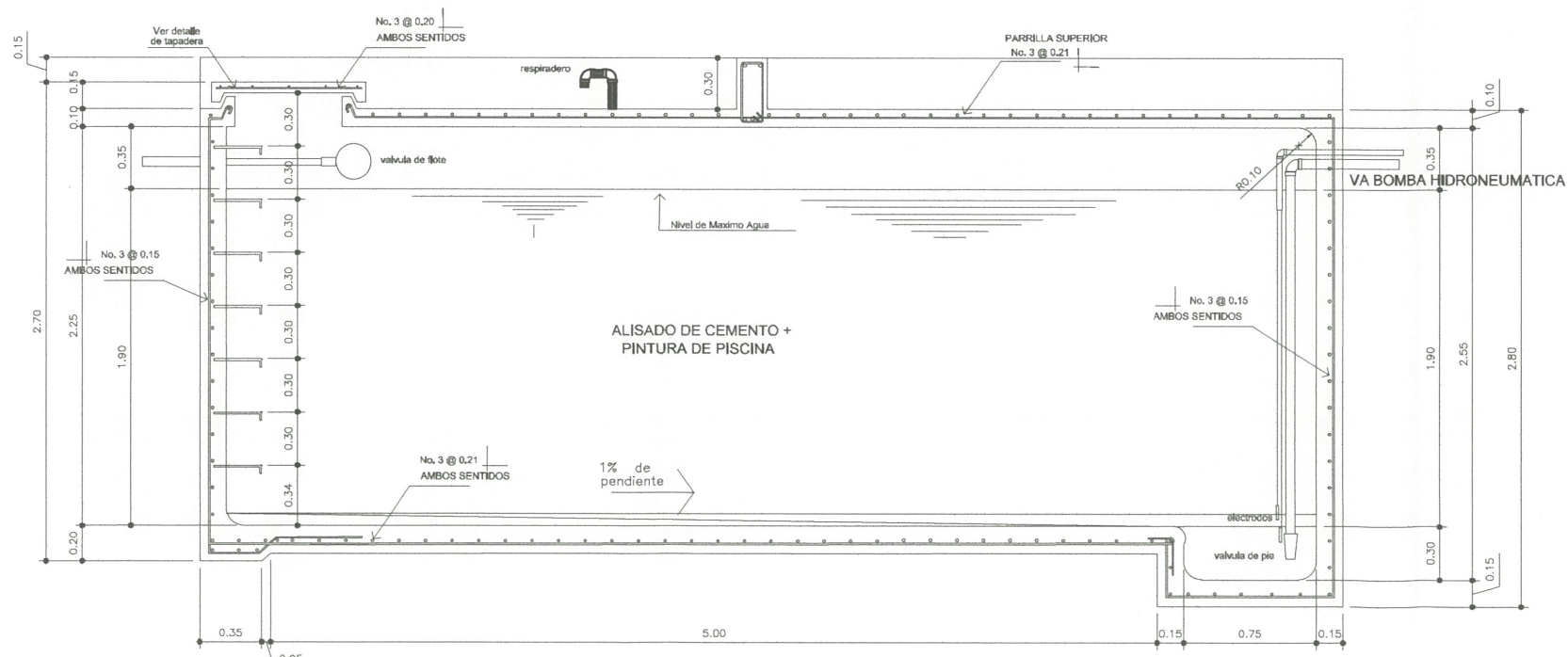
Debera proporcionarse un recubrimiento minimo de 2.0 cm en Losas y 4.0 cm en Vigas.

TRASLAPES, EMPLAMES Y LONG. DE ANCLEJE

La longitud de desarrollo minimo sera:
 \emptyset Barra 3/8" 1/2" 5/8" 3/4" 7/8"
 Long. (cm). 30 40 45 50 73

MORTERO

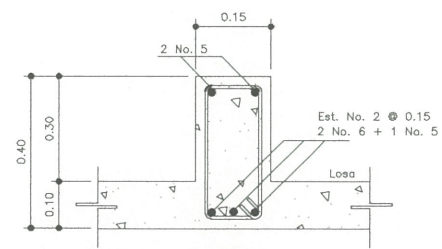
La proporcion del mortero sera de 1:1/4:3 Cemento, Cal y Arena de Rio.



SECCION X-X

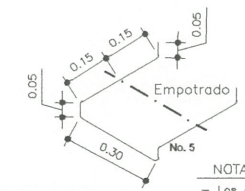
ARMADO DE LOSA DE TECHO

ESCALA = 1:20



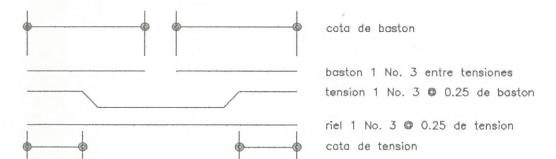
DETALLE DE VIGA

ESCALA = 1:10



ESCALON

NOTA
 - Los escalones deberan protegerse con dos manos de pintura anticorrosiva.

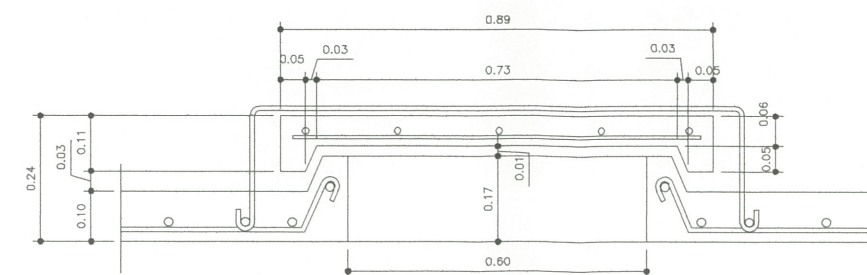


DET. DE VENTILACION

ESCALA = 1:10

2 Codos $\emptyset 4" \times 90'$ PVC.
 1 Niple $\emptyset 4"$ PVC L=0.45.
 1 Niple $\emptyset 4"$ PVC L=0.20.
 1 Niple $\emptyset 4"$ PVC L=0.10.

La ventilacion debera de recubrirse con Ferracemento. (Malla de gallinero y mortero (1:3)).



DETALLE DE TAPADERA DE CISTERNA

ESCALA = 1:50



Dirección de Medio Ambiente

UBICACION EN EL MUNICIPIO



UBICACION EN LA ZONA



PROYECTO:
 CONSTRUCCION SISTEMA DE RIEGO PARA PARQUE ECOLOGICO 'LA ASUNCION' ZONA 5, CIUDAD DE GUATEMALA

DIRECCION:
 DIAGONAL 14, BAJO EL PUENTE LA ASUNCION CONTIGUO A COLONIA EL ARCO III ZONA 5, GUTEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO:
 DETALLE DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO SISTEMA DE RIEGO

FECHA: ABRIL 2020

DISEÑO: UNIDAD DE PROYECTOS DMA

REVISO: DIRECCION DE MEDIO AMBIENTE

DIBUJO: UNIDAD DE PROYECTOS DMA

CALCULO: UNIDAD DE PROYECTOS DMA

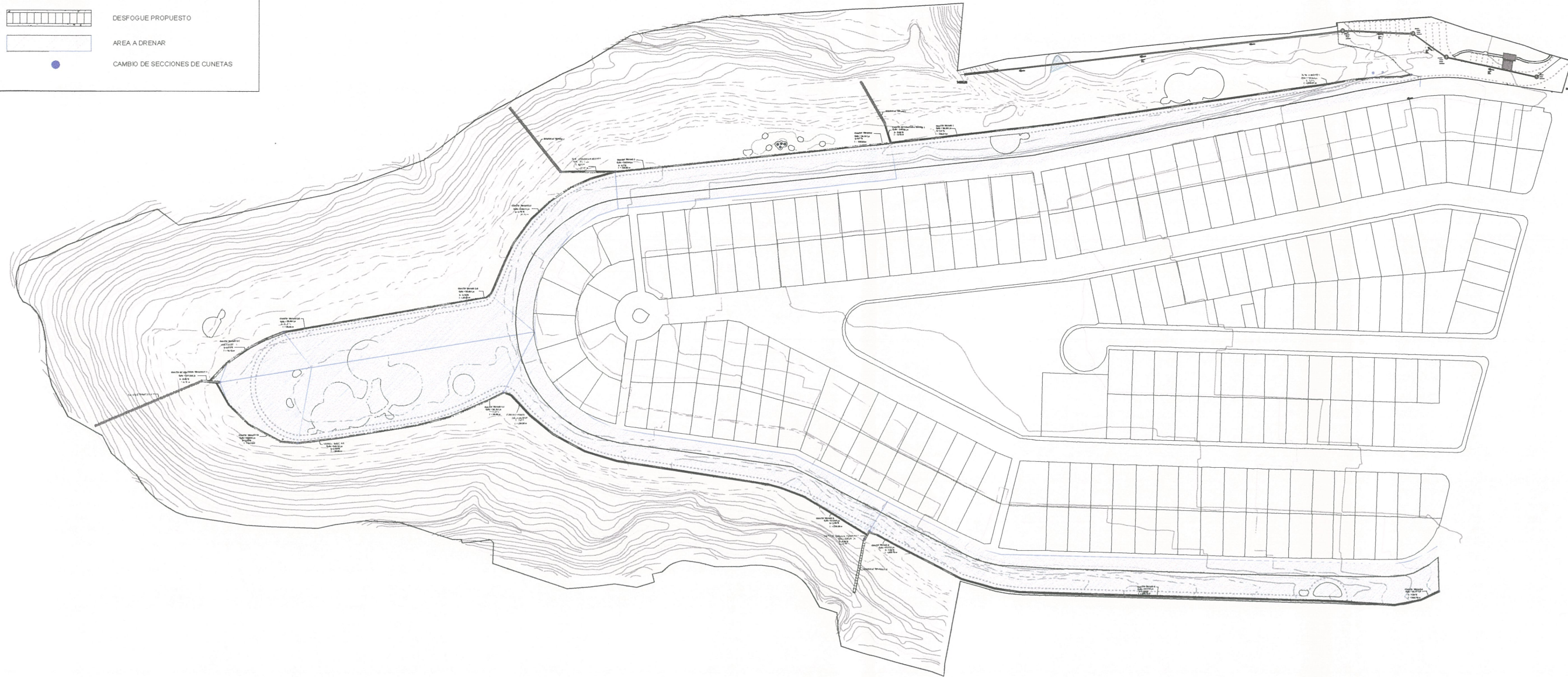
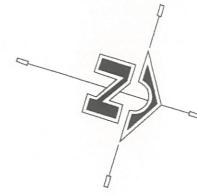
ESCALA: INDICADA

AREA: U A E I E S

HOJA: 11



SIMBOLOGIA	
	CUNETA TIPO A
	CUNETA TIPO B
	CUNETA DE CONEXION TIPO A
	CUNETA DE CONEXION TIPO B
	CUNETA DE CONEXION TIPO C
	CUNETA DE CONEXION TIPO D
	DESFOGUE PROPUESTO
	AREA A DRENAR
	CAMBIO DE SECCIONES DE CUNETAS



Dirección de Medio Ambiente

UBICACION EN EL MUNICIPIO



UBICACION EN LA ZONA



PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN PARQUE ECOLÓGICO, INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, LOMAS DE PAMPLONA, ZONA 13, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA.

