



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
SANITARIO PARA LA COLONIA LAS VICTORIAS, ALDEA EL BARREAL, JUTIAPA,
JUTIAPA**

Dinaeugenia Ventura Castillo

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, octubre de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
SANITARIO PARA LA COLONIA LAS VICTORIAS, ALDEA EL BARREAL, JUTIAPA,
JUTIAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

DINAEUGENIA VENTURA CASTILLO

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Ing. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Marco Antonio García Díaz
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
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 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
SANITARIO PARA LA COLONIA LAS VICTORIAS, ALDEA EL BARREAL, JUTIAPA,
JUTIAPA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 15 de marzo de 2020.

Dinaeugenia Ventura Castillo

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 20 de julio de 2022
REF.EPS.DOC.234.07.2022

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

Estimado Ingeniero Argueta Hernández:

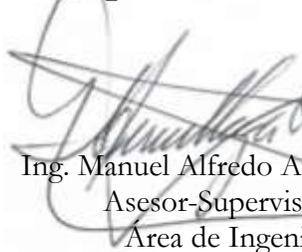
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **Dinaeugenia Ventura Castillo, CUI 2340 46953 2201 y Registro Académico 201122818** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA LAS VICTORIAS, ALDEA EL BARREAL, JUTIAPA, JUTIAPA.**

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”


Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
MAAO/ra

Edificio de EPS, Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, zona 12.
Teléfono directo: 2442-3509

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 04 de agosto de 2022
REF.EPS.D.246.08.2022

Ing. Armando Fuentes Roca
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Fuentes Roca:

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 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA LAS VICTORIAS, ALDEA EL BARREAL, JUTIAPA, JUTIAPA.**, que fue desarrollado por la estudiante universitaria **Dinaeugenia Ventura Castillo, CUI 2340 46953 2201 y Registro Académico 201122818**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación por parte del Asesor-Supervisor, 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

OAH/ra



Guatemala, 28 de julio 2022

Ingeniero
Armando Fuentes Roca
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Guatemala

Ingeniero Fuentes.

Por medio de la presente comunico a usted, que a través del Departamento de Hidráulica de la Escuela de Ingeniería Civil se ha revisado el Informe Final de EPS, “**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA LAS VICTORIAS, ALDEA EL BARREAL, JUTIAPA, JUTIAPA**”, del estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil **DINAEUGENIA VENTURA8 CASTILLO**, Registro Académico:2011 22818, como Asesor al **ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA**.

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

Sin otro particular, le saludo muy atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
U S A C
Ing. Civil Pedro Antonio Aguilar Polanco
Jefe Del Departamento de Hidráulica

Cc: Estudiante xxxxxxxxxx
Archivo

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Coordinador del Departamento de Hidráulica

Asesor
Interesado





LNG.DIRECTOR.186.EIC.2022

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de Área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA LAS VICTORIAS, ALDEA EL BARREAL, JUTIAPA, JUTIAPA**, presentado por: **Dinaeugenia Ventura Castillo**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Armando Fuentes Roca
Director
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala, septiembre de 2022



LNG.DECANATO.OI.651.2022

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 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA LAS VICTORIAS, ALDEA EL BARREAL, JUTIAPA, JUTIAPA**, presentado por: **Dinaeugenia Ventura Castillo**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, octubre de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser la luz que alumbra mi caminar, brindarme las fuerzas, sabiduría y bendiciones para poder culminar esta meta.
Mis padres	Dina Castillo, mi ángel en el cielo y Ludim Ventura, mi ángel en la tierra, por su sacrificio, dedicación y paciencia para hacer de mí una mujer profesional capaz de poder cumplir metas en la vida.
Mis hermanos	Ludim Ventura, mi ángel en el cielo y Luis Ventura mi ángel en la tierra, por su amor, ánimos y confianza a lo largo de mi vida, por soñar y luchar conmigo, por ser mis ejemplos a seguir y nunca dejarme caer.
Mis sobrinos	Dinasofia, Katherin y Estuardo Ventura, por su infinito amor.
Madrina	Flora Ramírez, por su amor y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por convertirse en mi casa de estudios, brindándome la oportunidad de crecer profesionalmente y así poder realizarme como profesional.
Facultad de Ingeniería	Por formarme académicamente en sus aulas.
Ing. Manuel Arrivillaga	Quien me acompañó y asesoró en el desarrollo de este trabajo, además agradecer su paciencia, comprensión y compartir su vasta experiencia.
Arq. Luis Ángel Ventura Catillo	Por ser mi guía y compartir sus conocimientos y experiencia en la vida y ámbito profesional, por su apoyo incondicional a lo largo de toda la carrera y siempre creer en mí.
Jorge Escobar Fuentes	Por dedicar el tiempo con amor, paciencia y dedicación, para apoyarme en el desarrollo de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. FASE DE INVESTIGACION.....	1
1.1. Monografía del municipio de Jutiapa.....	1
1.1.1. Ubicación y localización.....	1
1.1.2. Origen de la comunidad.....	2
1.1.3. Población actual.....	3
1.1.4. Clima.....	3
1.1.5. Vías de acceso.....	4
1.1.6. Servicios públicos.....	4
1.1.7. Actividades económicas.....	6
1.2. Principales necesidades del municipio de Jutiapa.....	6
1.2.1. Descripción de necesidades.....	6
1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades.....	7
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	9
2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la colonia Las Victorias, Aldea el Barreal, Jutiapa, Jutiapa.....	9
2.1.1. Descripción del proyecto.....	9

2.1.2.	Levantamiento topográfico	10
2.1.2.1.	Planimetría	11
2.1.2.2.	Altimetría	11
2.1.2.3.	Taquimetría	11
2.1.3.	Tipo de fuentes.....	12
2.1.4.	Aforo de fuente.....	13
2.1.5.	Calidad de agua	14
2.1.5.1.	Análisis bacteriológico	14
2.1.5.2.	Examen físico – químico.....	15
2.1.6.	Parámetros de diseño	16
2.1.6.1.	Población actual	17
2.1.6.2.	Periodo de diseño.....	17
2.1.6.3.	Población futura.....	18
2.1.6.4.	Dotación	19
2.1.6.5.	Factor día máximo	19
2.1.6.6.	Factor de hora máxima	20
2.1.7.	Diseño del sistema	20
2.1.7.1.	Caudal medio diario	20
2.1.7.2.	Caudal máximo diario	21
2.1.7.3.	Caudal máximo horario.....	22
2.1.7.4.	Presión estática y dinámica	22
2.1.7.4.1.	Presión de trabajo	23
2.1.7.5.	Línea de conducción.....	23
2.1.7.5.1.	Tipos de líneas de conducción	24
2.1.7.6.	Línea de distribución.....	26
2.1.7.7.	Calculo hidráulico	27
2.1.7.7.1.	Determinar puntos de consumo.....	29

	2.1.7.7.2.	Distribución de caudales	30
	2.1.7.7.3.	Cálculo de diámetros	34
	2.1.7.7.4.	Cálculo de pérdidas	35
	2.1.7.7.5.	Cálculo de velocidades	39
	2.1.7.7.6.	Cálculo de cota piezométrica.....	40
2.1.8.		Obras de arte.....	41
2.1.9.		Válvulas	41
	2.1.9.1.	Válvula de compuerta.....	41
	2.1.9.2.	Válvula de limpieza	42
	2.1.9.3.	Válvula de aire	42
2.1.10.		Propuesta de desinfección.....	42
2.1.11.		Operación y mantenimiento del sistema	44
2.1.12.		Presupuesto del proyecto	45
	2.1.12.1.	Costos directos	46
		2.1.12.1.1. Materiales	46
		2.1.12.1.2. Mano de obra.....	46
		2.1.12.1.3. Herramienta y equipo.....	46
	2.1.12.2.	Costos directos	47
2.1.13.		Cronograma de ejecución	48
2.1.14.		Impacto ambiental.....	50
2.2.		Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la colonia Las Victorias aldea El Barreal	52
	2.2.1.	Descripción del proyecto.....	52
	2.2.2.	Levantamiento topográfico.....	53
		2.2.2.1. Planimetría.....	54
		2.2.2.2. Altimetría.....	54
		2.2.2.3. Taquimetría	55
	2.2.3.	Generalidades de un sistema de alcantarillado.....	55

2.2.4.	Componentes del Sistema	56
2.2.4.1.	Colector	56
2.2.4.2.	Pozos de visita	57
2.2.4.3.	Conexiones domiciliarias	58
2.2.4.3.1.	Candela	58
2.2.4.3.2.	Acometida domiciliar	58
2.2.5.	Parámetros de diseño	59
2.2.5.1.	Población actual	59
2.2.5.2.	Periodo de diseño.....	59
2.2.5.3.	Dotación	60
2.2.5.4.	Factor de retorno	60
2.2.6.	Determinación del caudal de diseño.....	61
2.2.6.1.	Caudal domiciliar	61
2.2.6.2.	Caudal comercial	61
2.2.6.3.	Caudal de infiltración	62
2.2.6.4.	Caudal de conexiones ilícitas.....	63
2.2.6.5.	Caudal industrial	63
2.2.6.6.	Caudal sanitario.....	64
2.2.6.7.	Factor de caudal medio	65
2.2.6.8.	Factor de Harmon.....	65
2.2.6.9.	Caudal de diseño.....	66
2.2.7.	Diseño hidráulico.....	66
2.2.7.1.	Velocidad a sección llena	67
2.2.7.2.	Caudal a sección llena.....	67
2.2.7.3.	Relaciones hidráulicas	68
2.2.7.4.	Velocidad del caudal de diseño	69
2.2.8.	Cotas invert	69
2.2.9.	Ancho de zanja.....	70
2.2.10.	Volumen de excavación	71

2.2.11.	Ejemplo de cálculo.....	71
2.2.12.	Diseño del tramo 1 PVA1 – PVA2.....	72
2.2.13.	Tratamiento de aguas residuales	76
2.2.14.	Presupuesto del proyecto	77
2.2.14.1.	Costos directos	77
2.2.14.1.1.	Materiales	77
2.2.14.1.2.	Mano de obra.....	78
2.2.14.1.3.	Herramienta y equipo.....	78
2.2.14.1.4.	Transporte y maquinaria	78
2.2.14.2.	Costos directos	78
2.2.15.	Cronograma de ejecución	79
2.2.16.	Impacto ambiental.....	81
CONCLUSIONES		85
RECOMENDACIONES.....		87
BIBLIOGRAFÍA.....		89
APÉNDICES		91
ANEXOS		99

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación del municipio de Jutiapa	2
----	--	---

TABLAS

I.	Distribución de viviendas.....	28
II.	Determinación puntos de consumo	29
III.	Distribución de caudal en nodo J1	30
IV.	Distribución de caudal en nodo J2.....	30
V.	Distribución de caudal en nodo J5.....	31
VI.	Distribución de caudal en nodo J6.....	31
VII.	Distribución de caudal en nodo J7.....	31
VIII.	Distribución de caudal en nodo J8.....	32
IX.	Distribución de caudales en nodo J9	32
X.	Distribución de caudales en nodo J10	32
XI.	Distribución de caudales en nodo J11	33
XII.	Distribución de caudales en nodo J12	33
XIII.	Distribución de caudales en nodo J13	33
XIV.	Distribución de caudales en nodo J14	34
XV.	Distribución de caudales en el nodo J15	34
XVI.	Primera iteración	37
XVII.	Segunda iteración	38
XVIII.	Cálculo y comparación de velocidades	39
XIX.	Cotas piezométricas.....	40

XX.	Hipoclorito de calcio para la solución al 0	44
XXI.	Programa de operación y mantenimiento.....	45
XXII.	Presupuesto	47
XXIII.	Cronograma de ejecución	49
XXIV.	Ancho mínimo de zanja para tubería PVC ASTM F-949	71
XXV.	Datos generales para cálculos	72
XXVI.	Presupuesto del proyecto	79
XXVII.	Cronograma de ejecución	80

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H	Altura
A	Amortización
Hp	Caballo de fuerza
CDT	Carga dinámica total
Q	Caudal
Q com	Caudal comercial
Qb	Caudal de bombeo
Q d.max	Caudal día máximo
Q dom	Caudal domiciliario
Q h. Max	Caudal hora máximo
Q ind	Caudal industrial
Q il	Caudal por conexiones ilícitas
Q inf	Caudal por infiltración
Qs	Caudal sanitario
Cm	Centímetro
PVC	Cloruro de Polivinilo
Ka	Coefficiente activo
C	Coefficiente de fricción interno
Cb	Costo de bombeo
CT	Cota del terreno
CPZ	Cota piezométrica
Ø	Diámetro
Dot	Dotación

Fqm	Factor caudal máximo
FH	Factor de Harmon
FHM	Factor de hora máximo
FDM	Factor día máximo
G	Gravedad
Kg	Kilogramo
Km	Kilómetro
PSI	Libra sobre pulgada cuadrada
m	Metro
m.c.a	Metro columna de agua
m/s	Metro por segundo
S	Pendiente
Hf	Pérdidas por fricción
n	Periodo de diseño
Pob	Población
Pf	Población futura
Po	Población inicial
Plg	Pulgada
d/D	Relación de tirantes
r	Tasa de crecimiento
V	Velocidad
Viv	Vivienda

GLOSARIO

Accesorios	Elementos utilizados para el buen funcionamiento del sistema de agua potable y alcantarillado sanitario; tales como codos, <i>nipples</i> , <i>tees</i> , válvulas, entre otros.
ACI	American Concrete Institute.
Aforo	Operación destinada a la medición del caudal de alguna fuente de captación.
Agua potable	Agua que es apta para el consumo humano.
Agua residual	Es el agua desechada por los domicilios, industrias o comercio.
Altimetría	Es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimiento para determinar y representar la altura respecto a un nivel de referencia.
Altitud	Distancia vertical de un punto de la superficie terrestre respecto al nivel del mar.
Calidad	Conjunto de propiedades que caracterizan y valoran a un material o servicio con respecto a las restantes de su tipo y con respecto a estándares nacionales o internacionales.

Captación	Estructura hidráulica que tiene como función reunir agua de distintos lugares para algún uso específico.
Caudal	Cantidad de fluido por unidad de tiempo.
Censo	Es un recuento de datos estadísticos sobre una población específica.
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas.
Colector	Tubería principal por la cual son evacuadas las aguas residuales.
Conexión domiciliar	Conjunto de tuberías que conduce el agua potable a cada uno de los domicilios. También se le llama conexión domiciliar al conjunto de tuberías que conduce el agua residual al colector principal.
Cota de terreno	Elevación que tiene el terreno con respecto a un punto base referenciado.
Cota invert	Distancia que existe entre la cota del terreno y la parte interna inferior de la tubería en un punto determinado.
Desfogue	Lugar al que será evacuada el agua residual para poder ser tratada.
Desinfección	Proceso químico en el que se desinfecta el agua para que sea potable.

Distribución	Proceso en donde se transporta el agua por medio de una tubería a cada uno de los domicilios.
DMP	Dirección Municipal de Planificación.
Dotación	Valor de consumo de agua diario asignado para los habitantes de una comunidad.
EMPAGUA	Empresa Municipal de Agua de la ciudad de Guatemala.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
Pendiente	Es la inclinación de un cuerpo con respecto a una línea de referencia, generalmente medida en grados.
Planimetría	Es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos que consisten en proyectar sobre un plano horizontal los puntos a analizar.
Pozo	Excavación vertical de gran profundidad que tiene como objetivo encontrar una reserva de agua.
Presión dinámica	Presión que existe en la tubería del sistema de abastecimiento de agua potable cuando el líquido está en movimiento.

Presión estática	Presión que existe en la tubería del sistema de abastecimiento de agua potable cuando el líquido no está en movimiento.
Sedimento	Material fragmentado transportado por el agua desde el lugar de origen, puede estar suspendido o depositado en la conducción de la misma.
Topografía	Ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica terrestre.
Tramo	Longitud comprendida entre dos puntos de análisis de tubería.
Válvula	Dispositivo mecánico con el que se puede dar inicio, detener, graduar o dividir el flujo.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación está desarrollado para poder solventar las necesidades localizadas en la colonia Las Victorias, Aldea el Barreal, Jutiapa, Jutiapa. Para ello, se realizan los diseños correspondientes al sistema de alcantarillado sanitario y un sistema de abastecimiento de agua potable.

Se da inicio con una investigación monográfica del municipio de Jutiapa, y de sus diversas aldeas, tal fue el caso de la colonia las Victorias ubicada en la Aldea el Barreal, haciéndose notar la necesidad de las personas de tener un adecuado sistema de alcantarillado sanitario y un eficiente sistema de distribución de agua potable.

Prosigue la fase práctica, es decir la realización de los diseños, para los cuales, se realiza un levantamiento topográfico y una encuesta de densidad poblacional. Luego se establecen los parámetros de diseño con la ayuda de normas y de guías de diseño, se realizan los cálculos hidráulicos, planos, presupuesto y cronograma físico-financiero. En el caso del agua potable se realizan estudios bacteriológicos y fisicoquímicos de la fuente de abastecimiento. Todo lo mencionado se realiza con criterios de diseño propios y con asesoría profesional.

Se finaliza con la realización de conclusiones y recomendaciones para que los diseños presentados sean eficientes. En el área de apéndices se encuentra la memoria de cálculo y el juego de planos de cada diseño y en el área de anexos se encuentran los resultados de los laboratorios.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para la colonia Las Victorias, aldea el Barreal, municipio de Jutiapa, departamento de Jutiapa.

Específicos

1. Reducir el alto índice de enfermedades gastrointestinales dentro de la población por no contar con agua potable y así mismo evitar la contaminación por los desechos arrojado.
2. Desarrollar un juego de planos, presupuesto y cronograma de ejecución para el debido proceso constructivo de ambos proyectos.
3. Determinar y seleccionar los parámetros, códigos y normas adecuadas para elaborar los diseños tomando en cuenta las características del lugar y su población.

INTRODUCCIÓN

En Guatemala existen muchas poblaciones que carecen de un adecuado sistema de infraestructura y de saneamiento. Es por ello que la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, mediante el programa de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), busca concientizar a futuros profesionales, mediante el desarrollo de proyectos que sean propicios para el progreso de distintas comunidades.

A partir de ello, y en vista de las necesidades de la población en La colonia Las Victorias de la Aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa, se optó por el desarrollo de dos proyectos de saneamiento, el primero, un diseño de abastecimiento de agua potable, que consta de una línea de distribución mixta, es decir, que consta de ramales abiertos y cerrados. Y el segundo, un diseño de alcantarillado sanitario, que consta de un colector principal de 6 pulgadas, 22 pozos de visita, diversos ramales y un desfogue hacia un colector municipal ya existente. Todo esto para brindarle una mejor calidad de vida a la comunidad.

Los diseños realizados están basados en normativas nacionales e internacionales, tal es el caso de la guía de diseño presentada por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) y normativas ASTM.

Para facilitar la ejecución de los proyectos, el presente trabajo de graduación provee los juegos de planos, cronogramas de ejecución y presupuestos, implementando los factores y conocimientos apropiados para satisfacer las necesidades de la población.

1. FASE DE INVESTIGACION

1.1. Monografía del municipio de Jutiapa

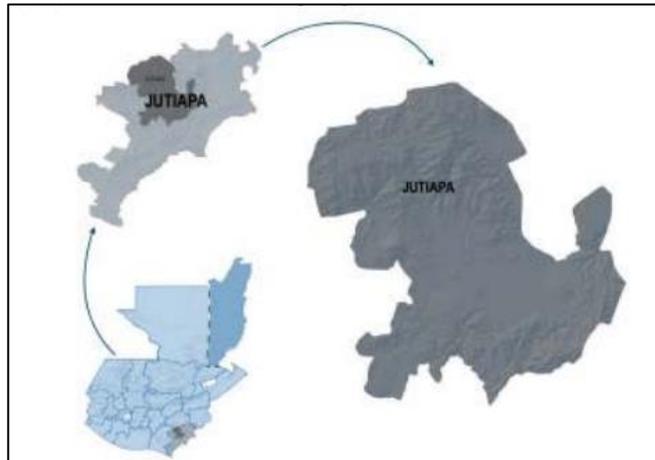
En la fase de investigación se presentan los aspectos monográficos del municipio de Jutiapa, departamento de Jutiapa, y de la colonia Las Victorias, El barreal; los aspectos monográficos harán énfasis en la necesidad de los diseños de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario, respectivamente.

1.1.1. Ubicación y localización

El municipio de Jutiapa pertenece al departamento de Jutiapa y está ubicado en la parte Nor-Oeste del mismo. Limita al norte con el municipio de Monjas (Jalapa), El Progreso, Santa Catarina Mita (Jutiapa), y el departamento de Santa Rosa, al sur con los municipios de Comapa, Jalpatagua, y al oeste con los municipios de Quesada, Jalpatagua y Casillas del departamento de Santa Rosa. Se encuentra localizado entre las coordenadas 14° 16' 58" latitud Norte y 89° 53' 33" longitud oeste.

El territorio tiene una extensión de 620 Km², se encuentra a una altura que oscila entre 850 y 1 832 metros sobre el nivel del mar. Se ubica a 124 (118), kilómetros de la ciudad capital por la ruta CA-1.

Figura 1. **Ubicación del municipio de Jutiapa**



Fuente: Municipalidad de Jutiapa. *Manual de la Dirección Municipal de Planificación - DMP-*.
p. 13.

La colonia Las Victorias es parte del casco urbano del municipio de Jutiapa, anexa a la aldea El barreal. Las coordenadas de la colonia las Victorias son: latitud. Colinda con la aldea El Salitre al sur, al oeste con el caserío Cielito Lindo, al norte con Cerro Colorado y al este con el casco urbano, pasando a un costado de la colonia Linda Vista.

1.1.2. Origen de la comunidad

La república de Guatemala fue fundada por el gobierno del presidente, capitán general Rafael Carrera, en 1847, para que el hasta entonces Estado de Guatemala pudiera realizar intercambios comerciales libremente con naciones extranjeras. En 1848, la región de Mita fue segregada del departamento de Chiquimula, convertida en departamento y dividida en tres distritos: Jutiapa, Santa Rosa y Jalapa.

Posteriormente, en 1921, Jutiapa fue considerada de villa a ciudad, con fundamento en el Decreto Gubernativo No. 219, publicado el 15 de septiembre de 1878. Así adoptó el nombre de ciudad de Jutiapa y adquirió el rango de cabecera departamental.

Los primeros pobladores de Jutiapa provenían de etnias xincas, descendientes de personas de otros departamentos de Guatemala, pipiles que venían de El Salvador y demás pobladores del norte del país. Actualmente existe una diversidad de etnias en el lugar, siempre predomina la tez blanca en los habitantes.

1.1.3. Población actual

Según el censo del Instituto Nacional de Estadística (INE), del 2002, en el municipio de Jutiapa existía una población total de 109 910 habitantes. Con datos del INE se ha proyectado una tasa de crecimiento poblacional aproximada de 3,0 % por lo que en la actualidad (2017), se estima que la población es de 171 237 habitantes.

1.1.4. Clima

Con base en los boletines proporcionados por la estación meteorológica, ubicada en el municipio de Quesada, del Instituto de Vulcanología, Meteorología, Sismología e Hidrología (Insivumeh), se detallan los siguientes aspectos climáticos:

- Altitud: 920 msnm
- Temperatura media: 23,5 °C
- Temperatura máxima (promedio anual): 29,5 °C

- Temperatura mínima (promedio anual): 16,2 °C
- Temperatura máxima absoluta: 34,5 °C
- Temperatura mínima absoluta: 8,6 °C
- Precipitación promedio anual (lluvia): 1 250 mm
- Días de lluvia promedio anual: 105 días
- Nubosidad promedio anual: 3 octas
- Humedad relativa media: 76 %
- Velocidad del viento promedio: 3,9 km/h

1.1.5. Vías de acceso

Entre sus principales vías de comunicación se encuentra la carretera interamericana CA-1 que por el oeste proviene de Santa Rosa, específicamente por Cuilapa. En 7 km al noroeste enlaza con la ruta nacional 2 o CA-2, este conduce a la cabecera municipal de El Progreso Jutiapa. Jutiapa tiene conexión a San Cristóbal Frontera por medio de Asunción Mita y a Frontera con el salvador mediante el municipio de Jerez.

La colonia Las Victorias, está ubicado en la parte baja del centro de la Ciudad de Jutiapa. Esta se puede acceder por la ruta 23 vía el Barreal, también se puede acceder por ruta 23 vía el Chiltepe pando por La majada, Trancas 2, cruzando el río salado para llegar al Barreal.

1.1.6. Servicios públicos

En general, el municipio de Jutiapa cubre los servicios de manera parcial con respecto a salud, agua potable, saneamiento básico, infraestructura vial y electricidad.

Con respecto al sector salud, el municipio se abastece del Hospital General Ernestina viuda de Recinos, este no está en condiciones para cumplir las responsabilidades que le competen, debido a que su personal es insuficiente para la demanda que la población exige.

En lo pertinente a agua potable, no todas las áreas en el casco urbano cubren con el servicio las 24 horas del día. Muchas reciben el servicio solo ciertos días a la semana; gran parte de las aldeas no tiene acceso a agua potable por medio de tubería. Parte de la aldea del El Barreal actualmente no cuenta con este servicio por medio de tubería.

La municipalidad priorizó la necesidad de un sistema de abastecimiento de agua potable para la colonia Las Victorias, debido a solicitudes presentadas.

La infraestructura vial se encuentra en un estado adecuado en el casco urbano; sin embargo, para llegar a los poblados rurales y aldeas, muchas veces solo se cuenta con veredas o rutas de terracería.