DIRECCION:
INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO:
PLANO DE PLANTA SISTEMA ALCANTARILLADO PLUVIAL

FECHA: ABRIL 2020

DISENO: UNIDAD DE PROYECTOS DMA

REVISO: DIRECCION DE MEDIO AMBIENTE

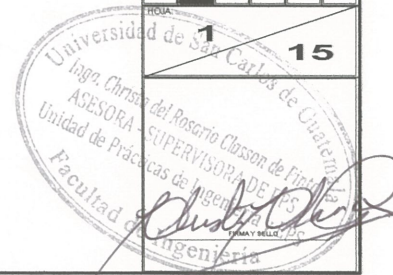
DEBIDO: UNIDAD DE PROYECTOS DMA

CALCULO: UNIDAD DE PROYECTOS DMA

ESCALA: INDICADA

AREA: U A E I Es

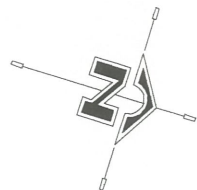
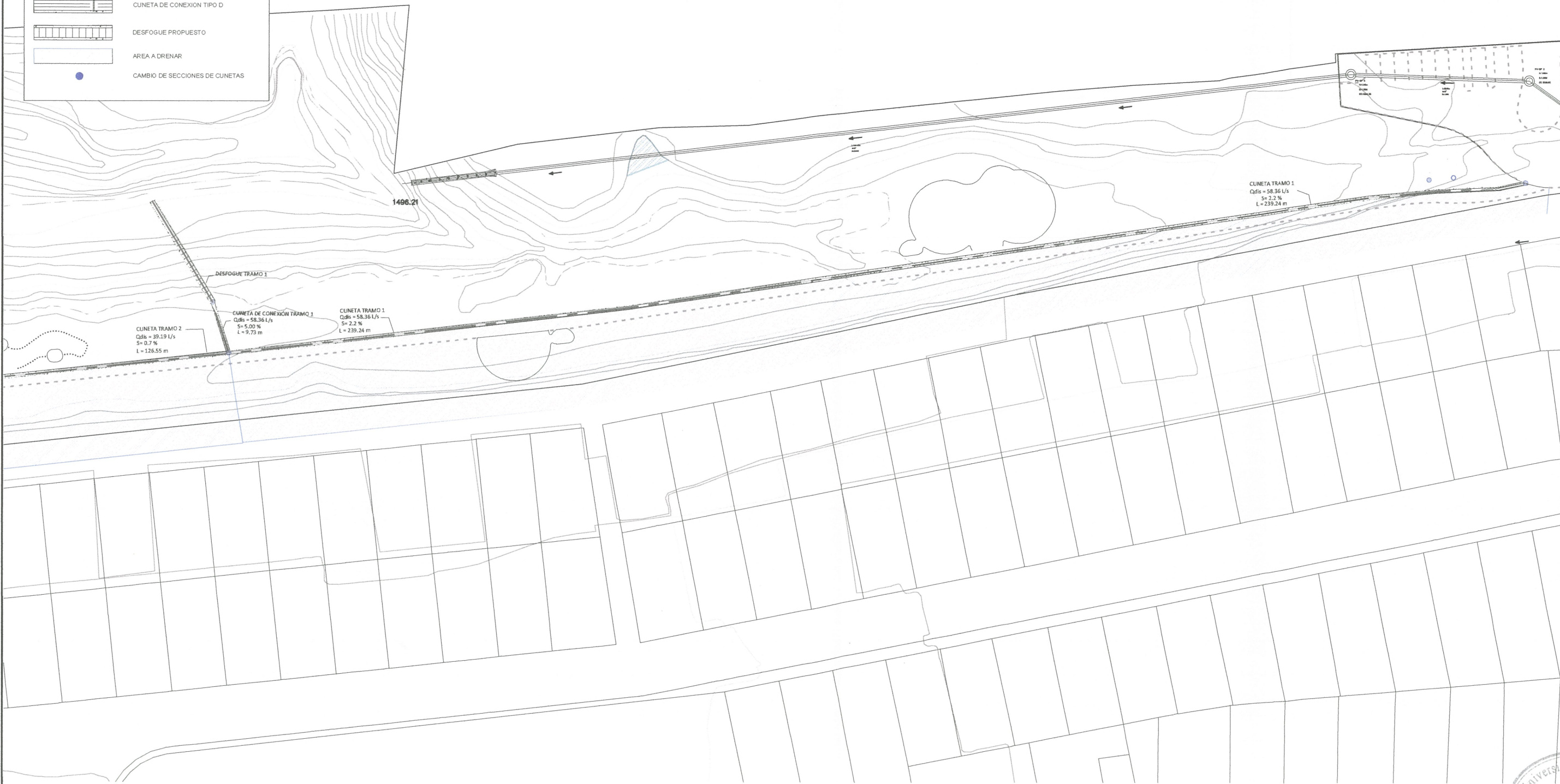
HOJA: 1 15



PLANTA
PARQUE ECOLÓGICO ZONA 13 - PAMPLONA

ESCALA: 1/2000

SIMBOLOGIA	
	CUNETA TIPO A
	CUNETA TIPO B
	CUNETA DE CONEXION TIPO A
	CUNETA DE CONEXION TIPO B
	CUNETA DE CONEXION TIPO C
	CUNETA DE CONEXION TIPO D
	DESFOGUE PROPUESTO
	AREA A DRENAR
	CAMBIO DE SECCIONES DE CUNETAS



Dirección de Medio Ambiente

UBICACION EN EL MUNICIPIO



UBICACION EN LA ZONA



PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN PARQUE ECOLÓGICO, INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, LOMAS DE PAMPLONA, ZONA 13, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA.

DIRECCION:
INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO:
PLANO DE PLANTA SISTEMA ALCANTARILLADO PLUVIAL

FECHA:
ABRIL 2020

DISENO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

REVISO:
DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE

DEBIDO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

CALCULO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

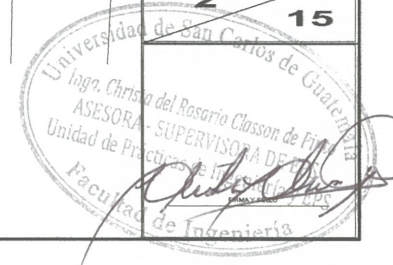
ESCALA:
INDICADA

AREA: U A E I Es

HOJA:
2 15

PLANTA TRAMO 1
PARQUE ECOLÓGICO ZONA 13 - PAMPLONA

ESCALA: 1/750



SIMBOLOGIA	
	CUNETA TIPO A
	CUNETA TIPO B
	CUNETA DE CONEXION TIPO A
	CUNETA DE CONEXION TIPO B
	CUNETA DE CONEXION TIPO C
	CUNETA DE CONEXION TIPO D
	DESFOGUE PROPUESTO
	AREA A DRENAR
	CAMBIO DE SECCIONES DE CUNETAS



Dirección de Medio Ambiente

UBICACION EN EL MUNICIPIO



UBICACION EN LA ZONA



PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN PARQUE ECOLÓGICO, INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, LOMAS DE PAMPLONA, ZONA 13, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA.

DIRECCION:
INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO:
PLANO DE PLANTA SISTEMA ALCANTARILLADO PLUVIAL

FECHA: ABRIL 2020

DISEÑO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

REVISÓ:
DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE

DIBUJO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

CALCULO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

ESCALA: INDICADA

AREA: U A E I Es

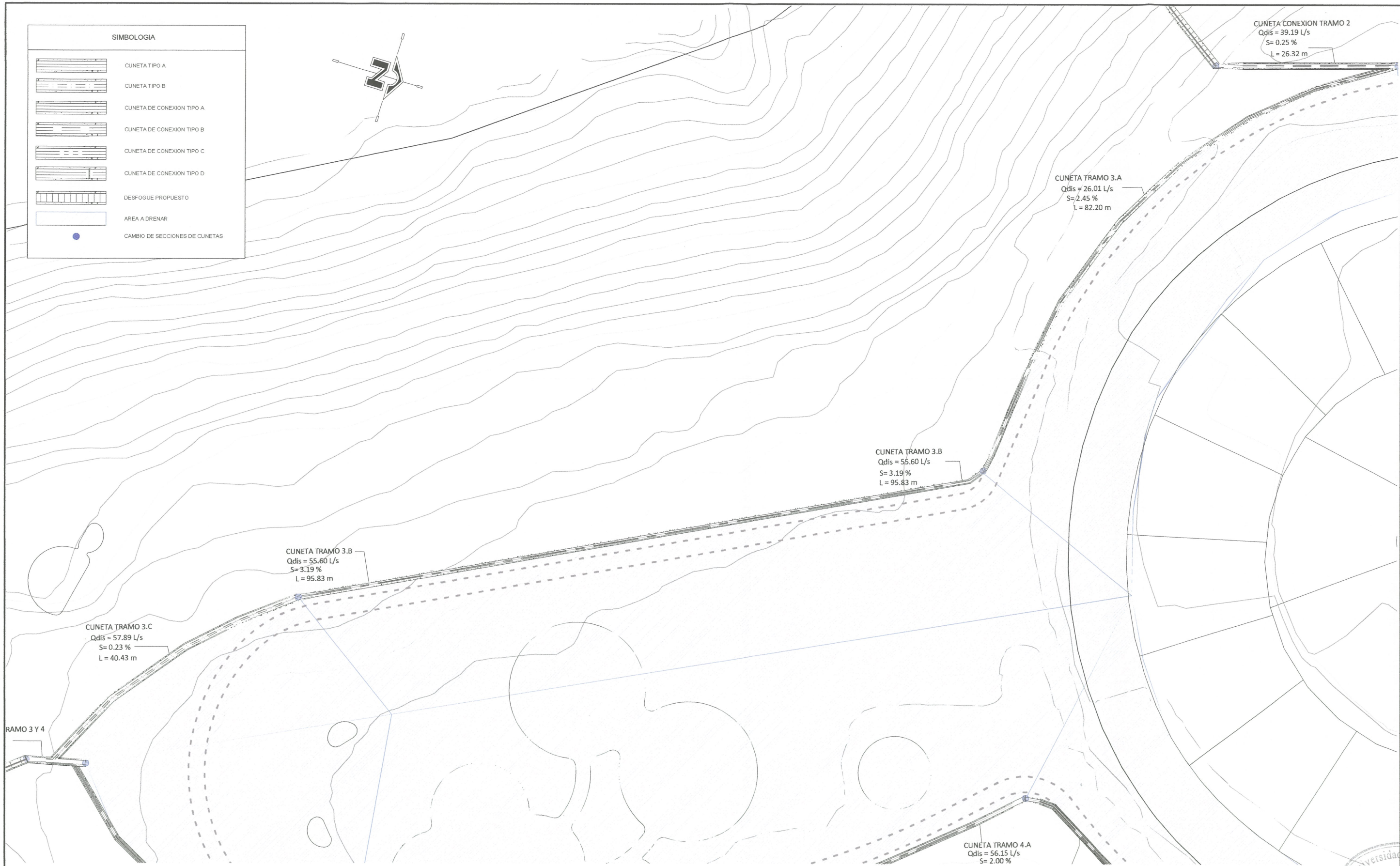
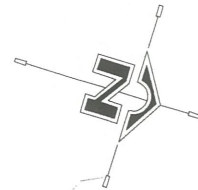
HOJA: 3 15



PLANTA TRAMO 2
PARQUE ECOLÓGICO ZONA 13 - PAMPLONA

ESCALA: 1/500

SIMBOLOGIA	
	CUNETA TIPO A
	CUNETA TIPO B
	CUNETA DE CONEXION TIPO A
	CUNETA DE CONEXION TIPO B
	CUNETA DE CONEXION TIPO C
	CUNETA DE CONEXION TIPO D
	DESFOGUE PROPUESTO
	AREA A DRENAR
	CAMBIO DE SECCIONES DE CUNETAS



Dirección de Medio Ambiente

UBICACION EN EL MUNICIPIO



UBICACION EN LA ZONA



PROYECTO:
 CONSTRUCCIÓN PARQUE ECOLÓGICO, INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, LOMAS DE PAMPLONA, ZONA 13, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA.

DIRECCION:
 INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO:
 PLANO DE PLANTA SISTEMA ALCANTARILLADO PLUVIAL

FECHA: ABRIL 2020

UNIDAD DE PROYECTOS DMA

DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE

UNIDAD DE PROYECTOS DMA

UNIDAD DE PROYECTOS DMA

ESCALA: INDICADA

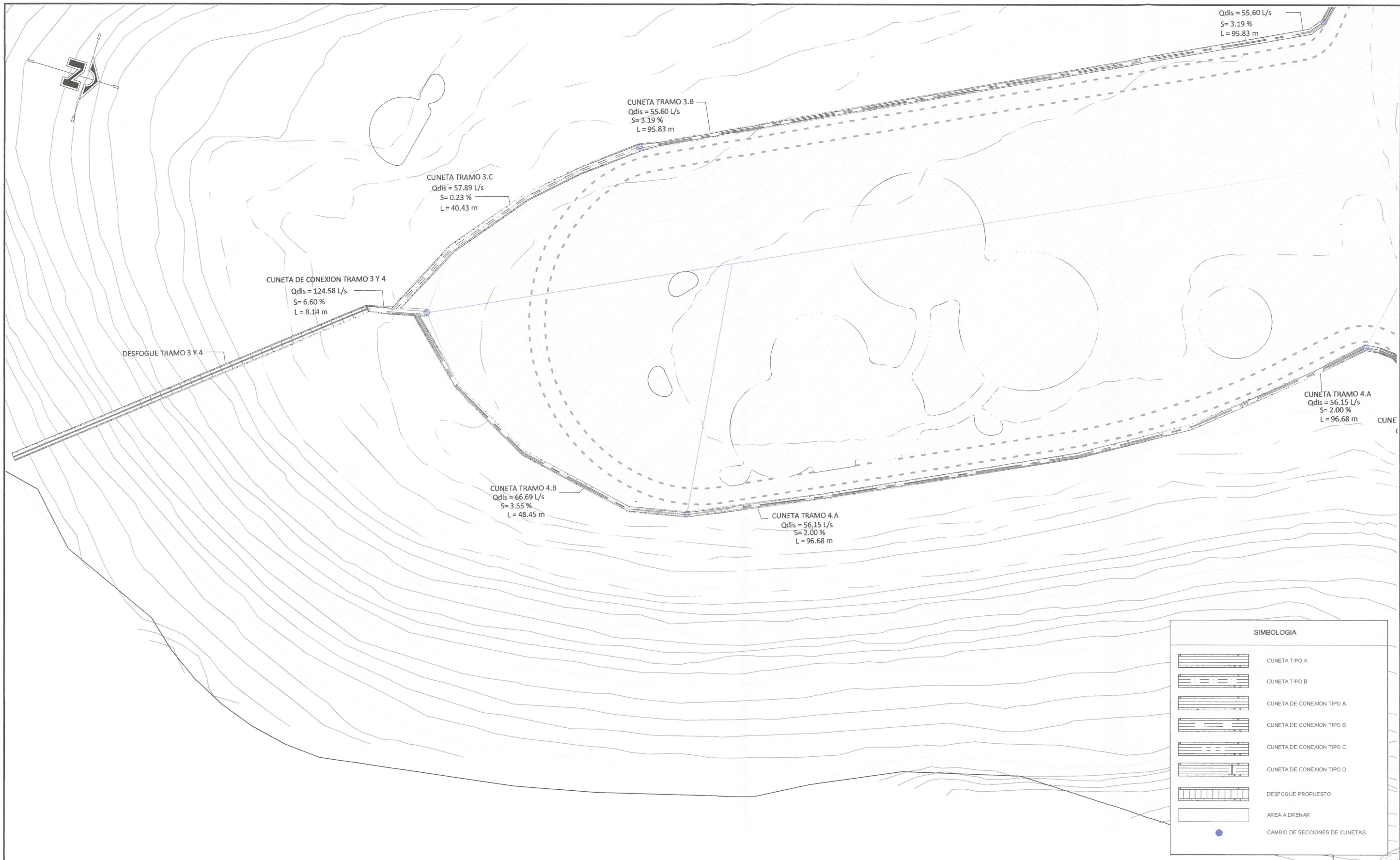
AREA U A E I Es

HUJA: 4 15

PLANTA TRAMO 3
PARQUE ECOLÓGICO ZONA 13 - PAMPLONA

ESCALA: 1/500





Dirección de Medio Ambiente

UBICACION EN EL MUNICIPIO



UBICACION EN LA ZONA



PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN PARQUE ECOLÓGICO, INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, LOMAS DE PAMPLONA, ZONA 13, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA.

DIRECCION:
INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO:
PLANO DE PLANTA SISTEMA ALCANTARILLADO PLUVIAL

FECHA: ABRIL 2020

DISEÑO: UNIDAD DE PROYECTOS DMA

REVISO: DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE

DESEÑO: UNIDAD DE PROYECTOS DMA

CALCULO: UNIDAD DE PROYECTOS DMA

ESCALA: INDICADA

AREA: U A E I Es

HOJA: 5 15

SIMBOLOGIA	
	CUNETA TIPO A
	CUNETA TIPO B
	CUNETA DE CONEXION TIPO A
	CUNETA DE CONEXION TIPO B
	CUNETA DE CONEXION TIPO C
	CUNETA DE CONEXION TIPO D
	DESFOGUE PROPUESTO
	AREA A DRENAR
	CAMBIO DE SECCIONES DE CUNETAS

PLANTA TRAMO 4
PARQUE ECOLÓGICO ZONA 13 - PAMPLONA

ESCALA: 1/500





Dirección de Medio Ambiente



PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN PARQUE ECOLÓGICO, INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, LOMAS DE PAMPLONA, ZONA 13, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA.

DIRECCIÓN:
INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO:
PLANO DE PLANTA SISTEMA ALCANTARILLADO PLUVIAL

FECHA:
ABRIL 2020

DISEÑO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

REVISÓ:
DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE

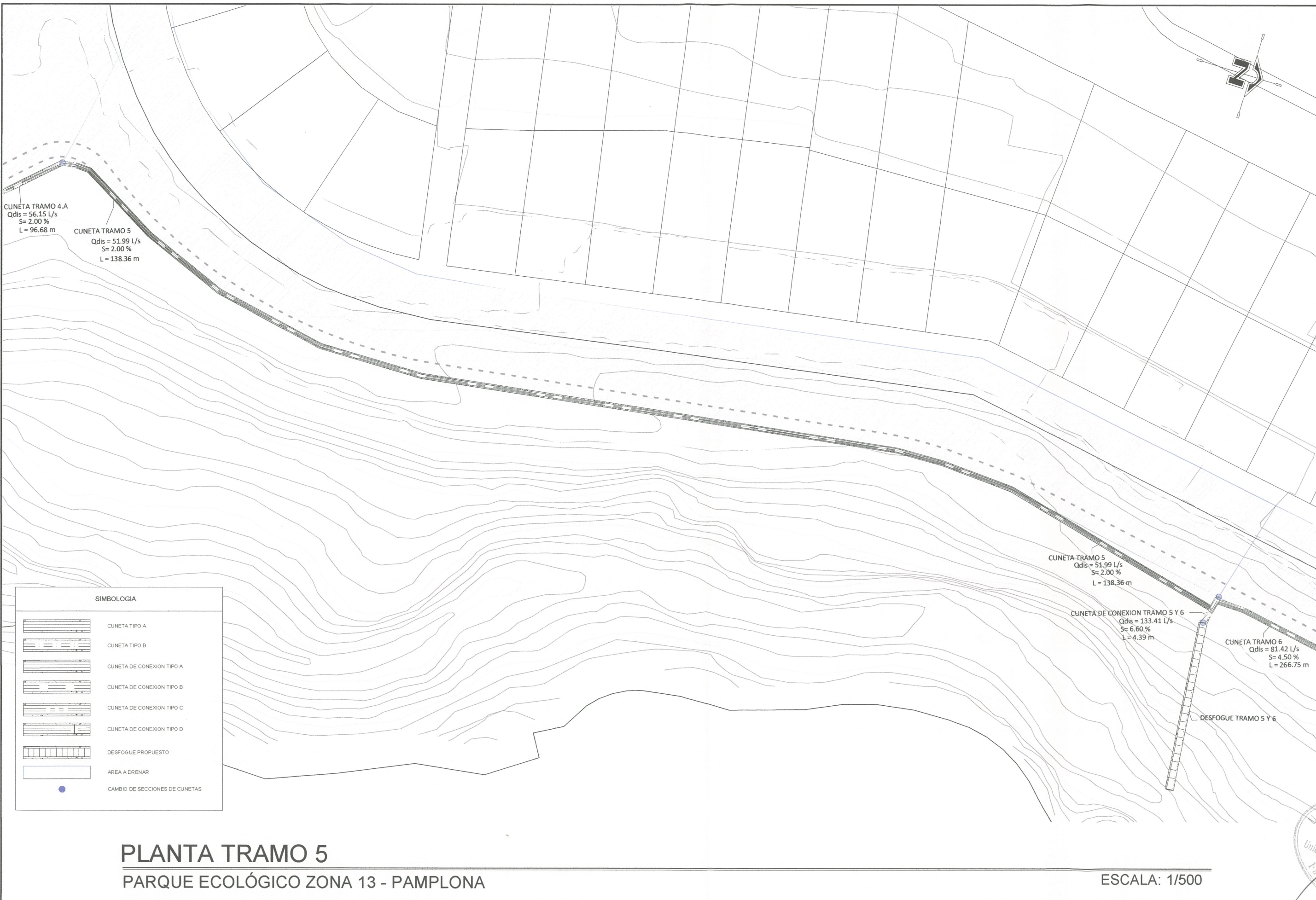
DEBIDO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

CALCULO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

ESCALA:
INDICADA

AREA: U A E I Es

HOJA:
6 15



CUNETETA TRAMO 4.A
Qdis = 56.15 L/s
S= 2.00 %
L = 96.68 m

CUNETETA TRAMO 5
Qdis = 51.99 L/s
S= 2.00 %
L = 138.36 m

CUNETETA TRAMO 5
Qdis = 51.99 L/s
S= 2.00 %
L = 138.36 m

CUNETETA DE CONEXION TRAMO 5 Y 6
Qdis = 133.41 L/s
S= 6.60 %
L = 4.39 m

CUNETETA TRAMO 6
Qdis = 81.42 L/s
S= 4.50 %
L = 266.75 m

DESFOGUE TRAMO 5 Y 6

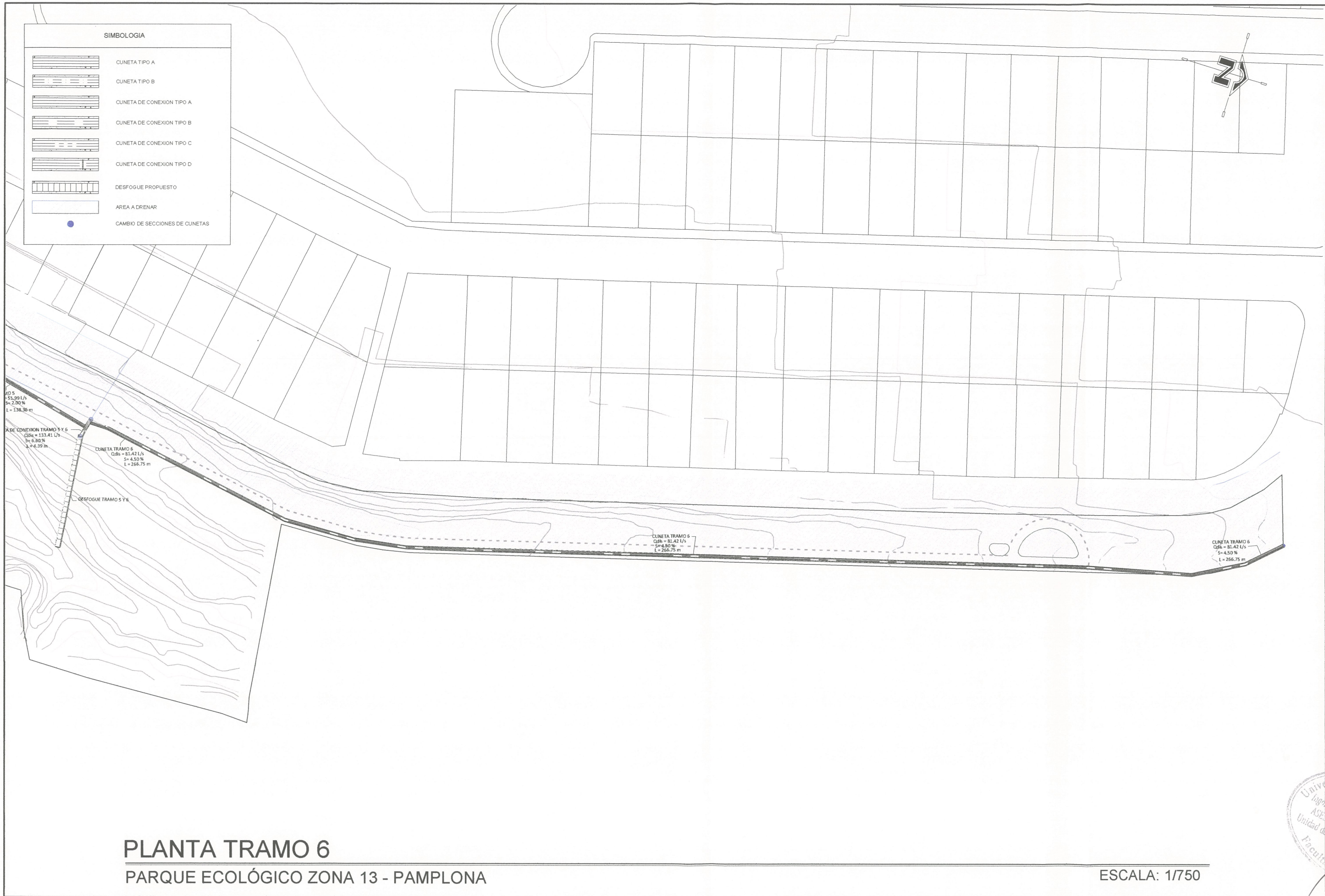
SIMBOLOGIA	
	CUNETETA TIPO A
	CUNETETA TIPO B
	CUNETETA DE CONEXION TIPO A
	CUNETETA DE CONEXION TIPO B
	CUNETETA DE CONEXION TIPO C
	CUNETETA DE CONEXION TIPO D
	DESFOGUE PROPUESTO
	AREA A DRENAR
	CAMBIO DE SECCIONES DE CUNETAS

PLANTA TRAMO 5

PARQUE ECOLÓGICO ZONA 13 - PAMPLONA

ESCALA: 1/500

SIMBOLOGIA	
	CUNETA TIPO A
	CUNETA TIPO B
	CUNETA DE CONEXION TIPO A
	CUNETA DE CONEXION TIPO B
	CUNETA DE CONEXION TIPO C
	CUNETA DE CONEXION TIPO D
	DESFOGUE PROPUESTO
	AREA A DRENAR
	CAMBIO DE SECCIONES DE CUNETAS



Dirección de Medio Ambiente



PROYECTO: CONSTRUCCIÓN PARQUE ECOLÓGICO, INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, LOMAS DE PAMPLONA, ZONA 13, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA.