La energía eléctrica es cubierta de una manera aceptable. La empresa eléctrica competente abastece la mayor parte del territorio del municipio. La mayoría de las aldeas cuenta con un sistema básico de energía eléctrica, lo cual reduce la problemática en este tema.

Con respecto a saneamiento, existen comunidades que no cuentan con un sistema de alcantarillado sanitario, como la colonia Las Victorias y gran parte de la aldea El Barreal. El tratamiento de aguas residuales es inexistente. El 95 % de las aguas residuales se dirige a los cuerpos de agua sin ningún tipo de tratamiento significativo, por lo que es urgente la implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales.

1.1.7. Actividades económicas

El municipio de Jutiapa destaca en la producción agrícola de caña de azúcar, maíz, frijol, tabaco, papa, maicillo y lenteja.

La crianza de ganado vacuno constituye una de las principales ramas de la economía del municipio, de donde obtienen diferentes productos, como los elaborados del cuero y los lácteos. Algunos de sus habitantes se dedican a la elaboración de cerámica tradicional, sombreros, botas, trenzas de palma y cerería.

La colonia Las Victorias y aldea El Barreal no tiene una actividad económica definida; generalmente cuenta con comercios como tiendas, tortillerías, panaderías. Muchos de sus pobladores se dirigen al casco urbano porque tienen un trabajo establecido de distintas denominaciones.

1.2. Principales necesidades del municipio de Jutiapa

Se realizó una investigación con relación a las necesidades de la población y los servicios con los que cuenta actualmente la colonia las Victorias aldea El Barreal, priorizándose los servicios básicos como el agua potable y el alcantarillado.

1.2.1. Descripción de necesidades

La aldea El Barreal, del municipio de Jutiapa, departamento de Jutiapa, a pesar de encontrarse cerca de la cabecera municipal, tiene varias necesidades, tanto de servicios básicos como de infraestructura, entre los que se pueden enlistar los siguientes:

Sistema de abastecimiento de agua potable:

- Sistema de alcantarillado sanitario
- Pavimentación de vías de acceso y calles

1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades

Las razones por las que se priorizaron los sistemas de abastecimiento de agua potable y de alcantarillado sanitario, son las siguientes:

- Cuenta con un pozo perforado, más no con la red de distribución de agua potable.
- No tiene un sistema de alcantarillado sanitario.
- Las aguas servidas escurren por las calles de la aldea.
- Existen un alto índice de enfermedades, como resultado de no contar con un sistema de abastecimiento de agua potable y uno de alcantarillado sanitario.
- No es conveniente pavimentar las calles, sin instalaciones subterráneas de agua potable y drenajes.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la colonia Las Victorias, Aldea el Barreal, Jutiapa, Jutiapa

A continuación, se presenta el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la colonia Las Victorias, Aldea el Barreal, Jutiapa, Jutiapa.

2.1.1. Descripción del proyecto

La colonia las victorias se encuentra ubicada en la aldea El Barreal del municipio de Jutiapa, como muchas comunidades del municipio esta no cuenta con los servicios básicos tal como un sistema de abastecimiento de agua potable.

El proyecto consiste en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por medio de un sistema de bombeo, este será abastecido por un pozo ya existente que cuenta con una dotación de 52 gal/min, El sistema se compone en la línea de distribución de 1 106 metros lineales con diámetros, 2 ½", 2", ½, ¾", 1 ½," 1". Además, se compone de un sistema de distribución mixto esto quiere decir que está compuesto por de circuitos cerrados y ramales abiertos, con el objetivo de tener un mejor control.

Para la realización de este diseño se consideraron varios aspectos de la guía de normas sanitarias para el diseño de agua para el consumo humano del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), y el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. También se consideraron especificaciones técnicas de los proveedores de tuberías y materiales.

Se consideró la norma ASTM D-2241 para la tubería, con diámetros de 2 ½", 2", 1½, ¾", 1 ½," 1".

2.1.2. Levantamiento topográfico

Mediante un levantamiento topográfico se permite trazar mapas o planos de un área, en ellos aparecen, las principales características físicas del terreno, ríos, lagos, reservorios, caminos, bosques o formaciones rocosas; también los diferentes elementos que componen la granja, estanques, represas, diques, fosas de drenaje o canales de alimentación de agua.

En sistemas de agua potable, mediante la topografía se establece la ruta de caminamiento por donde se ubicarán las diferentes obras de arte.

El equipo utilizado para realizar el levantamiento topográfico en la colonia las Victorias fue el siguiente:

- Teodolito digital marca Sokka modelo DT600
- Estadal
- Cinta métrica
- Plomada
- Estacas de madera
- Pintura de aceite
- Libreta
- Trípode
- Martillo
- Clavos

2.1.2.1. Planimetría

El objetivo del tipo de levantamiento topográfico es determinar la posición relativa de uno o más puntos sobre un plano horizontal. A tal efecto, se miden las distancias y ángulos horizontales sin considerar las diferencias de elevaciones.

Para la realización del levantamiento planimétrico, se utilizó la estación total, se realizó un recorrido inicial para verificar y determinar la línea de conducción y distribución, se realizaron radiaciones por azimut dando prioridad a la ubicación de viviendas existentes y lotes.

2.1.2.2. Altimetría

Es el procedimiento que se aplica para determinar la elevación de puntos situados sobre la superficie terrestre, este concepto es necesario, puesto que la elevación de un punto solo puede establecerse con relación a otro punto o a un plano.

Se determinaron las cotas del terreno con el objetivo obtener las curvas a nivel del terreno y con ello poder realizar el diseño de distribución de agua potable.

2.1.2.3. Taquimetría

La taquimetría es un método de medición rápida pero no preciso. Se utiliza para el levantamiento de detalles donde es difícil el manejo de la cinta métrica, para proyectos de Ingeniería Civil u otros.

Es un procedimiento para medir distancias, prescindiendo de la cinta; las distancias, tanto horizontales como verticales se miden utilizando las propiedades ópticas, del anteojo del teodolito. Los métodos taquimétricos se aplican en lugares donde hay dificultades para medir directamente las distancias, como en lugares cubiertos por el agua, terrenos abruptos, o cuando se requiera brevedad en los trabajos de campo.

2.1.3. Tipo de fuentes

Del recurso hídrico para consumo humano existen dos tipos de fuentes de agua: fuentes superficiales y subterráneas.

Se conocen como fuentes superficiales a las que están constituidas por el agua de los lagos, ríos, arroyos, entre otros. Las fuentes subterráneas son las que se realiza la captación de forma subterránea estas se obtienen de manantiales, pozos, excavados y tubulares.

La fuente que abastecerá este diseño es de tipo subterránea debido a que el agua es captada de un pozo ya existente que se encuentra ubicado a 100 mts. de la entrada principal de la colonia Las Victorias, tiene una profundidad de 600 pies.

El tipo de fuente y la calidad de agua brindada por esta puede condicionar el nivel del servicio a brindar. El sistema de captación ya está construido y en funcionamiento.

2.1.4. Aforo de fuente

En la realización de un diseño de abastecimiento de agua potable es de suma importancia realizar un aforo a la fuente que abastecerá a la región o población necesitada, este tiene como objetivo principal determinar el volumen de agua por cantidad de tiempo (caudal), de la fuente que abastecerá, en este caso a la colonia Las Victorias. El caudal obtenido debe de ser mayor al caudal medio diario para tener la certeza que el caudal es suficiente para abastecer a dicho sector.

Existen diferentes tipos de aforos: aforo volumétrico, aforo por vertedero, aforo con flotadores, aforo con canales, aforo por bombeo continuo, entre otros. Lo ideal es efectuar los aforos en las temporadas críticas de los meses secos y de lluvias, para conocer caudales mínimos y máximos.

Para la determinar el caudal del pozo se realizó un aforo por bombeo continuo, en conjunto con el departamento de aguas de la municipalidad de Jutiapa.

Este aforo consistió en bombear agua como mínimo por 24 horas constante, midiendo el caudal y abatimiento de nivel freático, por medio de bomba de una capacidad adecuada. Debe de hacerse también una prueba de recuperación de 24 horas de duración.

El caudal resultante fue de 3,28 lts/seg.

2.1.5. Calidad de agua

En Guatemala, la norma COGUANOR NTG 29001 rige la calidad del agua apta para el consumo humano, establece los valores y características que definen el agua potable. Esta norma se aplica a toda agua para consumo humano, destinada para alimentación y uso doméstico, que provenga de fuentes como: pozos, nacimientos, ríos, entre otros. El agua podrá estar ubicada en una red de distribución, en reservorios o depósitos.

Se deben de realizar ciertos análisis al agua extraída de la fuente que abastecerá a la colonia Las Victorias para determinar si esta se encuentra dentro del rango del límite máximo permisible o en el límite máximo aceptable. El límite máximo aceptable es el valor de concentración de cualquier característica del agua, arriba de la cual estas son percibidas por los consumidores desde el punto de vista sensorial, sin que implique un daño a la salud del consumidor. El límite máximo permisible es el valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba de la cual el agua no es adecuada para el consumo humano.

2.1.5.1. Análisis bacteriológico

Desde el punto de vista sanitario es fundamental determina la condición bacteriológica del agua; los gérmenes patógenos de origen entérico y parasito intestinal como el grupo coliforme total, el grupo coliforme fecal y Escherichia coli, entre otros, son los que pueden transmitir enfermedades gastrointestinales, por lo tanto, el agua debe está libre de ellos. Los análisis bacteriológicos permiten dar información sobre indicadores de presencia de microbios patógenos como los son: la cuenca bacteriana y el índice coliforme.

- La cuenca bacteriana es el número de bacterias que se desarrollan en un agar nutritivo por 21 horas a una temperatura de 37 °C.
- El índice coliforme consiste en la determinación del número de bacterias de origen animal.

En el procedimiento para la toma de muestras para realizar el examen bacteriológico del agua se debe utilizar un recipiente debidamente esterilizado, de boca ancha con cierre hermético, con un volumen no menor a 100 mililitro. Las muestras deben ser transportadas de manera que la temperatura ambiente no supere a los 4 °C y evaluadas dentro de las siguientes 24 horas.

El análisis de calidad del agua se realizó en el laboratorio del Centro de Investigaciones de Ingeniera, Universidad de San Carlos de Guatemala, este revela el agua sin sabor, sin sustancias en suspensión, con aspecto claro, sin presencia de cloro residual, e inodora.

Por ese motivo se concluye que bacteriológicamente el agua es potable, según norma COGUANOR NTG 29001.

El análisis bacteriológico de la fuente de abastecimiento para la colonia Las Victorias se adjunta en anexos.

2.1.5.2. Examen físico – químico

El análisis físico se realiza para determinar las características físicas del agua como: olor, sabor, temperatura, turbiedad, las cuales son de menor importancia desde el punto de vista sanitario.

El análisis químico define el límite mínimo de potabilidad según norma COGUANOR 29001 para el consumo humano. En términos generales determinan las características del agua como: alcalinidad, cloruros, nitratos, durezas, contenido de hierro, manganeso, cloro residual entre otros.

En el procedimiento para la toma de muestras para realizar el examen fisicoquímico del agua se debe utilizar un recipiente plástico esterilizado y debe ser evaluada dentro de las siguientes 24 horas.

El análisis de calidad del agua se realizó en el laboratorio del Centro de Investigaciones de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, este revela el agua clara, turbiedad 00,45 UNT, inodora entre otros.

Se concluye que desde el punto de vista físico químico sanitario: DUREZA MANGANESO, en Límites Máximos Permisibles. Las demás determinaciones se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NTG 29001.

El análisis fisicoquímico de la fuente de abastecimiento para la colonia Las Victorias se adjunta en anexos.

2.1.6. Parámetros de diseño

Para la elaboración del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la colonia Las Victorias se contempló la guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua potable del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), y del ministerio de salud Pública y Asistencia social, asimismo se contemplaron manuales técnicos de diseño e instalación de diferentes empresas proveedoras. No obstante, se tomó muy en cuenta el criterio

propio para ciertos parámetros, según se presentaron las condiciones en el proyecto.

2.1.6.1. Población actual

Para determinar la población actual de la colonia Las Victorias se realizó un censo poblacional en dicha colonia con la ayuda del COCODE y la Dirección Municipal de Planificación y se determinó que se encuentran viviendo actualmente un total de 745 personas.

2.1.6.2. Periodo de diseño

Es el tiempo de vida útil de un proyecto, en este caso el tiempo que el sistema de abastecimiento de agua potable, preste el servicio de manera óptima a la población.

Según la guía de normas para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para el consumo humano del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), debe tomarse en cuenta los siguientes factores:

- Vida útil de los materiales
- Calidad de los materiales y de las construcciones
- Costos y tasas de interés
- Futuras Ampliaciones del sistema
- Comportamiento del sistema en sus primeros años
- Población de diseño
- Caudal
- Obras civiles 20 años
- Equipos mecánicos 5 a 10 años

El periodo de diseño definido para este diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, considerando los factores antes mencionados es de 25 años.