DIRECCION: INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO: PLANO DE PLANTA SISTEMA ALCANTARILLADO PLUVIAL

FECHA: ABRIL 2020

UNIDAD DE PROYECTOS DMA

DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE

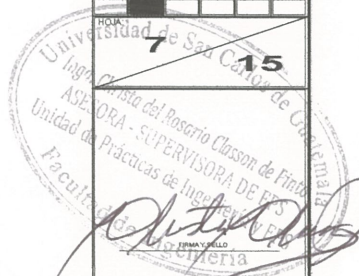
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

UNIDAD DE PROYECTOS DMA

ESCALA: INDICADA

AREA U A E I Es

7 15



PLANTA TRAMO 6
PARQUE ECOLÓGICO ZONA 13 - PAMPLONA

ESCALA: 1/750



Dirección de Medio Ambiente



PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN PARQUE ECOLÓGICO, INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, LOMAS DE PAMPLONA, ZONA 13, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA.

DIRECCIÓN:
INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO:
PLANO DE DETALLES DE CUNETAS

FECHA: ABRIL 2020

DISEÑO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

REVISÓ:
DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE

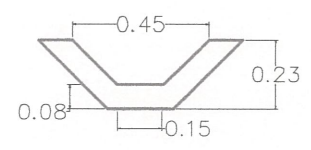
DIBUJÓ:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

CALCULO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

ESCALA: INDICADA

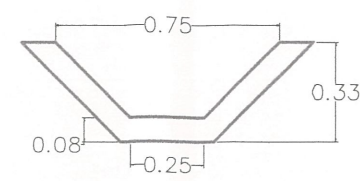
AREA	U	A	E	I	Es
HORA	8				15

Unidad de Prácticas de Ingeniería
Facultad de Ingeniería
Superior de Ingeniería de Prácticas
Instituto Tecnológico de Guatemala



CUNETA TIPO A

CAPACIDAD HIDRAULICA				
Tramo	S (%)	Q (m ³ /s)	Perimetro M	Area (m ²)
1	2.2	0.05836	0.5743	0.045
2	0.7	0.03919		
3.a	2.45	0.02601		
3.b	3.194	0.0556		
4.a	2	0.05615		
4.b	3.55	0.06669		
5	1.7	0.05199		
6	4.5	0.08142		

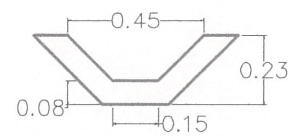


CUNETA TIPO B

CAPACIDAD HIDRAULICA				
Tramo	S (%)	Q (m ³ /s)	Perimetro M	Area (m ²)
3.c	0.23	0.05789	0.9571	0.125

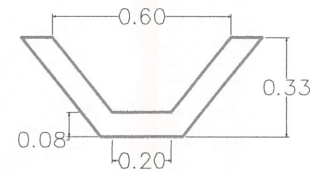
DETALLE CUNETAS

ESCALA: 1/25



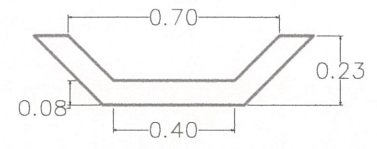
CUNETA DE CONEXION TIPO A

CAPACIDAD HIDRAULICA	
TRAMO 1	
S (%)	5
Q (m ³ /s)	0.05836
Perimetro M.	0.5743
Área (m ²)	0.045



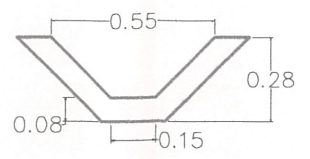
CUNETA DE CONEXION TIPO B

CAPACIDAD HIDRAULICA	
TRAMO 2	
S (%)	0.25
Q (m ³ /s)	0.03919
Perimetro M.	0.7657
Área (m ²)	0.08



CUNETA DE CONEXION TIPO C

CAPACIDAD HIDRAULICA	
TRAMO 3 y 4	
S (%)	6.6
Q (m ³ /s)	0.12458
Perimetro M.	0.8243
Área (m ²)	0.0825

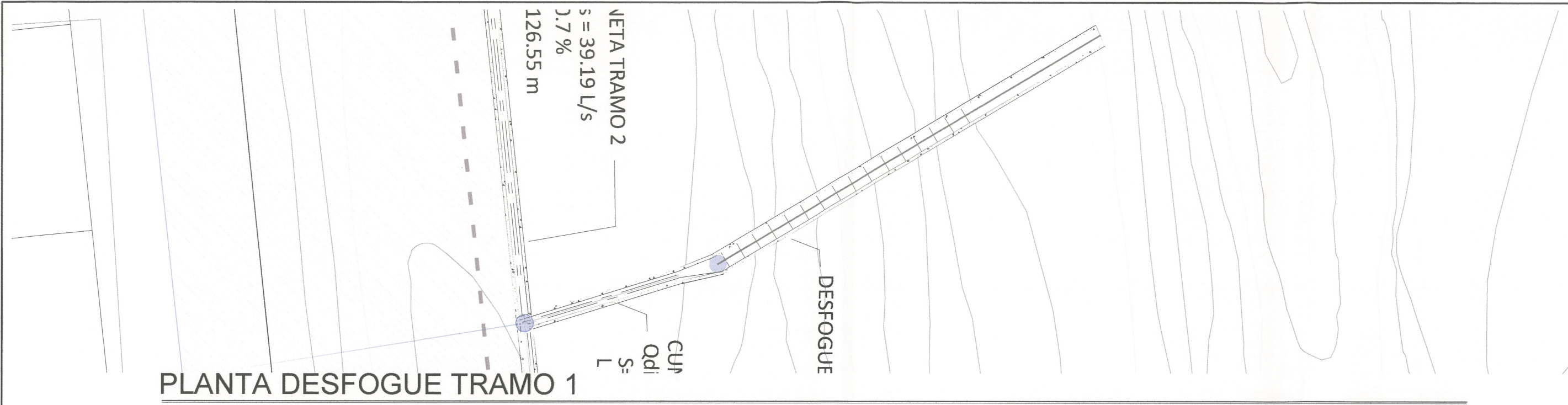


CUNETA CONEXION TIPO D

CAPACIDAD HIDRAULICA	
TRAMO 5 y 6	
S (%)	6.6
Q (m ³ /s)	0.13341
Perimetro M.	0.7157
Área (m ²)	0.07

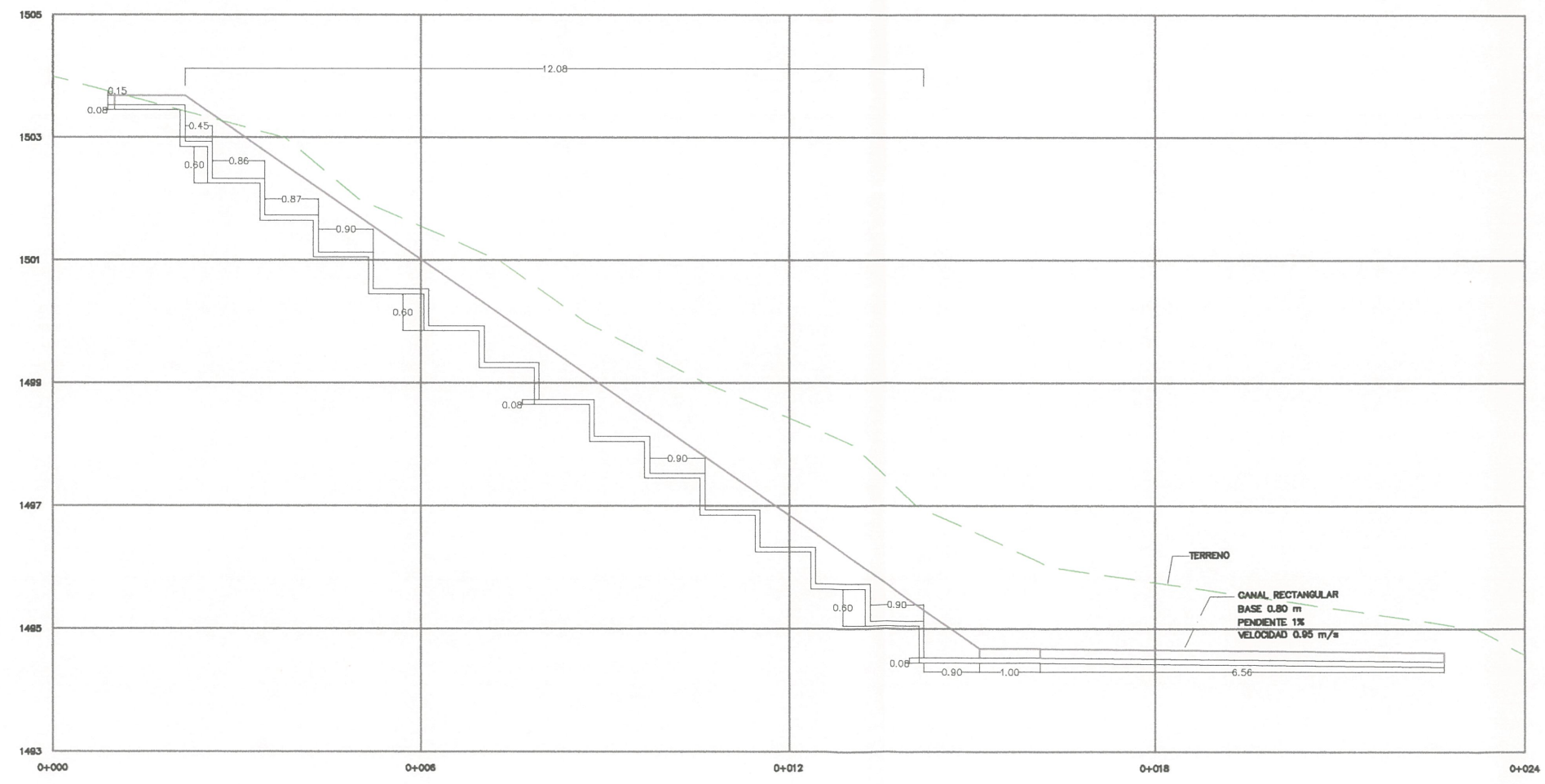
DETALLE CONEXIÓN CUNETA-DESFOGUE

ESCALA: 1/25



PLANTA DESFOGUE TRAMO 1

ESCALA: 1/200

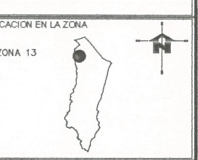


PERFIL DESFOGUE TRAMO 1

ESCALA: 1/100



Dirección de Medio Ambiente



PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN PARQUE ECOLÓGICO, INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, LOMAS DE PAMPLONA, ZONA 13, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA.

DIRECCION:
INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO:
PLANO DE PLANTA PERFIL DESFOGUES

FECHA: ABRIL 2020

UNIDAD DE PROYECTOS DMA

DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE

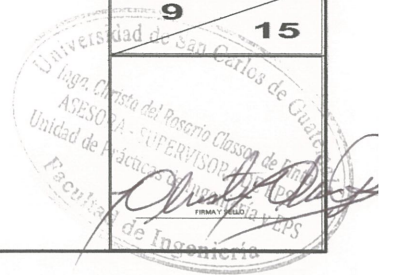
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

UNIDAD DE PROYECTOS DMA

ESCALA: INDICADA

AREA: U A E I Es

HOJA: 9 15





Dirección de Medio Ambiente



PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN PARQUE ECOLÓGICO, INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, LOMAS DE PAMPLONA, ZONA 13, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA.

DIRECCIÓN:
INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO:
PLANO DE PLANTA PERFIL DESFOGUES

FECHA: ABRIL 2020

DISEÑO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

REVISO:
DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE

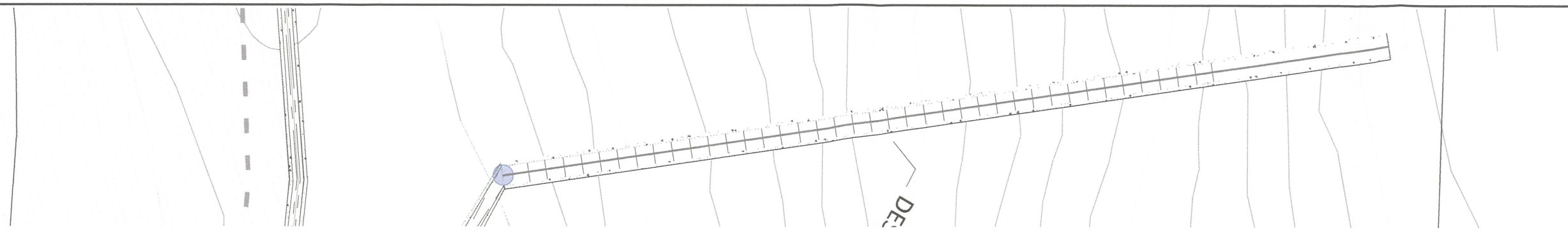
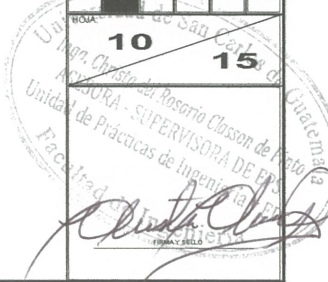
DEBIDO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

CALCULO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

ESCALA: INDICADA

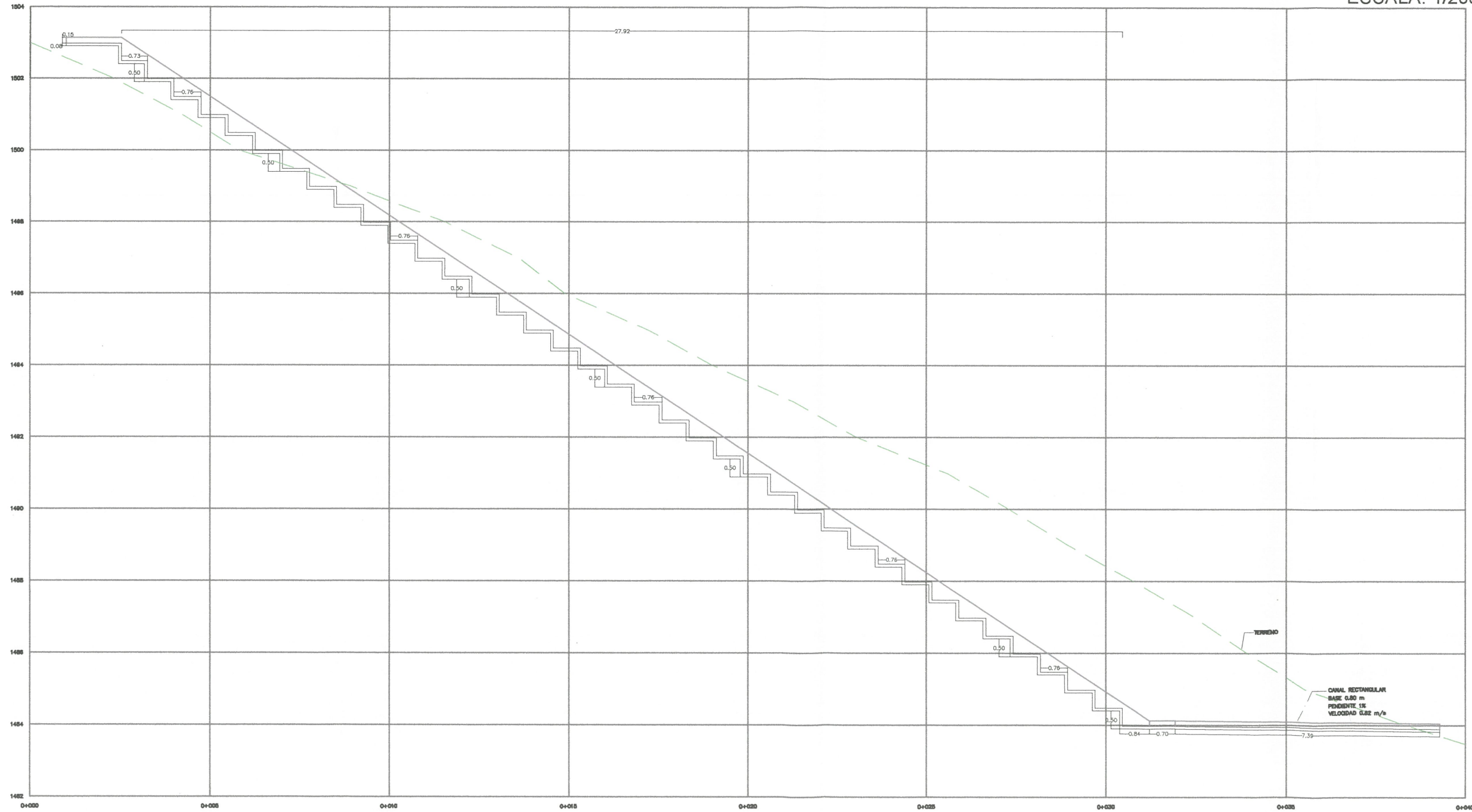
AREA: U A E I Es

10 15



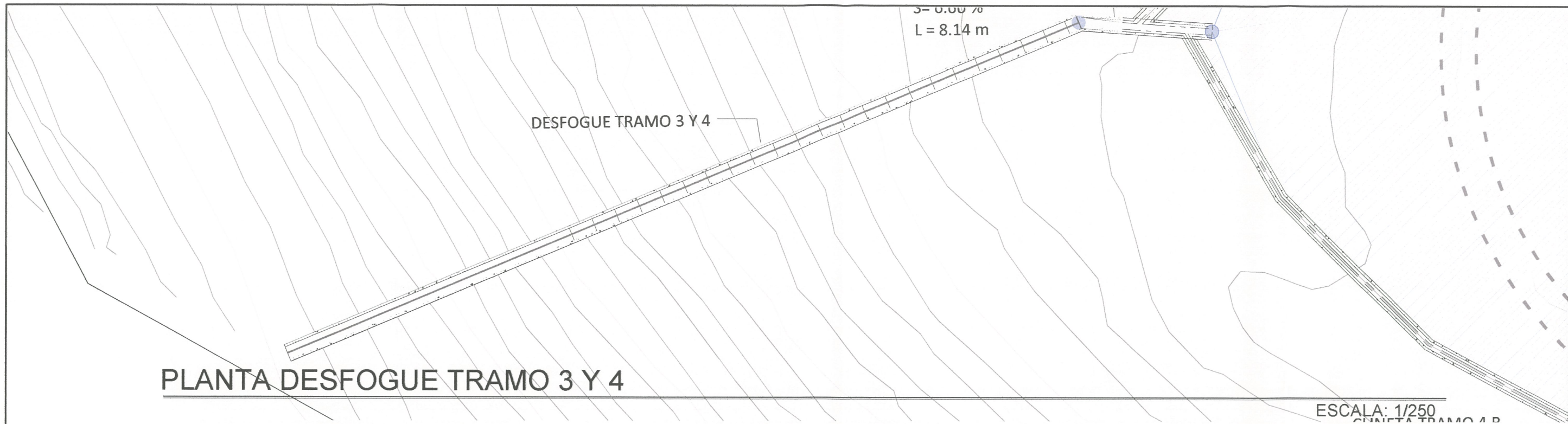
PLANTA DESFOGUE TRAMO 2

ESCALA: 1/200



PERFIL DESFOGUE TRAMO 2

ESCALA: 1/200

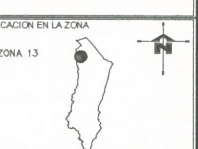


PLANTA DESFOGUE TRAMO 3 Y 4

ESCALA: 1/250
CANAL TRAMO 4 B



Dirección de Medio Ambiente



PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN PARQUE ECOLÓGICO, INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, LOMAS DE PAMPLONA, ZONA 13, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA.

DIRECCIÓN:
INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO:
PLANO DE PLANTA PERFIL DESFOGUES

FECHA: ABRIL 2020

DISEÑO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

REVISÓ:
DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE

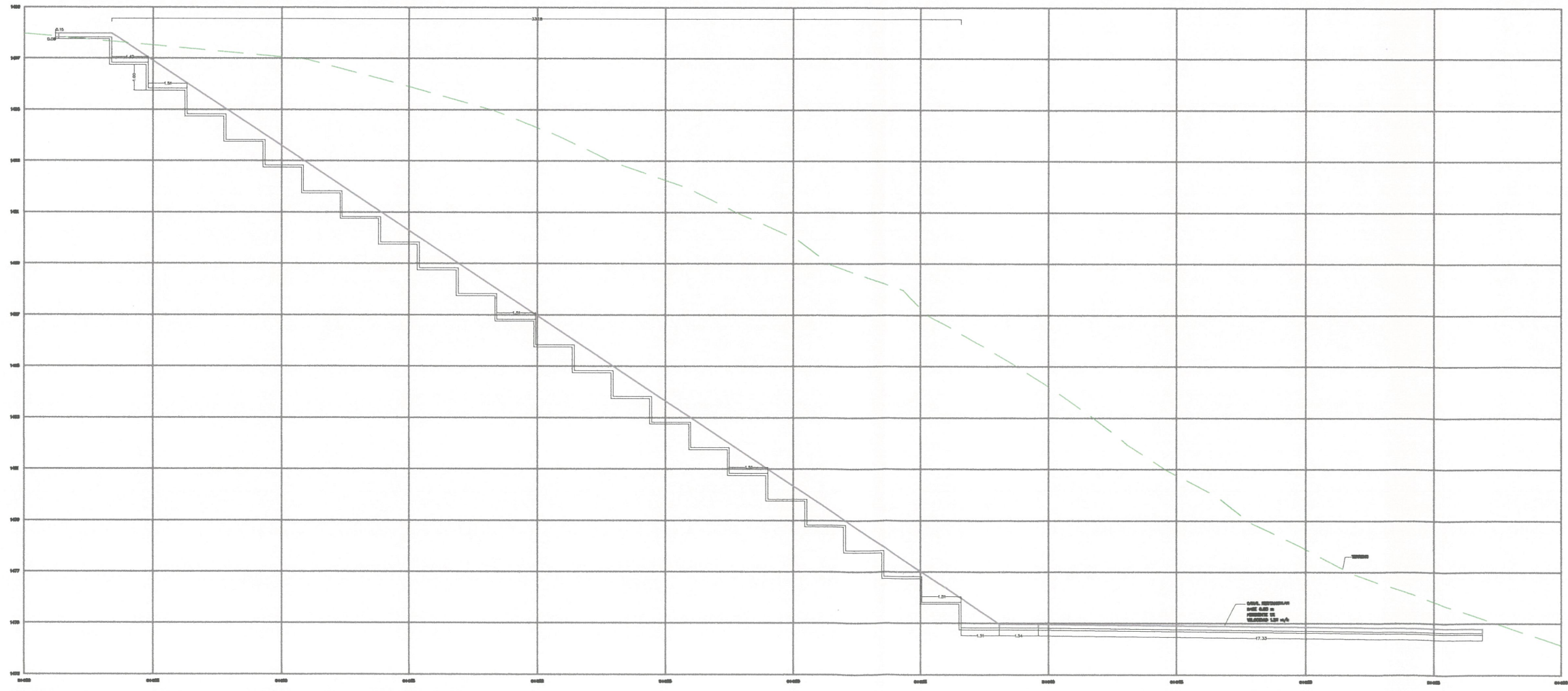
DEBIDO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