2.1.6.3. Población futura

Para realizar una proyección de población futura existen diferentes métodos, entre ellos están el método geométrico, grafico, parabólico, aritmético. Se recomienda que para la proyección de población de un diseño se realice por el método geométrico debido a que este presta mayor precisión en la estimación; consiste en calcular el cambio promedio de la tasa de población para el área en estudio, por cada década en el pasado y así proyectar su tasa promedio o porcentaje de cambio hacia el futuro.

$$P_f = P_o * (1 + r)^n$$

Donde:

- Pf = población futura estimada
- Po = población inicial
- r = tasa de crecimiento poblacional
- n = periodo de diseño

La tasa de crecimiento poblacional se obtiene a partir de los censos realizados por el Instituto Nacional de Estadística (INE). Para el municipio de Jutiapa se determinó el valor de 0,03 que corresponde al 3,00 %.

En la realización del Diseño de abastecimiento de agua potable no se utilizará población futura, esto por ser una colonia debidamente lotificada y esta

no puede expandirse más de lo que ya está trazado, debido a lo anteriormente mencionado se realizará el cálculo con la población actual.

2.1.6.4. Dotación

Es el volumen de agua que se le asigna a cada habitante para determinada población. Se expresa en litros/habitante/día.

Para la estimación de la dotación de madera adecuada se deberá tomar en cuenta los factores que indica la guía de normas para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para el consumo humano del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), los cuales son: clima, abastecimiento privado, calidad y cantidad de agua, presiones, nivel de vida, actividad productiva, educación sanitaria, entre otros.

Para la realización de este proyecto la dotación estimada y utilizada fue de 125 l/hab/día, puesto que en la municipalidad generalmente se utiliza esa dotación para el diseño de proyectos de abastecimiento de agua potable.

2.1.6.5. Factor día máximo

Es el factor que modela el incremento que se presenta en el día de mayor consumo respecto al consumo promedio.

Según la Norma de Diseño INFOM el valor del factor oscila entre 1,2 a 1,5 para poblaciones futuras menores a 1 000 habitantes y 1,2 para mayores a 1 000 habitantes.

Para la realización de este diseño se utilizó un factor de día máximo de 1,5 debido al tamaño de población y a la dotación estimada.

2.1.6.6. Factor de hora máxima

Es el factor que modela el incremento requerido en las horas de mayor consumo de agua respecto al resto del día. Según la Norma de Diseño INFOM el valor del factor oscila entre 2,0 y 3,0 para poblaciones menores a 1 000 habitantes y de 2.0 para poblaciones futuras mayores a 1 000 habitantes.

Para la realización de este diseño se utilizó un factor de hora máxima de 3,0 debido al tamaño de población futura.

2.1.7. Diseño del sistema

Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable se utilizarán los siguientes cálculos.

2.1.7.1. Caudal medio diario

Es la cantidad de agua consumida por la población, durante un día, y se obtiene como promedio de los consumos diarios en el periodo de un año. El caudal medio diario se termina de la siguiente manera;

$$Q_m = \frac{Dot * Pf}{86\ 400}$$

Donde:

Qmd = caudal medio diario (l/s)

Dot = dotación (l/hab/día)

Pf = población futura (hab)

$$Q_{md} = \frac{125 * 755}{86\ 400} = \frac{1,09l}{s}$$

Se determinó que el caudal medio diario es de 1,09 l/s.

2.1.7.2. Caudal máximo diario

Es el caudal máximo consumido en un día durante un periodo de observación de un año, es utilizado para el diseño de la línea de conducción.

El caudal máximo diario es el resultado de multiplicar el consumo medio diario por el factor de día máximo.

$$Q_{md} = Q_m * f_{dm}$$

Donde

Q_{md} = caudal máximo diario (l/s)

Q_m = caudal medio diario (l/s)

F_{dm} = factor de día máximo

$$Q_{md} = 1,09 * 1,5 = 1,64l/s$$

Se determinó que el caudal máximo diario es de 1,64 (l/s)

2.1.7.3. Caudal máximo horario

Es el caudal producido durante una hora en un periodo de observación de un año, es utilizado para diseñar la red de distribución del sistema.

El caudal máximo horario es el resultado de multiplicar el caudal medio diario y el factor de hora máxima.

$$Q_{mh} = Q_m * f_{hm}$$

Donde

Q_{mh} = caudal máximo horario (l/s)

Q_m = caudal medio diario (l/s)

F_{dm} = factor de hora máximo

$$Q_{mh} = 1,09 * 3 = 3,28 \text{ (l/s)}$$

Se determinó que el caudal máximo horario es de 3,28 (l/s).

2.1.7.4. Presión estática y dinámica

La presión estática hace referencia a la presión generada por el fluido en estado de reposo; depende del peso específico y de la altura del nivel del fluido respecto a un nivel de referencia.

La presión dinámica hace referencia a la presión que se genera cuando el fluido circula a una velocidad por la tubería.

2.1.7.4.1. Presión de trabajo

La presión de trabajo de la tubería debe ser seleccionada dependiendo de la mayor diferencia entre cotas en la línea de conducción o distribución, debido a que esto representa la presión estática máxima que se puede tener en el sistema.

En tuberías de PVC, generalmente se seleccionan presiones de trabajo de 160 psi o 250 psi, esto quiere decir que existen presiones de trabajo mayores y menores.

Las presiones anteriormente mencionadas equivalen a:

- 160 psi = 112 metros columna de agua
- 250 psi = 175 metros columna de agua

En la realización del diseño se seleccionó tubería de PVC con una presión de trabajo de 160 psi (112 mca), y 250 psi (175 mca).

2.1.7.5. Línea de conducción

Está conformada por tubería, canales u otros medios encargados de transportar el agua desde el punto de captación hasta el punto de almacenamiento.

En el caso del diseño de abastecimiento de agua potable para la colonia Las Victorias no se diseñará con línea de conducción, por ser distribuida directamente de la fuente de abastecimiento solo será línea de distribución.

2.1.7.5.1. Tipos de líneas de conducción

Las líneas de conducción, que pueden ser de dos tipos, régimen libre o forzado.

- Conducciones libres

Para las conducciones libres existen ciertos criterios a seguir según Normativa INFOM:

- El diámetro mínimo a usar será de 15 cm (6"), o su equivalente en secciones no circulares.
- Las velocidades deben estar comprendidas entre 0,4 y 0,5 m/s.
- En la realización del diseño generalmente se utiliza la ecuación de Manning.

- Conducciones forzadas

Las conducciones forzadas pueden ser por gravedad o mediante de bombeo, existen ciertos criterios a seguir.

- Se recomienda usar un diámetro mínimo de $\frac{3}{4}$ "
- Si se trata de agua con material en suspensión sedimentable o erosivo, la velocidad mínima debe ser mayor de 0,4 m/s y menor de 3,0 m/s.

- Si es agua sin material sedimentable o erosivo no hay límite mínimo y el máximo se fijará solamente de acuerdo a la sobre presión del golpe de ariete y en ningún caso mayo a 5 m/s.
- La tubería debe enterrarse una profundidad mínima de 0.60 metros sobre la corona (nivel superior del tubo).
- Para tuberías instaladas bajo cales de tránsito, la profundidad de colocación se calculará en función de las cargas vivas y muertas, el tipo de suelo y la tubería a usar. En estos casos la profundidad de colocación no será menor de 1,20 m.
- En terrenos inclinados, la tubería deberá protegerse mediante la construcción de muros que eviten el deslave.
- En los puntos más bajos y en los cruces de corrientes, se podrá dejar la tubería aérea, para tal efecto se usará tubería metálica.
- Se deben instalar calculas de aire, ventosas o chimeneas en los puntos más altos.
- Deben instalarse válvulas de limpieza en los puntos más bajos.
- Se instalarán cajas rompe presión con el objeto de que la máxima presión estática no exceda la presión de trabajo de la tubería.

En la realización del diseño de abastecimiento de agua potable para la colonia Las Victoria no se cuenta con un diseño de conducción debido a que esta colonia será abastecida directamente de la fuente, de un pozo.

2.1.7.6. Línea de distribución

La red de distribución o línea de distribución, es el sistema conformado por tuberías que conducen el agua desde el tanque abastecimiento o punto de tratamiento (desinfección), hasta los puntos de consumo.

En el caso del diseño de la línea de distribución para la colonia Las Victorias está conformada directamente del punto de abastecimiento que es un pozo artesanal a las viviendas de dicha colonia.

La red de distribución está conformada por tuberías principales y secundarias. La red de tuberías principales distribuye el agua a las diferentes zonas de la población y las tuberías secundarias se conecta a las conexiones domiciliarias.

Para el diseño de la red de distribución existen tres tipos de redes:

- Redes abiertas: los puntos de consumo se determinan con el número de viviendas del área de influencia que abastecerá cada sector.
- Redes cerradas: el objetivo de la red cerrada, circuito cerrado o mallas, es la interconexión entre ramales y mantener una velocidad constante.
- Redes Mixtas: es una distribución conformada por ambas redes, red abierta y un circuito cerrado.

Para que la elección del tipo de red sea funcional y adecuada depende de ciertos factores como:

- Terreno natural
- Distribución de las viviendas o puntos de consumo
- Existencia de redes de distribución aledañas a la comunidad a abastecer
- Posibles puntos de expansión urbana o rural
- Capacidad económica de la comunidad o ente desarrollador

La velocidad del agua en las tuberías estará ente 0,60 y 3,0 m/s; fuera de este rango, el diseñador deberá justificarlos en la memoria de cálculo.

En consideración a la menor altura de las viviendas en medios rurales, las presiones tendrán los siguientes valores en la red de distribución:

- Mínima: 10 metros (presión de servicio)
- Máxima: 60 metros (presión de servicio)

Dada la distribución de las viviendas y el terreno natural de la colonia las Victorias, la red de distribución estará conformada de una red mixta, esta cuenta con 2 ramales abiertos y 1 circuito cerrado conformado por 4 mallas.

2.1.7.7. Cálculo hidráulico

El cálculo hidráulico para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la colonia las Victorias, se realizó por medio del método de Hardy-Cross para circuitos cerrados o por mallas.

También se utilizó el paquete de datos WaterCAD, que es un software de análisis, modelación y gestión de redes de agua potable. Este software permite llevar a cabo la simulación hidráulica de una red de abastecimiento de una localidad y de esta forma, estudiar en todo momento los consumos, posibles

pérdidas de caudal o de presión, velocidades y de esta forma plantear todos los escenarios posibles al momento de diseñar y operar con éxitos el sistema de distribución de agua.

Tabla I. **Distribución de viviendas**

TRAMO	LONGITUD	VIVIENDAS POR TRAMO
POZO - J1	140	0
J1- J2	23	0
J1-J3	139	26
J2-J4	152	31
J2-J5	31	0
J5-J6	87	8
J5-J7	44	3
J7-J8	85	16
J6-J8	44	3
J7-J9	35	3
J8-J10	36	4
J9-J10	85	16
J9-J11	36	3
J11-J12	86	16
J10-J12	34	3
J11-J13	24	3
J3-J14	86	7
J12-J14	24	3
J14-J15	32	6
TOTAL DE VIVIENDAS		151

Fuente: elaboración propia.

2.1.7.7.1. Determinar puntos de consumo

Hay que determinar los puntos de consumo, son la clave para el diseño del sistema. Los puntos de consumo son el caudal necesario para abastecer las casas, en la siguiente tabla se presentan los puntos de consumo.

Tabla II. **Determinación puntos de consumo**

PUNTOS	COTAS	VIVIENDAS	Viv*Pob	Q (L/S)
J1	499,8	13	65	0,28
J2	499,5	15,5	77,5	0,34
J3	497,23	13	65	0,28
J4	498,07	15,5	77,5	0,34
J5	499,52	5,5	27,5	0,12
J6	498,58	5,5	27,5	0,12
J7	500,4	11	55	0,24
J8	499,73	11,5	57,5	0,25
J9	500	11	55	0,24
J10	499,8	11,5	57,5	0,25
J11	499,52	11	55	0,24
J12	499,05	11	55	0,24
J13	498,9	5	25	0,11
J14	498,5	8	40	0,17
J15	496,43	3	15	0,07
SUMATORIA TOTAL		151	755	3,28

Fuente: elaboración propia.

2.1.7.7.2. Distribución de caudales

La distribución de caudales consiste en distribuir el caudal siempre a favor del flujo del agua propuesto según el principio de continuidad, el caudal de entrada es igual al caudal de salida en cada nodo.