CALCULO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

ESCALA:
INDICADA

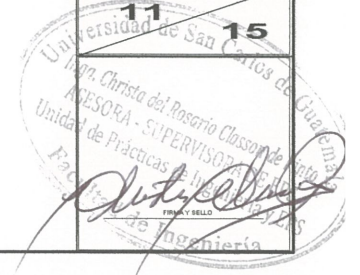
AREA: U A E I Es

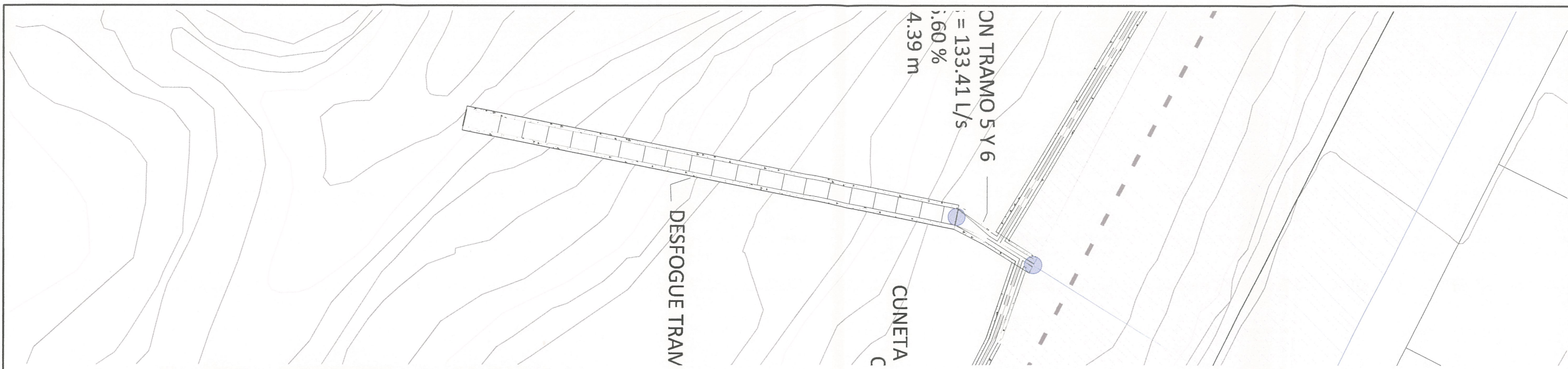
HOJA: 11 15



PERFIL DESFOGUE TRAMO 3 Y 4

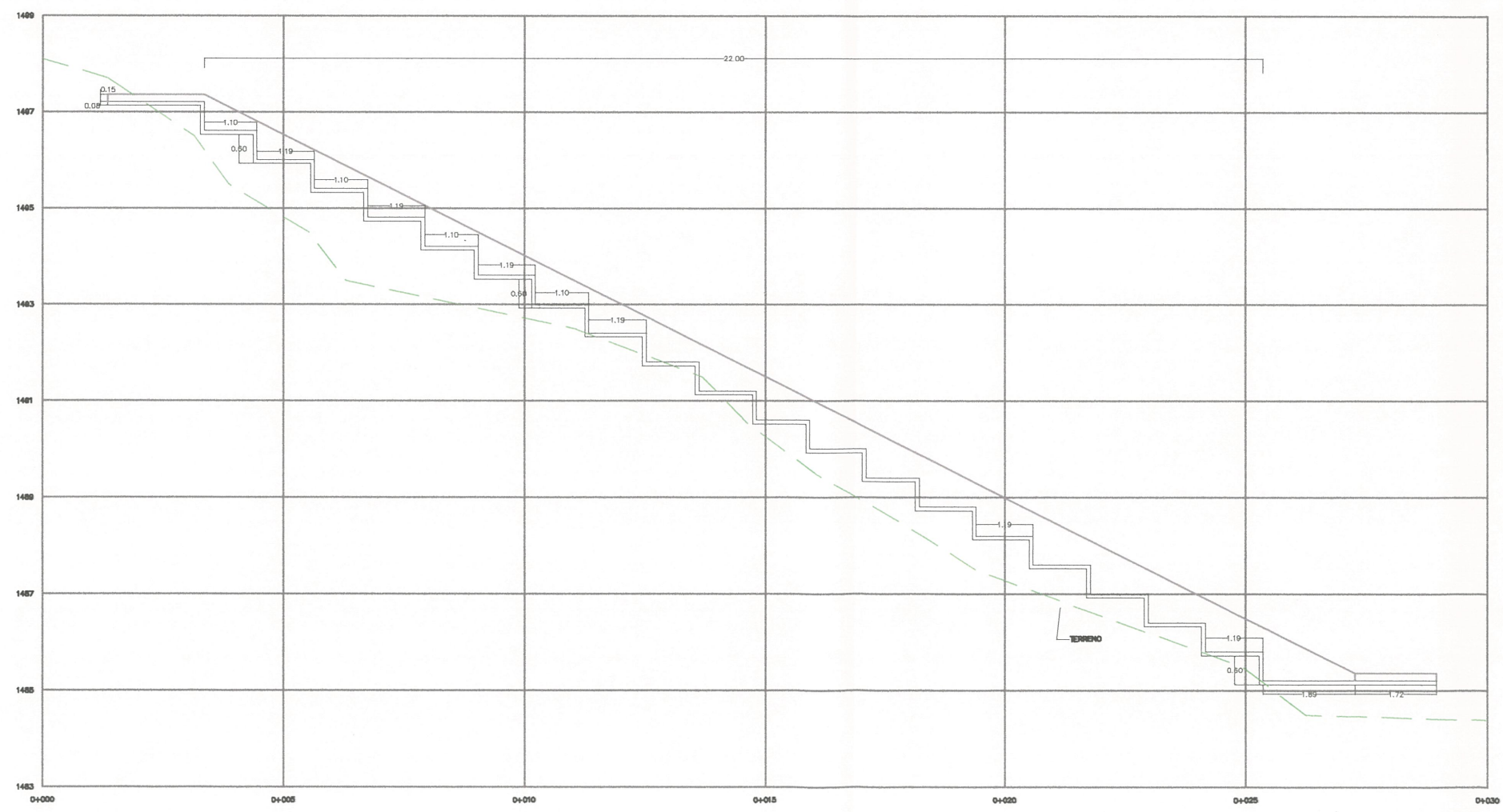
ESCALA: 1/200





PLANTA DESFOGUE TRAMO 1

ESCALA: 1/200

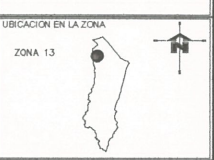


PERFIL DESFOGUE TRAMO 1

ESCALA: 1/100



Dirección de Medio Ambiente



PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN PARQUE ECOLÓGICO, INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, LOMAS DE PAMPLONA, ZONA 13, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA.

DIRECCION:
INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO:
PLANO DE PLANTA PERFIL DESFOGUES

FECHA: ABRIL 2020

DISEÑO: UNIDAD DE PROYECTOS DMA

REVISÓ: DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE

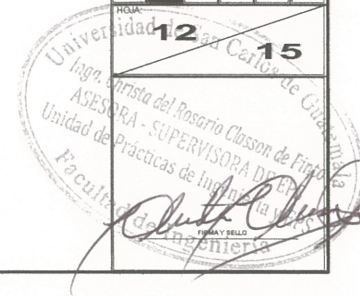
DIBUJO: UNIDAD DE PROYECTOS DMA

CALCULO: UNIDAD DE PROYECTOS DMA

ESCALA: INDICADA

AREA U A E I Es

HORA 12:15





Dirección de Medio Ambiente

UBICACIÓN EN EL MUNICIPIO



UBICACIÓN EN LA ZONA



PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN PARQUE ECOLÓGICO, INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, LOMAS DE PAMPLONA, ZONA 13, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA.

DIRECCIÓN:

INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO:

PLANO DE PLANTA SISTEMA ALCANTARILLADO PLUVIAL

FECHA: ABRIL 2020

UNIDAD DE PROYECTOS DMA

DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE

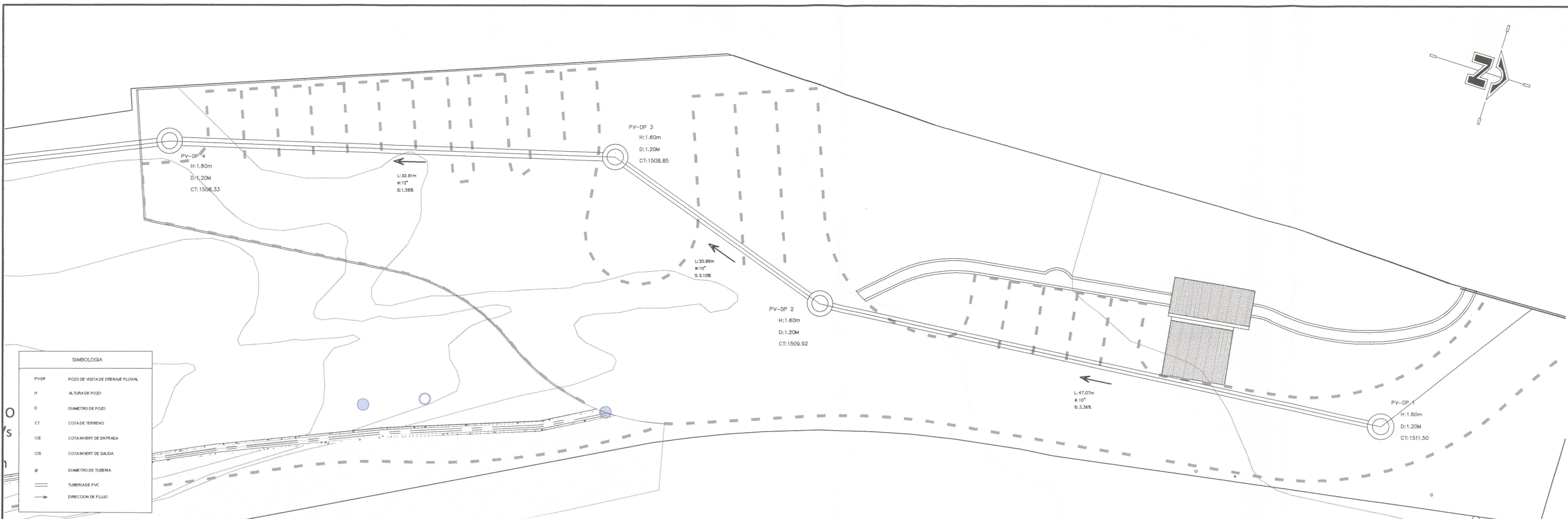
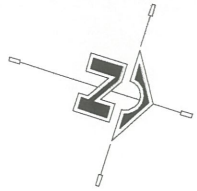
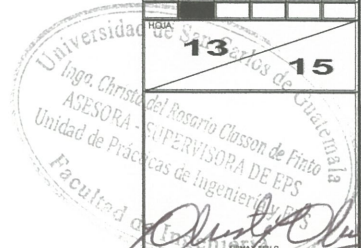
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

UNIDAD DE PROYECTOS DMA

ESCALA: INDICADA

AREA U A E I Es

13 15

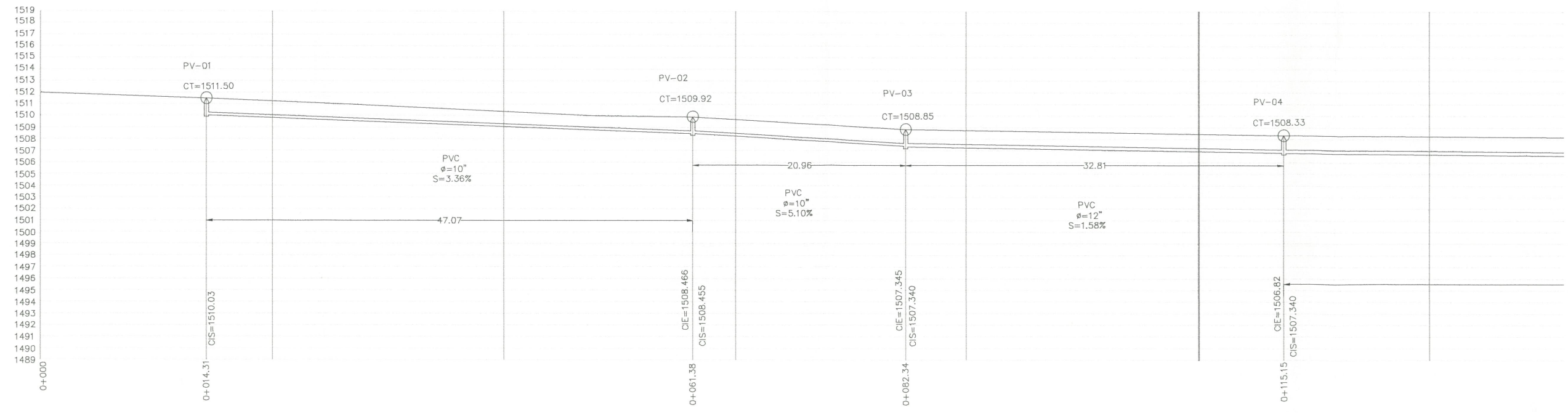


SIMBOLOGIA	
PV-DP	POZO DE VISTA DE DRENAJE PLUVIAL
H	ALTURA DE POZO
D	DIAMETRO DE POZO
CT	COTAS DE TERRENO
CIE	COTAS INVERT DE ENTRADA
CIS	COTAS INVERT DE SALIDA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
—	TUBERIA DE PVC
→	DIRECCIÓN DE FLUJO

PLANTA POZOS

PARQUE ECOLÓGICO ZONA 13 - PAMPLONA

ESCALA: 1/300

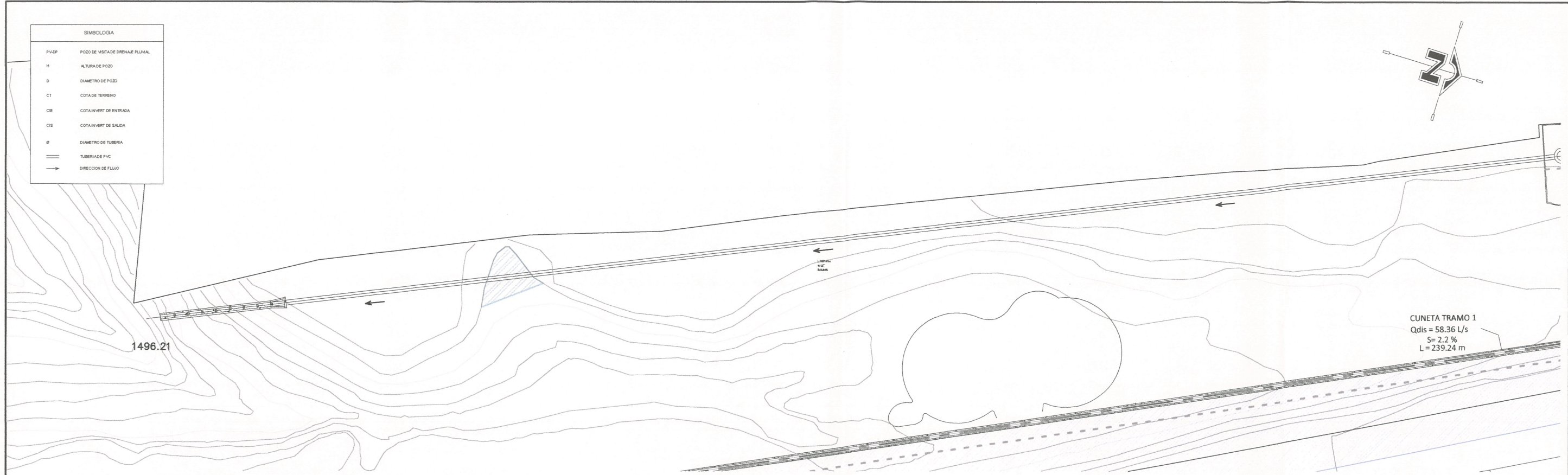


PERFIL POZOS

PARQUE ECOLÓGICO ZONA 13 - PAMPLONA

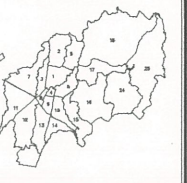
ESCALA: 1/400

SIMBOLOGIA	
PVZP	POZO DE VISITA DE DRENAJE PLUVIAL
H	ALTURA DE POZO
D	DIAMETRO DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
CS	COTA INVERT DE SALIDA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
—	TUBERIA DE PVC
→	DIRECCION DE FLUJO



Dirección de Medio Ambiente

UBICACION EN EL MUNICIPIO



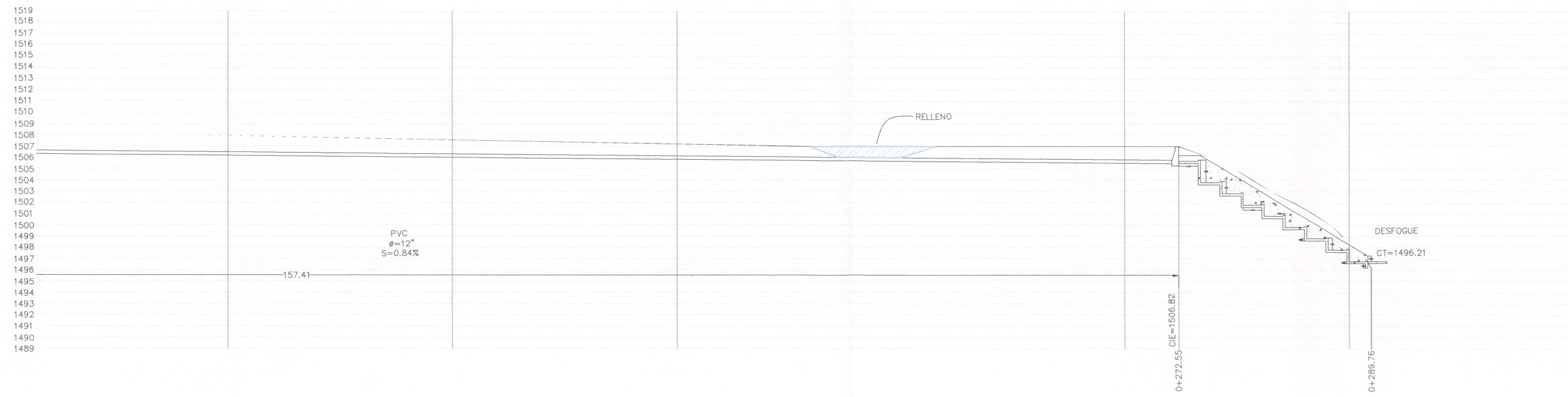
UBICACION EN LA ZONA



PLANTA POZOS

PARQUE ECOLÓGICO ZONA 13 - PAMPLONA

ESCALA: 1/750



PERFIL POZOS

PARQUE ECOLÓGICO ZONA 13 - PAMPLONA

ESCALA: 1/400

PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN PARQUE ECOLÓGICO, INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, LOMAS DE PAMPLONA, ZONA 13, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA.

DIRECCION:
INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO:
PLANO DE PLANTA SISTEMA ALCANTARILLADO PLUVIAL

FECHA:
ABRIL 2020

DISENO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

REVISO:
DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE

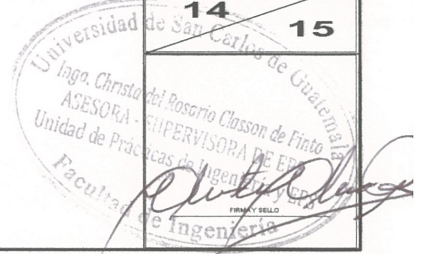
DEBIDO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

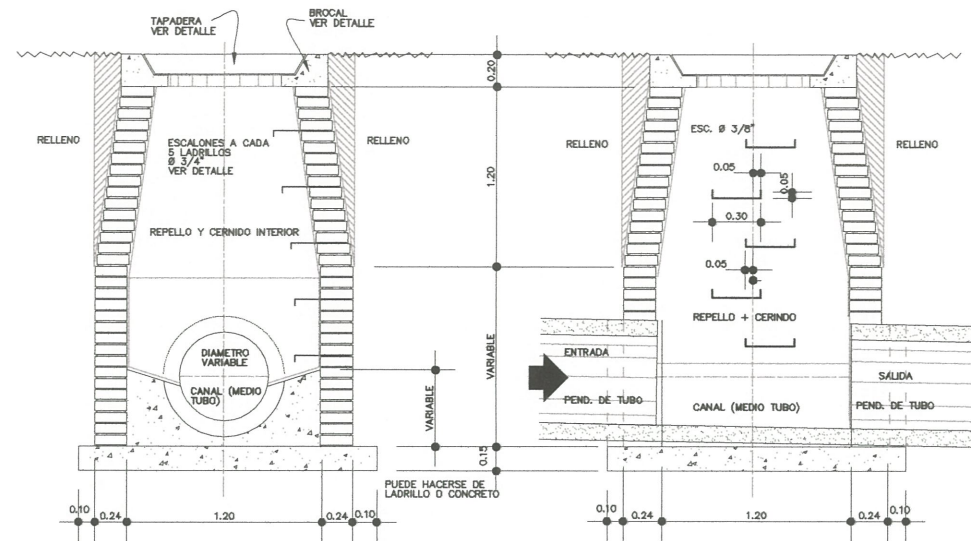
CALCULO:
UNIDAD DE PROYECTOS DMA

ESCALA:
INDICADA

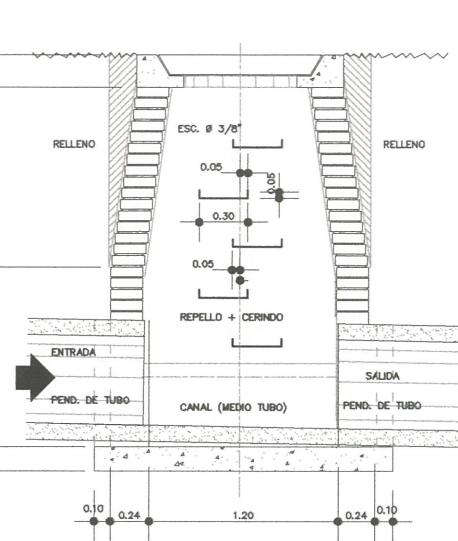
AREA: U A E I Es

HOJA: 14 15

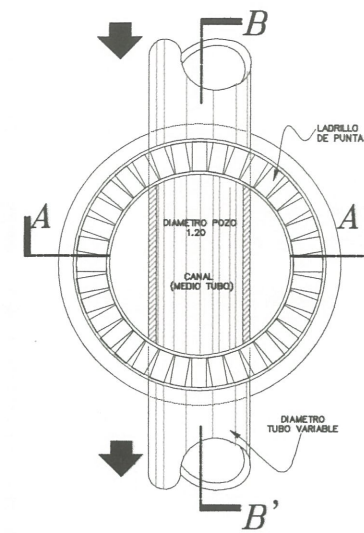




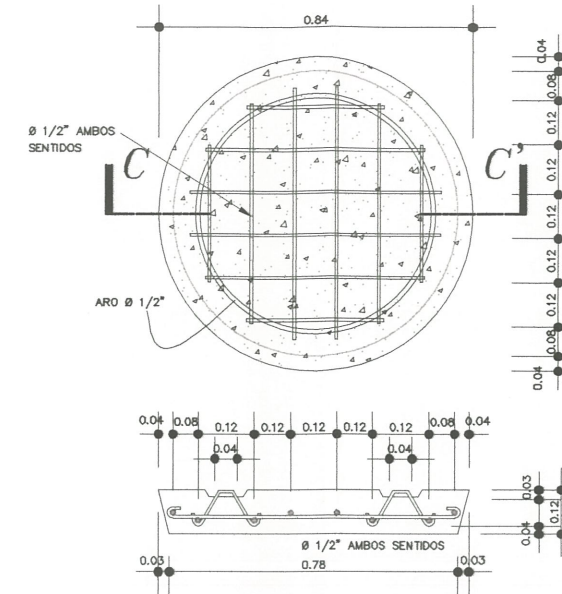
SECCION A-A' ESCALA: 1/50



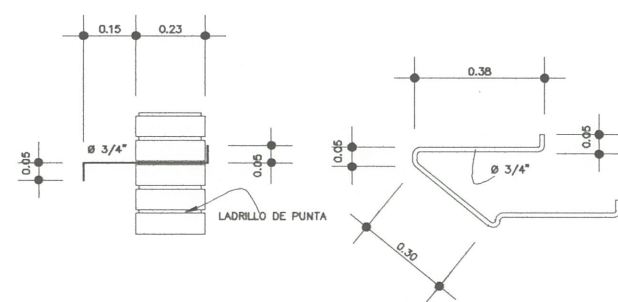
SECCION B-B' ESCALA: 1/50



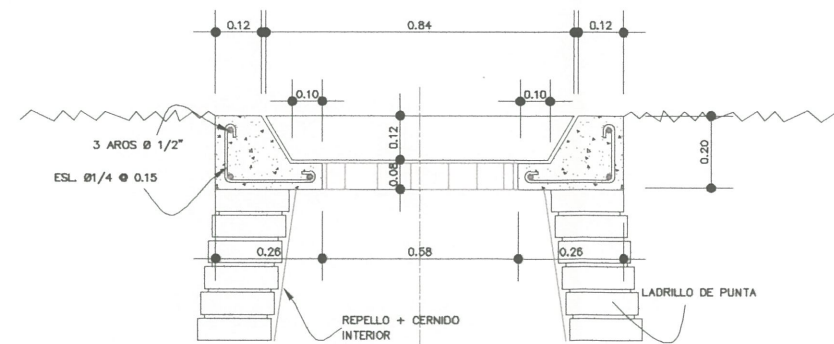
PLANTA ESCALA: 1/50



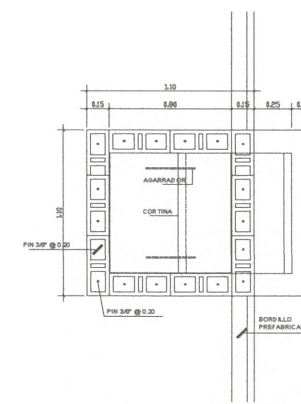
TAPADERA POZO, PLANTA + SECCION C-C' ESCALA: 1/50



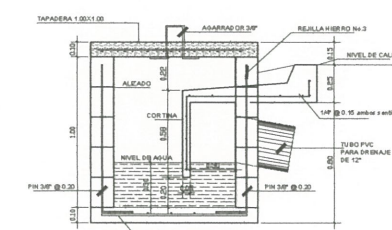
DETALLE DE ESCALON ESCALA: 1/25



DETALLE BROCAL DE POZO ESCALA: 1/25



DETALLE ARMADO CAJA DE TRAGANTE ESCALA: 1/50



ESCALA: 1/50

ESPECIFICACIONES

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
2. EL CONCRETO DEBERA TENER UN $F_c' = 210 \text{ Kg/cm}^2$ PROPORCION 1:2:3:5.
3. EL MORTERO DEBERA SER DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON PROPORCION 1:3.
4. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN USARSE SEGUN ESPECIFICACIONES A.C.I. ANTES DE SU INSTALACION.
5. EL ACERO A UTILIZAR SERA $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$.
6. LA TUBERIA DE CAIDA EN POZOS PARA COLECTORES HASTA DE 24" SERA DE 8", PARA COLECTORES MAYORES DE 24" SERA DE 12".