Tabla III. **Distribución de caudal en nodo J1**

NODO J1			
DE	A	ENTRAN	SALEN
POZO	J1	3,28	
J1	J2		2,958
J1	J3		0,033
PUNTO DE CONSUMO			0,289
TOTAL		2,991	2,991

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Distribución de caudal en nodo J2**

NODO J2			
DE	A	ENTRAN	SALEN
J1	J2	2,958	
J2	J5		2,084
J2	J4		0,53
PUNTO DE CONSUMO			0,34
TOTAL		2,618	2,614

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Distribución de caudal en nodo J5**

NODO J5			
DE	A	ENTRAN	SALEN
J2	J5	2,0840	
J5	J7		1,4513
J5	J6		0,5107
PUNTO DE CONSUMO			0,1220
TOTAL		1,9620	1,962

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Distribución de caudal en nodo J6**

NODO J6			
DE	A	ENTRAN	SALEN
J5	J6	0,5107	
J6	J8		0,3887
PUNTO DE CONSUMO			0,122
TOTAL		0,3887	0,3887

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Distribución de caudal en nodo J7**

NODO J7			
DE	A	ENTRAN	SALEN
J5	J7	1,4513	
J7	J8		0,2314
J7	J9		0,9759
PUNTO DE CONSUMO			0,2440
TOTAL		1,2073	1,2073

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Distribución de caudal en nodo J8**

NODO J8			
DE	A	ENTRAN	SALEN
J6	J8	0,3887	
J7	J8	0,2314	
J8	J10		0,3651
PUNTO DE CONSUMO			0,2550
TOTAL		0,3651	0,3651

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Distribución de caudales en nodo J9**

NODO J9			
DE	A	ENTRAN	SALE
J7	J9	0,9759	
J9	J10		0,1996
J9	J11		0,5323
PUNTO DE CONSUMO			0,2440
TOTAL		0,7319	0,7319

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Distribución de caudales en nodo J10**

NODO J10			
DE	A	ENTRAN	SALEN
J9	J10	0,1996	
J8	J10	0,3651	
J10	J12		0,3097
PUNTO DE CONSUMO			0,2550
TOTAL		0,3097	0,3097

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Distribución de caudales en nodo J11**

NODO J11			
DE	A	ENTRAN	SALEN
J9	J11	0,5323	
J11	J12		0,1385
J11	J13		0,1498
PUNTO DE CONSUMO			0,244
TOTAL		0,2883	0,2883

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Distribución de caudales en nodo J12**

NODO J12			
DE	A	ENTRAN	SALEN
J11	J12	0,1385	
J10	J12	0,3097	
PUNTO DE CONSUMO			0,204
TOTAL		0,2042	0,204

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Distribución de caudales en nodo J13**

NODO 13			
DE	A	ENTRAN	SALEN
J11	J13	0,1498	
J13	J14		0,0398
PUNTO DE CONSUMO			0,110
TOTAL		0,0398	0,0398

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Distribución de caudales en nodo J14**

NODO 14			
DE	A	ENTRAN	SALEN
J12	J14	0,2042	
J13	J14	0,0398	
J14	J15		0,0670
PUNTO DE CONSUMO			0,1770
TOTAL		0,0670	0,0670

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Distribución de caudales en el nodo J15**

NODO 15			
DE	A	ENTRA	SALE
J14	J15	0,067	
PUNTO DE CONSUMO			0,067
TOTAL		0	

Fuente: elaboración propia.

2.1.7.7.3. **Cálculo de diámetros**

Se calculó los diámetros teóricos de cada tramo de la siguiente manera:

$$\emptyset_{j6-j7} = \left[\frac{(1\,743,811) * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * (H_6 - H_7)} \right]^{\left(\frac{1}{4,87}\right)}$$

Donde

L = longitud (l/s)

Q = caudal de salida hacia el siguiente punto (l/s)

H = cota

$$\phi j6 - j7 = \left[\frac{(1\,743,811) * 87 * 0,8107^{1,85}}{150^{1,85} * (499,52 - 498,58)} \right]^{\left(\frac{1}{4,87}\right)} = 1,3547in$$

2.1.7.7.4. Cálculo de pérdidas

Se calculó las pérdidas por fricción para cada tramo por medio de la fórmula de Hazen-Williams. La pérdida de cálculo de la siguiente manera:

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

Donde

H_f = pérdida por fricción (m)

L = longitud (l/s)

Q = caudal de la tubería a diseñar (l/s)

C = coeficiente de rugosidad de la tubería, 150 para PVC

ϕ = diámetro de la tubería (plg)

$$H_f = \frac{1743,811 * 87 * 0,517^{1,85}}{150^{1,85} * 1,3547^{4,87}} = 0,94 m$$

El valor del caudal, debe ser ingresado con el signo correspondiente al sentido asumido: positivo a favor de las agujas del reloj y negativo en sentido contrario a las agujas del reloj.

Luego de calcular H_f , de determina la relación H/Q y posteriormente se obtiene ΔQ de la siguiente manera:

$$\Delta Q = \frac{\sum H_f}{1,85 * \sum \frac{H_f}{Q}}$$

Donde

ΔQ = factor de corrección

$\sum H_f$ = sumatoria de las pérdidas del circuito

$\sum \frac{H_f}{Q}$ = caudal de la tubería a diseñar (l/s)

$$\Delta Q = \frac{0,54}{1,85 * 8,9009} = 0,003516$$

Todas las tuberías comunes a dos circuitos, deben ser modificadas por los ΔQ correspondientes a dicho tramo, con el fin de unificar el caudal y su sentido.

Si el caudal modificado difiere en 1 % del caudal inicial de la iteración, el cálculo ya cuenta con la aproximación suficiente y puede ser finalizado. A continuación, se presentan las iteraciones para el diseño del circuito cerrado de la red.

Tabla XVI. Primera iteración

CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	COTAS		Q (l/s)	Ø TEORICO (in)	HF (m)	HF/Q	Δ	
CIRCUITO I	J5 - J6	87	499,52	498,58	0,51	1,35	0,94	1,84	-0,04	
	J5 - J7	44	500,4	499,52	-1,45	1,78	-0,88	0,61	-0,04	
	J6 - J8	44	499,73	498,58	0,39	1,02	1,15	2,96	-0,04	
	J7-J8	85	500,4	499,73	-0,23	1,07	-0,67	2,9	-0,04	-0,02
							0,54	8,301		
CIRCUITO II	J7-J8	85	500,4	499,73	0,23	1,07	0,67	2,9	-0,02	0,0183
	J7-J9	35	500,4	500	-0,98	1,71	-0,4	0,41	-0,02	
	J8-J10	36	499,8	499,73	0,37	1,7	0,07	0,19	-0,02	
	J9-J10	85	500	499,8	-0,2	1,3	-0,2	1	-0,02	-0,02
							0,14	4,5		
CIRCUITO III	J9-J10	85	500	499,8	0,2	1,3	0,2	1	0	0,02
	J9-J11	36	500	499,52	-0,53	1,32	-0,48	0,9	0	
	J10-J12	34	499,8	499,05	0,31	0,97	0,75	2,42	0	
	J11-J12	86	499,52	499,05	-0,14	0,95	-0,47	3,39	0	0,02
							0	7,72		
CIRCUITO IV	J11-J12	86	499,52	499,05	0,14	0,95	0,47	3,39	-0,02	-0,02
	J11-J13	24	499,52	498,9	-0,15	0,71	-0,62	4,14	-0,02	
	J12-J14	24	499,05	498,5	0,2	0,82	0,55	2,69	-0,02	
	J13-J14	86	498,9	498,5	-0,04	0,61	-0,4	10,05	-0,02	
	J14-J15	32	498,5	496,43	0,07	0,43	2,07	30,9	-0,02	
							2,07	51,17		

Fuente: elaboración propia.

En esta primera iteración, el valor absoluto de las correcciones es menor que el 1 % del caudal de entrada, en este caso es $0,01 \cdot 2,84 = 0,284$, se requiere realizar otra iteración.

Tabla XVII. Segunda iteración

CIRCUITO	Tramo	Longitud (m)	Cotas		Q (l/s)	Ø teórico (in)	Ø interno (in)	Ø comercial (in)	HF (m)	HF/Q	Δ	
CIRCUITO I	J5 - J6	87	499,52	498,58	0,48	1,35	1,2	1	0,82	1,73	-0,01	
	J5 - J7	44	500,4	499,52	-1,49	1,78	1,8	1 1/2	-0,92	0,62	-0,01	
	J6 - J8	44	499,73	498,58	0,35	1,02	1,2	1	0,96	2,73	-0,01	
	J7-J8	85	500,4	499,73	-0,25	1,07	0,9	3-abr	-0,77	3,09	-0,01	0,015
									0,1	8,17		
CIRCUITO II	J7-J8	85	500,4	499,73	0,25	1,07	0,9	3-abr	0,77	3,09	-0,02	-0,015
	J7-J9	35	500,4	500	-0,99	1,71	1,5	1 1/4	-0,41	0,42	-0,02	
	J8-J10	36	499,8	499,73	0,35	1,7	1,2	1	0,06	0,18	-0,02	
	J9-J10	85	500	499,8	-0,22	1,3	0,9	3-abr	-0,23	1,07	-0,02	-0,01
									0,19	4,76		
CIRCUITO III	J9-J10	85	500	499,8	0,22	1,3	0,9	3-abr	0,23	1,07	-0,01	0,01
	J9-J11	36	500	499,52	-0,53	1,32	1,2	1	-0,48	0,9	-0,01	
	J10-J12	34	499,8	499,05	0,31	0,97	1,2	1	0,75	2,42	-0,01	
	J11-J12	86	499,52	499,05	-0,12	0,95	0,9	3-abr	-0,34	2,93	-0,01	-0,01
									0,16	7,33		
CIRCUITO IV	J11-J12	86	499,52	499,05	0,12	0,95	0,9	3-abr	0,34	2,93	0	0,01
	J11-J13	24	499,52	498,9	-0,17	0,71	0,9	3-abr	-0,8	4,65	0	
	J12-J14	24	499,05	498,5	0,18	0,82	0,9	3-abr	0,45	2,45	0	
	J13-J14	86	498,9	498,5	-0,06	0,61	0,6	1-feb	-0,9	14,58	0	
	J14-J15	32	498,5	496,43	0,05	0,43	0,6	1-feb	1	22,08	0	
									0,09	46,69		

Fuente: elaboración propia.

En la segunda iteración, el valor de la corrección es inferior al descrito en el procedimiento, se da por balanceado el sistema de abastecimiento de agua potable; por consiguiente, se encontrarán las presiones en los nodos de las mallas o circuitos.

2.1.7.7.5. Cálculo de velocidades

Las velocidades se calcularon de la siguiente manera:

$$Vel = \frac{1,974 * Q}{D^2}$$

Donde:

Q = Caudal

D^2 = Diámetro al cuadrado

Tabla XVIII. Cálculo y comparación de velocidades

	TRAMO	Q (l/s)	Ø TEO. (in)	Ø INTERNO (in)	Ø COM. (in)	VEL. WATER CAD (m/s)	VEL. (m/s)
Circuito I	J5 - J6	0,48	1,35	1,2	1	0,7	0,65
	J5 - J7	1,49	1,78	1,8	1 1/2	0,93	0,91
	J6 - J8	0,35	1,02	1,2	1	0,54	0,48
	J7-J8	0,25	1,07	0,9	3/4	0,53	0,61
Circuito II	J7-J8	0,25	1,07	0,9	3/4	0,53	0,61
	J7-J9	0,99	1,71	1,5	1 1/4	0,82	0,87
	J8-J10	0,35	1,70	1,2	1	0,50	0,48
	J9-J10	0,22	1,30	0,9	3/4	0,46	0,53
Circuito III	J9-J10	0,22	1,30	0,9	3/4	0,46	0,53
	J9-J11	0,53	1,32	1,2	1	0,73	0,73
	J10-J12	0,31	0,97	1,2	1	0,42	0,42
Circuito IV	J11-J12	0,12	0,95	0,9	3/4	0,32	0,28
	J11-J13	0,17	0,71	0,9	3/4	0,34	0,42
	J12-J14	0,18	0,82	0,9	3/4	0,47	0,44
	J13-J14	0,06	0,61	0,6	1/2	0,26	0,34
	J14-J15	0,05	0,43	0,6	1/2	0,44	0,25

Fuente: elaboración propia.

2.1.7.7.6. Cálculo de cota piezométrica

La línea piezométrica es el perfil de las presiones en determinado tramo. Para trazarlas, es necesario conocer las cotas piezométricas en cada nodo. La cota piezométrica inicial de un sistema de distribución por bombeo es igual a la cota del terreno más el impulso horizontal que da la bomba.

El resto de cotas son el resultado de la suma entre la presión y la cota del terreno.

Tabla XIX. Cotas piezométricas

TRAMO	COTA DEL TERRENO	PRESION	COTA PIEZOMETRICA
J1	499,58	58,58	558,16
J2	499,5	58,36	557,86
J3	497,23	59,08	556,31
J4	498,07	57,56	555,62
J5	499,52	57,9	557,42
J6	498,58	57,15	555,73
J7	500,4	56,11	556,51
J8	499,78	55,48	555,26
J9	500	55,83	555,83
J10	499,8	55,03	554,83
J11	499,52	55,56	555,08
J12	499,05	55,52	554,57
J13	498,9	56,02	554,92
J14	498,5	55,77	554,27
J15	496,43	57,19	553,62

Fuente: elaboración propia.