Dirección de Medio Ambiente

UBICACION EN EL MUNICIPIO



UBICACION EN LA ZONA

ZONA 13



PROYECTO

CONSTRUCCIÓN PARQUE ECOLÓGICO, INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, LOMAS DE PAMPLONA, ZONA 13, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA

DIRECCION:

INGRESO POR 3 AVENIDA Y 11 CALLE, BARRANCOS ENTRE ZONA 12 Y 13 GUATEMALA, GUATEMALA

CONTENIDO:

PLANO DE DETALLES DE CUNETAS

FECHA: ABRIL 2020

DISEÑO: UNIDAD DE PROYECTOS DMA

REVISO: DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE

DIBUJO: UNIDAD DE PROYECTOS DMA

CALCULO: UNIDAD DE PROYECTOS DMA

ESCALA: INDICADA

AREA: U A E T E S

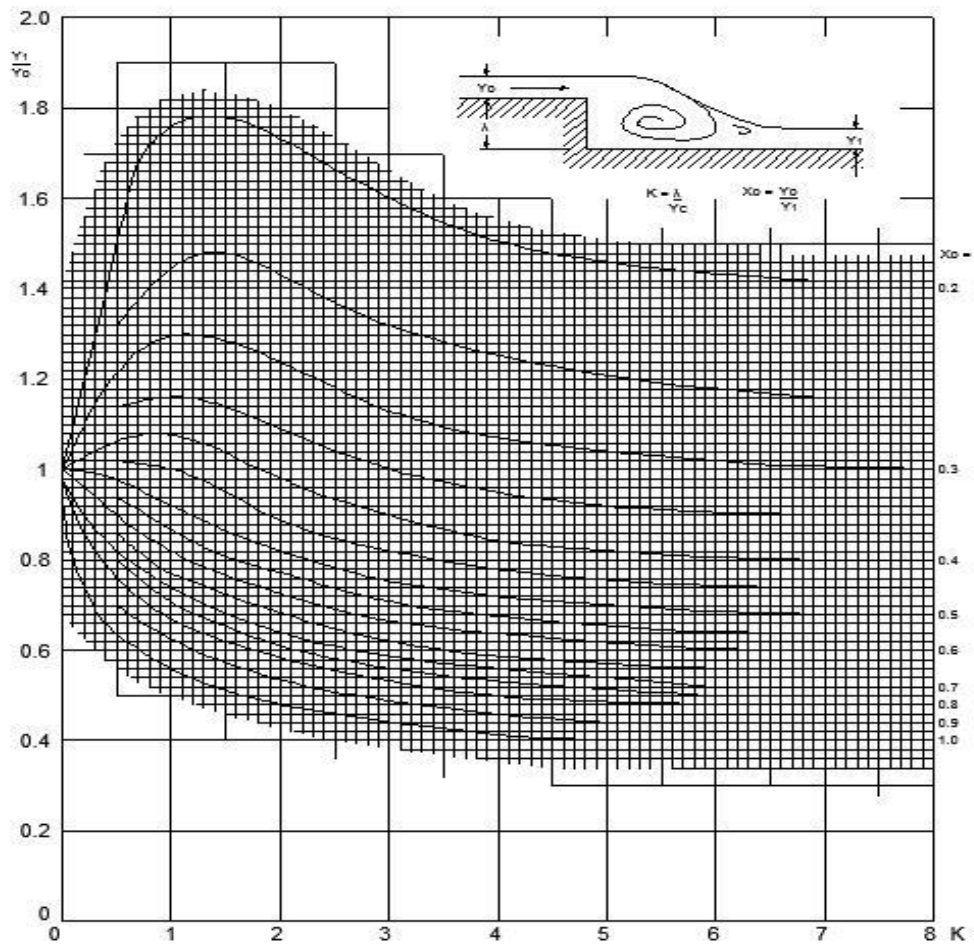
HORA: 15

15

Universidad de Guatemala
Ing. Christo del Rosario Clousson de Parro
ASESORA - SUPERVISORA DE PROYECTO
Unidad de Prácticas de Ingeniería
Facultad de Ingeniería

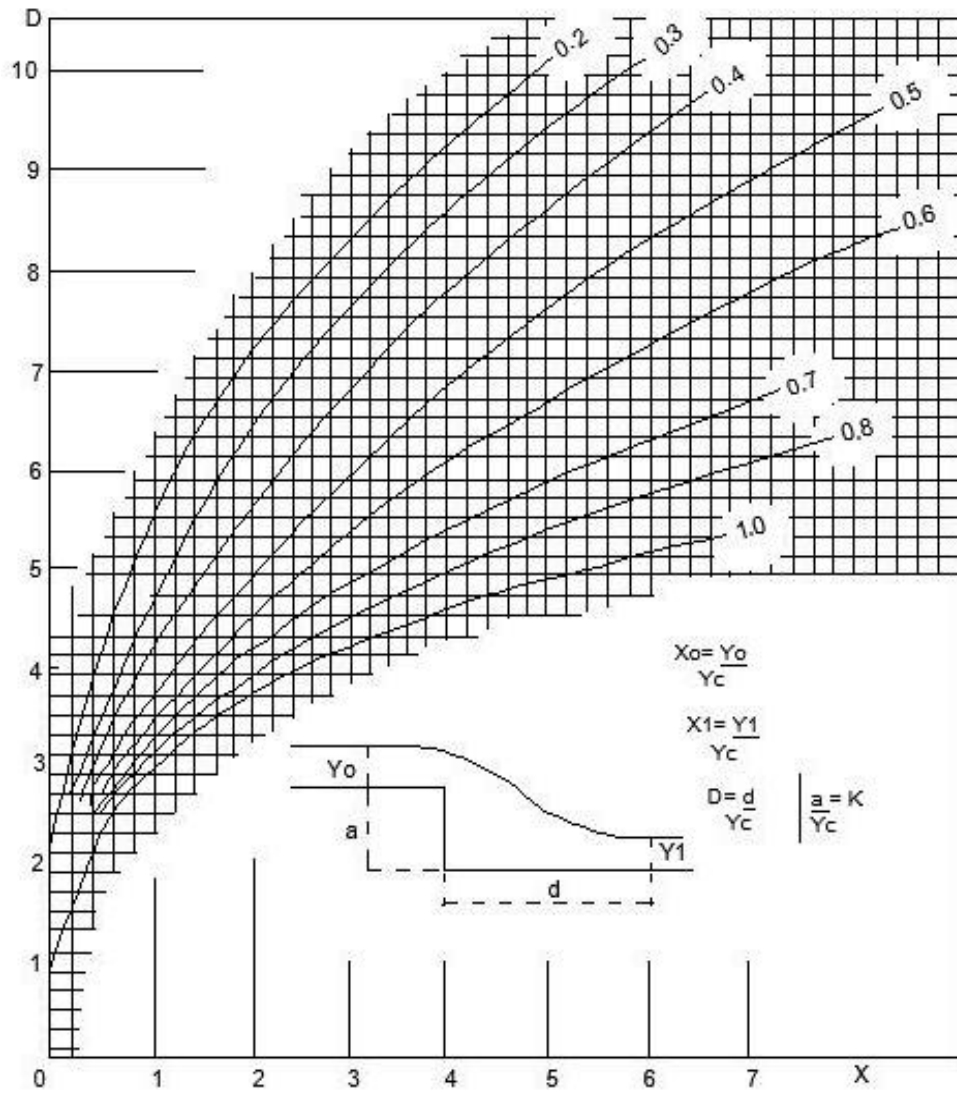
ANEXOS

Anexo 1. Gradas de bajadas antecedidas y seguidas de flujo supercrítico



Fuente: Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales de Lima. *Criterios de Diseño de Obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico*. p. 130.

Anexo 2. **Distancia entre gradas en flujo supercrítico**



Fuente: Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales de Lima. *Criterios de Diseño de Obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico*. p. 131.

Anexo 3. **Balance hídrico**

Fuente: Dirección de Medio Ambiente.

Valle tectónico de la ciudad de Guatemala con bosque
Balance Hidrico

			%	mm
fc mm/d	17883.95	CC	56.00	53804.66
Kfc	1	PMP	41.10	39487.20
Kp	0.06			
Kv	0.20			
Ci	1			
DS	0.96			
Cfo	0.12			

- Infiltración basica del suelo fc mm/d
- Koeficiente de infiltración Kfc (adimencional)
- Fracción que infiltra por efecto de pendiente Kp (adimencional)
- Fracción que infiltra por efecto de cobertura vegetal Kv (adimencional)
- Coficiente de infiltración Ci (adimencional)
- Precipitación mensul del mes P (mm/mes)
- Retención de lluvia en el follaje Ret (mm/mes)
- Precipitación que infiltra mensualmente al suelo Pi (mm/mes)
- Escorrentia superficial generada por la lluvia mensual ESC (mm/mes)
- Capacidad de campo CC (mm)
- Punto de marchitez permanente (mm)
- Densidad aparente DS g/cm3
- Temperatura media grados celsius/mes T
- Porsentaje de luz mensual Ps (%)
- Evapotranspiración potencial ETP mm/mes
- Humedad del suelo inicial HSi mm
- Coficiente de humedad al final del mes, antes de que ocurra la evapotranspiración C1
- Coficiente de humedad al final del mes, después que ocurra la evapotranspiración C2
- Humedad disponible HD mm/mes
- Evapotranspiración real ETPR mm/mes
- Humedad del suelo final Hsf
- Recarga potencial mensual en Rp mm/mes
- Déficit de capacidad de campo DCC mm
- Necesidad de riego mensual NR mm/mes
- Coficiente de retención del follaje, para bosques muy densos Cfo=0.20, otros Cfo=0.12

	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
P	261.83	190.71	207.04	244.26	134.43	43.04	5.73	2.51	4.77	10.14	31.43	132.31
Ret	31.42	22.88	24.84	29.31	16.13	5.17	5.00	2.51	4.77	5.00	5.00	15.88
Pi	230.410	167.823	182.196	214.945	118.301	37.879	0.730	0.000	0.000	5.137	26.426	116.431
ESC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T	19.68	19.76	19.86	19.14	19.10	18.09	18.00	17.43	18.36	19.36	20.32	20.41
Ps	8.8	9.05	8.83	8.28	8.26	7.75	7.88	7.94	7.36	8.43	8.44	8.98
ETP	150.95	155.56	152.20	139.99	139.48	127.28	129.07	127.96	121.77	143.35	147.26	157.05
HSi	53804.66	53804.66	53804.66	53804.66	53804.66	53783.59	53694.68	53567.90	53442.62	53324.43	53191.66	53077.58
C1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.97	0.96	0.96
C2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.97	0.96	0.95	0.95
HD	14547.87	14485.28	14499.65	14532.40	14435.76	14334.26	14208.21	14080.70	13955.41	13842.36	13730.88	13706.81
ETPR	150.95	155.56	152.20	139.99	139.38	126.78	127.51	125.28	118.19	137.90	140.50	149.53
Hsf	53804.66	53804.66	53804.66	53804.66	53783.59	53694.68	53567.90	53442.62	53324.43	53191.66	53077.58	53044.49
Rp	79.46	12.26	29.99	74.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DCC	0.00	0.00	0.00	0.00	21.07	109.98	236.76	362.04	480.23	613.00	727.08	760.18
NR	0.00	0.00	0.00	0.00	21.18	110.47	238.32	364.72	483.82	618.45	733.84	767.70