2.1.8. Obras de arte

Las obras de son componentes de los sistemas utilizados para cumplir alguna función que, por algún motivo ya sea topografía u otro, los componentes comunes no puedan cumplir. Las obras de arte pueden ser utilizadas tanto en la línea de conducción como en la línea de distribución.

Las obras de arte más comunes son:

- Caja rompe-presión
- Caja para válvula
- Caja distribuidora de caudales
- Caja unificadora de caudales
- Pasos aéreos

2.1.9. Válvulas

Una válvula se puede definir como un aparato mecánico con el cual se puede manejar un fluido ya sea iniciar el flujo, regular, o detener. Existen diferentes tipos de válvulas según su uso y según su material de elaboración, estas pueden ser de bronce, acero o plástico.

A continuación, se describen las válvulas utilizadas en el diseño.

2.1.9.1. Válvula de compuerta

Esta válvula es utilizada para abrir o cerrar el flujo de agua en las tuberías. Generalmente se ubican en puntos estratégicos que permiten accionar de manera rápida y adecuada al personal en caso de posibles fugas o filtraciones.

En el diseño que se presenta son necesarias 3 válvulas de compuerta.

2.1.9.2. Válvula de limpieza

Esta válvula es utilizada para la extracción de arena o sedimentos que hayan ingresado a la tubería y que suelen acumularse en las partes bajas de la línea de conducción o distribución. Como válvula de limpieza se emplea una válvula de compuerta, de diámetro menor o igual a la tubería.

En el diseño realizado se necesitan 3 válvulas de limpieza.

2.1.9.3. Válvula de aire

Esta válvula es utilizada para expulsar el aire de la tubería; el agua contiene aire disuelto y se encuentra en los puntos más altos de la línea de conducción o red de distribución.

2.1.10. Propuesta de desinfección

El tratamiento mínimo que se le debe dar al agua es la desinfección con el fin que esta agua sea apta para el consumo humano, que esté libre de organismos patógenos y otras bacterias que son los causantes de enfermedades en el organismo humano.

Existen diferentes procedimientos mediante se desinfecta el agua como lo son:

- Desinfección por medio de rayos ultravioleta
- Desinfección por medio de ozono

- Desinfección por medio del cloro

Dado que el procedimiento más común, efectivo y económico es la desinfección por medio del cloro. Según los análisis realizados al agua del pozo, esta no presenta ningún organismo patógeno por lo que el sistema será desinfectado por este procedimiento.

El cloro es un gas tóxico de color amarillo-verdoso, que se encuentra en la naturaleza solo en estado combinado, principalmente con el sodio como sal común; tiene un olor penetrante e irritante, es más pesado que el aire y se puede comprimir para formar un líquido claro de color ámbar.

El cloro líquido es más pesado que el agua, se vaporiza en temperatura y presión atmosférica normal. El cloro es ligeramente soluble en el agua, aproximadamente 1 % por peso en 10 C.

Para que el cloro sea efectivo en la desinfección es necesario que se ponga en contacto con el agua aproximadamente 1 % por peso en 10 C.

Se recomienda que las tuberías y las estructuras se desinfecten antes que el sistema se ponga en operación. La limpieza se logra haciendo circular agua a través del sistema, descargándola por todas las salidas; luego se llena con agua y la sustancia química hipoclorito de calcio, permitiendo tener contacto por lo menos 24 horas antes de vaciarlo. Luego de este procedimiento el sistema puede ser utilizado.

Para que el cloro pueda hacer efecto, es necesario que haya estado en contacto con el agua un periodo de más o menos 20 minutos, contados a partir

del momento de la aplicación. La dosis que se leve colocar al agua va a depender del grado de contaminación que se encuentre el agua.

A continuación, se muestra como determinar la preparación de una solución al 0,1 % de la solución química hipoclorito de calcio con diferentes porcentajes de concentración, de igual forma los volúmenes de esta solución que debe aplicarse para obtener la dosificación de 1 miligramo/ litro.

Tabla XX. Hipoclorito de calcio para la solución al 0

Volumen de solución requerida (lts).	Cantidad de Hipoclorito					
	% de concentración					
	65%	66%	67%	68%	69%	70%
1	1.54	1.52	1.49	1.47	1.45	1.43
2	3.08	3.03	2.99	2.94	2.90	2.86
10	15.38	15.15	14.93	14.71	14.49	14.29
25	38.46	37.88	37.31	36.76	36.23	35.71
50	76.92	75.76	74.63	73.53	72.46	71.43
75	115.38	113.64	111.94	100.29	108.70	107.14
100	153.85	151.52	149.25	147.06	144.93	142.86
300	461.54	454.55	447.76	441.18	434.78	428.57
500	769.23	757.58	746.27	735.29	724.64	714.29
600	923.08	909.09	895.52	882.35	869.57	857.14
1000	1538.46	1515.15	1492.54	1470.59	1449.28	1428.57

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

2.1.11. Operación y mantenimiento del sistema

Para que el sistema de agua potable funcione en óptimas condiciones es necesario verificar los componentes del sistema tanto en el periodo de diseño, ejecución y mantenimiento y así asegurar un servicio de una buena calidad.

Tabla XXI. **Programa de operación y mantenimiento**

TAREA DE OPERACION O MANTENIMIENTO	PERIODO DE REPITENCIA
CAPTACIÓN	
Limpiar el área adyacente a la captación, remover maleza, basura o capa vegetal	Mensual
Revisar si existen grietas o fugas en la tubería de succión, de ser encontrada alguna debe de ser reparada inmediatamente	Mensual
Mantener un control para darle el tratamiento adecuado al agua	Quincenal
Verificar el equipo de bombeo	Semanal
RED DE DISTRIBUCIÓN	
Inspeccionar la ruta de la tubería a manera de encontrar posibles fugas. De ser encontradas deben de repararse de inmediato.	Mensual
Verificar el funcionamiento de las válvulas de la red.	Semestral

Fuente: elaboración propia.

Actualmente se cuenta con un empleado del Departamento de Aguas de la Municipalidad de Jutiapa, quien está encargado de verificar el buen funcionamiento del sistema de distribución para la colonia Las Victorias y colonias aledañas y la captación del agua potable.

2.1.12. Presupuesto del proyecto

En la realización de proyectos de infraestructura, el presupuesto se define como el cálculo anticipado del costo total estimado para ejecutar la construcción.

Para realizar un presupuesto se deben crear renglones de trabajo, que son el resultado de la sumatoria de costos indirectos y costos directos.

2.1.12.1. Costos directos

Son los costos previstos en los que se debe incurrir directamente para utilizar o adquirir e integrar los recursos necesarios, en cantidad y tiempo.

Los costos directos abarcan:

- Materiales
- Mano de obra
- Herramienta y equipo
- Transporte y maquinaria

2.1.12.1.1. Materiales

Es el costo directo previsto por la adquisición, traslado y utilización de la cantidad de material necesaria para ejecutar todo lo que confiere al proyecto.

2.1.12.1.2. Mano de obra

Es el costo directo previsto por el tipo y la cantidad de trabajadores que deberán ser empleados temporalmente para la ejecución de la obra o proyecto.

2.1.12.1.3. Herramienta y equipo

Es el costo directo previsto por el tipo y cantidad de herramientas o equipo de construcción que deber ser utilizados para la ejecución de las diferentes fases del proyecto.

2.1.12.2. Costos directos

Los costos directos generalmente están integrados por costos de contrataciones, fianzas, gastos administrativos, supervisión, utilidad, impuestos y servicios especializados.

Tabla XXII. Presupuesto

Proyecto:	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE				
Localización	Colonia Las Victoria, Aldea el Barreal, Jutiapa, Jutiapa				
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Trazo y replanteo topográfico	1223	ml	Q 14,50	Q 17 733,50
2	Excavación de zanja	226	m3	Q 58,00	Q 13 108,00
3	Suministro e instalación de tubería PVC de 2 1/2" 160 PSI	163	ml	Q 65,52	Q 10 679,56
4	Suministro e instalación de tubería PVC de 2" 160 PSI	31	ml	Q 52,40	Q 1 624,29
5	Suministro e instalación de tubería PVC de 1 1/2" 160 PSI	44	ml	Q 37,12	Q 1 633,21
6	Suministro e instalación de tubería PVC de 1 1/4" 160 PSI	35	ml	Q 24,97	Q 873,96
7	Suministro e instalación de tubería PVC de 1" 160PSI	237	ml	Q 21,72	Q 5 146,50
8	Suministro e instalación de tubería PVC de 1/2" PSI 315	257	ml	Q 11,34	Q 2 915,01
9	Suministro e instalación de tubería PVC de 3/4" 250 PSI	456	ml	Q 16,21	Q 7 390,55
10	Relleno y compactación	226	m3	Q 185,60	Q 41 945,60
11	Válvula de compuerta	3	unidad	Q 435,00	Q 1 305,00
12	Limpieza final	1	global	Q 10,440,00	Q 10 440,00
13	Conexiones domiciliars	151	unidad	Q 864,07	Q 130 474,47
14	Excavación conexiones domiciliars	35	m3	Q 58,00	Q 2 030,00
TOTAL					Q 247 299,65

Fuente: elaboración propia.

2.1.13. Cronograma de ejecución

A continuación, en la tabla XXIII se presenta el cronograma de ejecución del proyecto y el costo por renglón.

Tabla XXIII. Cronograma de ejecución

Proyecto:		DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE									
Localización		Colonia Las Victoria, Aldea el Barreal, Jutiapa, Jutiapa									
No	DESCRIPCION	COSTO POR RENGLO	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6			
1	Trazo y Replanteo Topográfico	Q 17 733,50									
2	Excavación de zanja	Q 13 108,00									
3	Suministro e Instalación de Tubería PVC de 2 1/2" 160 PSI	Q 10 679,56									
4	Suministro e Instalación de Tubería PVC de 4 de 2" 160 PSI	Q 1 624,29									
5	Suministro e Instalación de Tubería PVC de 1 1/2" 160 PSI	Q 1 633,21									
6	Suministro e Instalación de Tubería PVC de 1 1/4" 160 PSI	Q 873,96									
7	Suministro e Instalación de Tubería PVC de 1" 160PSI	Q 5 146,50									
8	Suministro e Instalación de Tubería PVC de 1/2" 250 PSI	Q 2 915,01									
9	Suministro e Instalación de Tubería PVC de 3/4" 250 PSI	Q 7 390,55									
10	Excavacion conexiones domiciliare	Q 2 030,00									
11	Conexiones domiciliare	Q.130 474,47									
12	Válvula de compuerta	Q 1 305,00									
15	Relleno y Compactación	Q 41 945,60									
16	Limpieza Final	Q 10 440,00									

Fuente: elaboración propia.

2.1.14. Impacto ambiental

Para determinar qué impacto ambiental genera un proyecto se realiza una evaluación de impacto ambiental (EIA).

Existen categorías de impacto ambiental potencial, estas son:

- Categoría A: alto impacto ambiental potencial
- Categoría B1: alto o moderado impacto ambiental potencial
- Categoría B2: de moderado a bajo impacto ambiental
- Categoría C: debajo impacto ambiental potencial

Mediante la Evaluación de Impacto Ambiental, se determinaron que en un sistema de abastecimiento de agua potable que funciona por bombeo produce un bajo impacto ambiental y que los impactos negativos del proyecto, se dan en la etapa de construcción y operación.

- En construcción

Movimiento de tierras: debido al zanjeo se tendrá un movimiento de tierras, lo que provocará que las partículas de polvo queden suspendidas en el aire, así mismo en la realización de este movimiento de tierra, se eliminan capas vegetales o la vegetación.

Contaminación por usos de combustible y gases emanados: debido a que la ejecución del sistema de alcantarillado sanitario requiere la utilización de maquinaria pesada estas emanan gases dañinos para el ambiente, generan polvo debido a la movilización dentro del proyecto.

Contaminación por uso de materiales compuestos debido al proceso constructivo y la necesidad de unir tubos. La mayoría de estos compuestos con cemento hidráulico y cemento solvente para tubería PVC.

- En operación

Este proyecto no tendrá un impacto ambiental negativo permanente, solo sucederá durante la época de construcción donde el suelo sufrirá un cambio.

También existen medidas de mitigación que se pueden aplicar al proyecto de abastecimiento de agua potable, para disminuir los componentes negativos del impacto ambiental mencionados, y así reducir el impacto ambiental potencial.

Estas medidas de mitigación pueden ser:

- Realizar las operaciones de movimiento de tierras cuando haya una menor afluencia vehicular y peatonal. Además, humedecer el suelo para evitar la generación y esparcimiento de polvo.
- Considerar los anchos de zanjas mínimos y excavar únicamente en los lugares necesarios.
- Mejorar la educación sanitaria de los habitantes mediante diferentes capacitaciones, eventos o campañas por parte de los encargados del proyecto.

Como impacto ambiental positivo se podría mencionar:

- Abastecimiento de agua apta para consumo humano (potable), para los habitantes de la colonia Las Victorias durante un periodo adecuado.
- Reducción de la tasa de morbilidad en la colonia Las Victorias, principalmente producidas por enfermedades de origen hídrico.
- Optimización de tiempo por obtención de agua por parte de los habitantes, debido a que tendrán acceso a agua potable entubada en sus predios.

2.2. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la colonia Las Victorias aldea El Barreal

A continuación, se describe el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la colonia Las Victorias aldea El Barreal.

2.2.1. Descripción del proyecto

La tasa de crecimiento poblacional es alta por lo que las personas se ven obligadas a poblar ciertos lugares como colonias, asentamientos, caseríos, cercanos a la cabecera municipal. Este es el caso de la colonia las Victorias, esta se colonia es muy cercana a la cabecera municipal pero no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario.

El proyecto consiste en diseñar el sistema de alcantarillado ASTM F-9-49 para tubería de PVC, y sanitario en la colonia Las Victorias. Para la realización de este diseño se consideró la norma se tomaron en consideración ciertos aspectos de las normas generales para el diseño de alcantarillados del Instituto

de Fomento Municipal (INFOM), y especificaciones técnicas de los proveedores de la tubería y material a considerar.

El diseño consta de 22 pozos de visita, 4 pozos principales conectados entre sí, que tienen la función de recolectar las aguas servidas de las calles y avenidas, tomando en cuenta que la topografía del terreno es contra pendiente los pozos varían en una altura de 0,76 metros hasta 4,38 metros. Son necesarios 975 metros lineales de tubería de PVC de diámetro de 6”.

2.2.2. Levantamiento topográfico

Mediante un levantamiento topográfico se permite trazar mapas o planos de un área, en ellos aparecen, las principales características físicas del terreno, como ríos, lagos, reservorios, caminos, bosques o formaciones rocosas; también los diferentes elementos que componen la granja, estanques, represas, diques, fosas de drenaje o canales de alimentación de agua.

En sistemas de alcantarillado sanitario mediante la topografía se establece la ruta por donde se ubicarán las diferentes obras de arte.

El equipo utilizado para realizar el levantamiento topográfico en la colonia las Victorias fue el siguiente

- Teodolito digital marca Sokka modelo DT600
- Estadal
- Cinta métrica
- Plomada
- Estacas de madera
- Pintura de aceite

- Libreta
- Trípode
- Martillo
- Clavos

2.2.2.1. Planimetría

El objetivo del tipo de levantamiento topográfico es determinar la posición relativa de uno o más puntos sobre un plano horizontal. A tal efecto, se miden las distancias y ángulos horizontales sin considerar las diferencias de elevaciones.

Para la realización del levantamiento planimétrico, se utilizó la estación total, se realizó un recorrido inicial para verificar y determinar la línea de conducción y distribución, se realizaron radiaciones por azimut dando prioridad a la ubicación de viviendas existentes y lotes.

2.2.2.2. Altimetría

Es la parte de la topografía que se encarga de medir mediante los métodos, técnicas y representar las alturas, también llamada "cota" de cada uno de los puntos, respecto de un plano de referencia.

El levantamiento que se realizó en la colonia Las Victorias fue de primer orden, por tratarse de un proyecto de alcantarillado sanitario, es de suma importancia que la precisión de los datos sea alta. Se determinó la elevación de los puntos a lo largo de la línea central, los puntos domiciliarios y de los posibles pozos de visita.

2.2.2.3. Taquimetría

La taquimetría es un método de medición rápida pero no preciso. Se utiliza para el levantamiento de detalles donde es difícil el manejo de la cinta métrica, para proyectos de Ingeniería Civil u otros.

Es un procedimiento para medir distancias, prescindiendo de la cinta; las distancias, tanto horizontales como verticales se miden utilizando las propiedades ópticas, del anteojo del teodolito. Los métodos taquimétricos se aplican en lugares donde hay dificultades para medir directamente las distancias, como en lugares cubiertos por el agua, terrenos abruptos, o cuando se requiera brevedad en los trabajos de campo.

2.2.3. Generalidades de un sistema de alcantarillado

De acuerdo con su finalidad, existen tres tipos de alcantarillado. La selección o adopción de uno de estos sistemas dependerá de un estudio minucioso de factores, tanto topográficos como funcionales, pero quizás el más importante es el económico.

- Alcantarillado sanitario: recoge las aguas servidas domiciliarias, como, baños, cocinas, lavados y servicios; las de residuos comerciales, como, restaurantes y garajes; las de residuos industriales e infiltración.
- Alcantarillado pluvial: recoge únicamente las aguas de lluvia que concurren al sistema.
- Alcantarillado combinado: posee los caudales antes mencionados (sanitario y pluvial).

En este caso se diseñará un sistema de alcantarillado sanitario; únicamente se recolectarán aguas servidas domiciliarias.

2.2.4. Componentes del Sistema

Para que un sistema de alcantarillado funcione en óptimas condiciones se debe de tener el conocimiento de cada una de las partes que lo conforman. El sistema de alcantarillado se compone en obras básicas y obras complementarias.

- Obras básicas
 - Colectores
 - Pozos de Visitas
 - Conexiones domiciliarias

- Obras complementarias
 - Pozos de luz
 - Tanques de lavado
 - Derivadores de caudal
 - Disipadores de energía
 - Tuberías de ventilación
 - Sifones invertidos

2.2.4.1. Colector

Son tuberías por las cuales se conduce las aguas residuales, estas deben funcionar como canales abiertos y nunca deben de trabajar a sección llena. Estas deben de ser instaladas a una profundidad respecto al terreno natural.

El colector diseñado para este sistema consta de 975 metros de tubería de PVC de diámetro de 6", tomando en consideración y cumplimiento de la norma F9-49 de tubería PVC.

2.2.4.2. Pozos de visita

Los pozos de visita sirven para verificar el buen funcionamiento de la red de colectores, para efectuar operaciones de limpieza y mantenimiento. Se pueden construir de cualquier material siempre que sean durables e impermeables dentro del periodo de diseño.

Generalmente los pozos de visita son de sección circular de diámetro de 1,20metros, en la parte superior tiene forma de cono truncado, con tapadera.

Los pozos de visita se deben de colocar según las siguientes consideraciones:

- Se colocan entre tramos de tuberías no mayores a 100 metros en línea recta en diámetros de 24" y no mayores a 300 metros en línea recta en diámetros superiores a 24".
- En cambios de diámetro del colector.
- En cambios de pendiente del colector.
- En cruces de dos o más tuberías.
- Tramos iniciales.

El diseño consta de 22 pozos de visita con alturas variables de 0,76 metros hasta 4,38 metros, compuesto con tubos de concreto.

2.2.4.3. Conexiones domiciliarias

La conexión domiciliar tiene la finalidad de llevar las aguas servidas desde la vivienda o predio hacia el colector. Esta está conformada por dos elementos que son: La candela y la acometida domiciliar. Cada vivienda debe de poseer una conexión adecuada acorde al caudal determinado en el diseño.

El diseño realizado consta de 151 viviendas, por lo tanto, son necesarias 151 conexiones domiciliarias.

2.2.4.3.1. Candela

La candela tiene como función reunir todas las aguas servidas de la vivienda o predio en un mismo punto para así, dirigirlas al colector mediante la acometida domiciliar.

Generalmente estas están construidas de mampostería o tubos de concreto colocados verticalmente, deben de contar con una tapadera para que puedan ser inspeccionadas y debe estar impermeabilizadas y así evitar filtración.

2.2.4.3.2. Acometida domiciliar

La función de la acometida domiciliar es conectar a la candela con el colector mediante una tubería y accesorio. Debe ser menor o igual diámetro que el colector y debe llevar una pendiente adecuada. El ángulo de aguas abajo entre la acometida y el colector debe permitir la correcta introducción del flujo; generalmente es de 45 grados.

2.2.5. Parámetros de diseño

El diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la colonia Las Victorias, se realizó contemplando las normas generales para el diseño de alcantarillo del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), así como manuales técnicos de instalación y diseño por parte de proveedores de materiales. Sin embargo, el criterio propio puede omitir ciertos parámetros o modificar algunos dependiendo de las condiciones del proyecto.

2.2.5.1. Población actual

Se realizó un censo para estimar la población actual, puesto que no se contaban con datos de la población. Se asumió una densidad de vivienda 5 hab/vivienda, este fue acordado conjunto al departamento de estadística de la municipalidad de Jutiapa. Se determinó que la población total para la colonia Las Victorias es de 755 habitantes.

2.2.5.2. Periodo de diseño

Es el tiempo de vida útil de un proyecto, en este caso el tiempo que el sistema de alcantarillado sanitario, preste el servicio de manera óptima a la población.

Existen diferentes factores que pueden alterar el valor del periodo de diseño, estos son:

- Vida útil de los materiales y equipos
- Facilidades de ampliación
- Comportamiento del sistema en su etapa inicial

Las normas generales para el diseño de alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), sugiere un valor de 30 a 40 años, para la realización de este diseño se utilizará un periodo de diseño de 30 años.

2.2.5.3. Dotación

Es el volumen de agua que se le asigna a cada habitante para en determinada población. Se expresa en litros/habitante/día.

Para la estimación de la dotación de madera adecuada se deberá tomar en cuenta los factores que indica la guía de normas para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para el consumo humano del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), los cuales son: clima, abastecimiento privado, calidad y cantidad de agua, presiones, nivel de vida, actividad productiva, educación sanitaria, entre otros.

La municipalidad de Jutiapa utiliza una dotación entre 90 l/hab/día, y 120 l/hab/día. Para el diseño de este sistema de alcantarillado sanitario se tomará una dotación de 125 l/hab/día.

2.2.5.4. Factor de retorno

El factor de retorno es el porcentaje de agua proveniente de la distribución que después de ser utilizada es recibida por el sistema de alcantarillado. Este porcentaje oscila entre valores de 70 % a 95 %.

El factor de retorno que se utilizara para este diseño es de 90 %.

2.2.6. Determinación del caudal de diseño

Para determinar el caudal de diseño es necesario calcular los caudales. A continuación, se presentan los cálculos de caudales.

2.2.6.1. Caudal domiciliar

Es el agua proveniente de las viviendas utilizadas para las actividades cotidianas de los habitantes como, limpieza, alimentación, higiene. Se determina de la siguiente forma:

$$Q_{dom} = \frac{Dot * No. hab * F. R}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{dom} = caudal domiciliar (l/s)

Dot = dotación (l/hab/día)

No. hab = número de habitantes (hab)

F. R = factor de retorno

2.2.6.2. Caudal comercial

Es el caudal proveniente de los distintos comercios como; mercados, hoteles, restaurantes, entre otros. La dotación comercial varía entre 6,000 y 3,000 L/comercio/día, dependiendo del tipo de comercio. Se determina de la siguiente forma:

$$Q_{dom} = \frac{Dot * No}{86\ 400}$$

Donde:

Qcom = caudal comercial (l/s)

Dot = dotación (l/día)

No. = número de comercios del mismo tipo

Para el diseño de alcantarillado sanitario, no se considerará el caudal comercial porque no se cuenta con ningún comercio en la colonia.

2.2.6.3. Caudal de infiltración

El caudal de infiltración está compuesto por agua del subsuelo que logra penetrar al sistema de alcantarillado. Para este caudal se toma en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea, con relación a la profundidad de las tuberías y tipo de las tuberías, la permeabilidad del terreno, el tipo de juntas usadas en las tuberías y la calidad de mano de obra y supervisión con que se cuente durante la construcción. El caudal de infiltración se determina de la siguiente manera:

$$Q_{inf} = \frac{0,01 * L}{86\ 400}$$

Donde:

Qinf = caudal de infiltración (l/s)

L = longitud del tramo (km)

Para el diseño de alcantarillado sanitario, no se considerará el caudal de infiltración porque se utilizará tubería de PVC bajo la norma ASTM F-949.

2.2.6.4. Caudal de conexiones ilícitas

Es el caudal proveniente de conexiones extras de carácter pluvial, conectadas de manera ilícita; estas no deben de pertenecer al sistema de alcantarillado sanitario.

El instituto de Fomento Municipal sugiere tomar el 10 % como mínimo del caudal domiciliar.

El caudal de conexiones ilícitas se determina de la siguiente manera:

$$Q_{ci} = 0,20 * Q_{dom}$$

Donde:

Q_{ci} = caudal de conexiones ilícitas (l/s)

Q_{dom} = caudal domiciliar (l/s)

Para el diseño de alcantarillado sanitario, no se considerará el caudal de conexiones ilícitas, por ser una colonia ya todos los terrenos cuentan con una conexión domiciliar.

2.2.6.5. Caudal industrial

Es el caudal proveniente de las pequeñas, medianas o grandes industrias como lo son: fábrica de textiles, licoreras, entre otros.

El caudal industrial se determina de la siguiente manera:

$$Q_{ind} = \frac{Q_{com}}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{ind} = caudal industrial (l/s)

Q_{com} = caudal comercial (l/s)

Para el diseño de alcantarillado sanitario, no se considerará el caudal industrial porque en la colonia Las Victorias no se cuenta con ninguna industria.

2.2.6.6. Caudal sanitario

El caudal sanitario es la sumatoria de todos los caudales que tendrán un aporte al sistema de alcantarillado sanitario. El caudal se determina de la siguiente manera:

$$Q_{san} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{inf} + Q_{ci} + Q_{ind}$$

Donde:

Q_{san} = caudal sanitario l/s)

Q_{dom} = caudal domiciliar (l/s)

Q_{com} = caudal comercial (l/s)

Q_{inf} = caudal infiltración (l/s)

Q_{ind} = caudal industrial (l/s)

Para la realización de este diseño de alcantarillado sanitario no se tomará en cuenta el caudal industrial y caudal comercial puesto que no existe ninguna edificación de estas categorías, el caudal de infiltración, porque se utilizará tubería de PVC bajo la norma F-949.

2.2.6.7. Factor de caudal medio

Es un factor que regula la aportación del caudal en la tubería. Se considera que es el caudal que aporta cada habitante. Según el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), el factor debe estar entre los rangos de (0,003 a 0,005). El factor de caudal medio se determina de la siguiente manera:

$$f_{qm} = \frac{Q_{san}}{No. hab}$$

Donde:

Fqm = factor de caudal medio

Qsan = caudal sanitario (l/s)

No. Hab = número de habitantes (hab)

Diferentes normativas determinan el factor caudal medio, estas son:

- Según la Dirección General de Obras Públicas (DGOP):

$$0,002 \leq F_{qm} \leq 0,005$$

- Según la Municipalidad de Guatemala (EMPAGUA)

$$F_{qm} = 0,003$$

2.2.6.8. Factor de Harmon

Es el factor que representa la probabilidad de que múltiples artefactos sanitarios de las viviendas se estén utilizando simultáneamente en el tramo analizado.

El factor de Harmon se determina de la siguiente manera:

$$F.H = \frac{18 + \sqrt{\frac{P}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{P}{1\,000}}}$$

Donde:

F.H = factor de Harmon

P = población acumulada del tramo en análisis (hab)

2.2.6.9. Caudal de diseño

Es el caudal con el que se realiza el diseño de un alcantarillado sanitario, se debe calcular un caudal de diseño actual y futuro, respectivamente. El caudal de diseño se determina de la siguiente manera:

$$Q_{dis} = No. hab * fqm * F.H$$

Donde:

Qdis = caudal de diseño (l/s)

Fqm = factor de caudal medio

F.H = factor de Harmon

2.2.7. Diseño hidráulico

En el diseño hidráulico se definen la longitud y diámetros que pueden llegar a tener las tuberías de un sistema. Seguidamente se presenta el diseño hidráulico para un tramo del alcantarillado.

2.2.7.1. Velocidad a sección llena

Para determinar la velocidad del flujo a sección llena se utiliza la ecuación de Manning, esta modela el comportamiento de canales aplicable a tuberías. La velocidad a sección llena se determina de la siguiente manera.

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

Donde:

- V = velocidad a sección llena (m/s)
- n = coeficiente de rugosidad de Manning
- Rh = radio hidráulico (m)
- S = pendiente de la superficie (m/m)

El coeficiente de rugosidad de Manning depende del material que se esté utilizando, en este caso se utiliza PVC y el coeficiente de Manning es de 0,009.

2.2.7.2. Caudal a sección llena

El caudal a sección llena modela la cantidad máxima de aguas servidas que permite transportar la tubería analizada; se utiliza como parámetro para establecer relaciones hidráulicas, y así calcular el caudal a sección parcial.

El caudal a sección llena se determina de la siguiente manera:

$$Q = \frac{\pi}{4} * \phi^2 * V * 1\,000$$

Donde:

Q = caudal a sección llena (l/s)

Ø = diámetro de la tubería (m)

V = velocidad obtenida de la ecuación de Manning (m/s)

2.2.7.3. Relaciones hidráulicas

Se debe relacionar el caudal a sección llena con el caudal de diseño (q/Q), con el objetivo que la tubería del colector funcione adecuadamente.

Las relaciones hidráulicas se utilizan para obtener relaciones de velocidades y tirantes, proporcionadas mediante una tabla de cálculo.

Las relaciones hidráulicas son las siguientes:

- Relación de caudales (q/Q): modela el porcentaje del caudal de diseño respecto al máximo posible.
- Relación de velocidades (v/V): esta se obtiene a partir de la relación q/Q , modela la velocidad del caudal de diseño respecto al máximo permisible.
- Relación de tirantes (d/D): esta se obtiene a partir de la relación q/Q , modela la altura del caudal de diseño respecto a la tubería. Debe estar en un rango de (0,10 y 0,75) para que el colector funcione como un canal abierto durante todo el periodo de diseño.

2.2.7.4. Velocidad del caudal de diseño

La velocidad de caudal de diseño se obtiene a partir de la relación v/V y de la velocidad a sección llena. Esta debe de estar en un rango de (0,60 y 3,00) m/s.

Si la velocidad está debajo del valor mínimo es probable que algunos sólidos que se transportan a las aguas servidas no fluyan de manera adecuada y no exista autolimpieza.

Si la velocidad está por encima del valor máximo es probable que la tubería se dañe por algún impacto debido a la alta velocidad.

2.2.8. Cotas invert

Es la elevación o cota de la parte inferior del colector entrando o saliendo de un pozo de visita respecto al terreno natural.

Existen diversas maneras de calcular las cotas invert en un diseño de alcantarillado, esto depende de las condiciones que estén presentes.

Se deben de considerar factores como tipo de suelo, tipo de tráfico, o carga viva a soportar, material de la tubería, entre otros.

En general las cotas invert se determinan de la siguiente manera:

- Para pozo inicial de visita

$$CIS = C.T - Pi$$

Donde:

CIS = cota invert de salida (m)

C.T = cota de terreno (m)

Pi = profundidad de pozo inicial (m)

Para siguientes pozos de visita

$$CIS = CIS_{ant} - (D * S)$$

$$CIS = CIE - (CV \text{ o } DDC)$$

Donde:

CIE = cota invert de entrada (m)

CIS ant = cota invert de salida de pozo anterior(m)

D = distancia real entre pozos (m)

S = pendiente de diseño (m)

CIS = cota invert de salida (m)

CV = carga de velocidad (m)

DDC = distancia definida a criterio (m)

2.2.9. Ancho de zanja

Es el espacio mínimo que se necesita para realizar el trabajo de instalación del colector del sistema de alcantarillado con mayor facilidad.

La norma para la instalación de la tubería de PVC ASTM F-949 brinda una tabla con los anchos mínimos para la realización de la zanja.

Tabla XXIV. Ancho mínimo de zanja para tubería PVC ASTM F-949

Diámetro nominal	Ancho de zanja
4	0,50
6	0,55
8	0,62
10	0,67
12	0,75
15	0,80
18	0,90

Fuente: AMANCO. *Manual técnico de tubo sistemas*. p. 107.

2.2.10. Volumen de excavación

Es la cantidad de suelo que se debe remover para la instalación del colector y del sistema en general. El volumen de excavación se determina de la siguiente manera.

$$Vol = \left(\frac{(H1 + H2)}{2} \right) * D * A$$

Donde:

Vol. = volumen de excavación (m^3)

H1 = altura de pozo de visita, principio de tramo (m)

H2 = altura de pozo de visita, final de tramo (m)

D = distancia entre pozos (m)

A = ancho de zanja (m)

2.2.11. Ejemplo de cálculo

A continuación, se presenta un tramo del diseño del alcantarillado.

Tabla XXV. **Datos generales para cálculos**

Periodo de diseño	30
Habitantes por vivienda	5
Dotación	120 Hab/día

Fuente: elaboración propia.

2.2.12. Diseño del tramo 1 PVA1 – PVA2

- Pendiente de terreno

$$S(\%) = \frac{CT \text{ inicio} - CT \text{ final}}{DH} * 100$$

$$S(\%) = \frac{497,7011 - 500,2875}{55,6527} * 100 = -4,6474 \%$$

- Caudal sanitario

$$Q_{san} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{inf} + Q_{ci} + Q_{ind}$$

- Caudal domiciliar

$$Q_{dom} = \frac{Dot * No. \text{ hab} * F.R}{86\ 400}$$

$$Q_{dom} = \frac{120 * (14 * 5) * 0,9}{86\ 400} = 0,0875 \text{ l/s}$$

- Caudal sanitario

$$Q_{san} = 0,0875 + 0 + 0 + 0 + 0$$

$$Q_{san} = 0,0875 \text{ l/s}$$

- Factor de caudal medio

$$f_{qm} = \frac{Q_{san}}{No. \text{ hab}}$$

$$f_{qm} = \frac{0,0875 \text{ l/s}}{70 \text{ hab}} = 0,001$$

Como el valor del fqm es menor al mínimo que es 0,002 se utilizará 0,003. En la realización del diseño del sistema de alcantarillado sanitario ninguno de los tramos cumple con el mínimo, por lo cual el valor de 0,003 fue constante.

- Factor de Harmond

$$F.H = \frac{18 + \sqrt{\frac{P}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{P}{1\,000}}}$$

$$F.H = \frac{18 + \sqrt{\frac{70}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{70}{1\,000}}} = 4,2829$$

- Caudal de diseño

$$Q_{dis} = No. hab * fqm * F.H$$

$$Q_{dis} = 70 * 0.003 * 4,2829 = 0,8994 \text{ l/s}$$

- Velocidad a sección llena

El diámetro del tubo de PVC que se asumió es de 6", se basará en la norma ASTM F-949 para comprobar el cumplimiento de la velocidad de cada tramo.

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

$$V = \frac{1}{0,01} * 6^{\frac{2}{3}} * 1^{\frac{1}{2}} = 1,1323 \text{ m/s}$$

- Caudal a sección llena

$$Q = \frac{\pi}{4} * \phi^2 * V * 1000$$

$$Q = \frac{\pi}{4} * \left(6 * \frac{2,54}{100}\right)^2 * 1,1323 * 1000 = 20,6549 \text{ l/s}$$

- Relación de caudales

$$q/Q = \frac{Q_{dis}}{Q}$$

$$q/Q = \frac{0,8994}{20,6549} = 0,043544$$

- Relaciones hidráulicas

Las relaciones hidráulicas se determinan por medio de las tablas de normas generales para el diseño de alcantarillado de Instituto de Fomento Municipal INFOM.

$$\frac{d}{D} = 0,142$$

Esto indica que es correcto, debido a que se encuentra en un rango permisible de (0,1 – 0,75).

- $v/V = 0,043544$

Por lo tanto:

$$V = 0,499626 * 1,1323 = 0,5657 \text{ m/s}$$

La relación de tirantes cumple por lo cual el colector funcionara como un canal abierto.

La velocidad cumple, y se encuentra en el rango permisible de (0,60 – 3) m/s según las normas del INFOM. El colector no será dañado ni tendrán solidos retenidos en los conductos

- Cotas invert

- Cota invert de salida

$CIS = CTI - \text{profundidad de pozo definida por ASTM F - 949}$

$$CIS = 497,7011 - 0,76 = 496,9411$$

- Cota invert de entrada

$$CIE = CIS - \left(\frac{m}{100}\right) * long$$

$$CIE = 496,94.11 - \left(\frac{1}{100}\right) * 55,6527 = 496,38$$

- Volumen de excavación

$$Vol = \left(\frac{(H1 + H2)}{2}\right) * D * A$$

$$Vol = \left(\frac{(3,91 + 4,97)}{2}\right) * 55,6527 * 0,55 = 135,9038 m^3$$

2.2.13. Tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de las aguas residuales consiste en la aplicación de procesos u operaciones unitarias que permitan la remoción de los contaminantes y la mineralización de sus componentes con el fin de convertirlos en compuestos inocuos o menos dañinos para el ambiente.

Existen diferentes tipos de tratamientos, pero depende de la naturaleza y las propiedades fisicoquímicas de las aguas residuales a tratar.

Para este diseño, se contempló como punto de desfogue a una futura planta de tratamiento de aguas residuales como parte del cumplimiento del Acuerdo Gubernativo No. 236-2006, en este se establece los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga, uso de aguas residuales, y para la disposición de lodos.

2.2.14. Presupuesto del proyecto

En la realización de proyectos de infraestructura, el presupuesto se define como el cálculo anticipado del costo total estimado para ejecutar la construcción. Para realizar un presupuesto se deben llevar a cabo renglones de trabajo, que son el resultado de la sumatoria de costos indirectos y costos directos.

2.2.14.1. Costos directos

Son los costos previstos en los que se debe incurrir directamente para utilizar o adquirir e integrar los recursos necesarios, en cantidad y tiempo.

Los costos directos abarcan:

- Materiales
- Mano de obra
- Herramienta y equipo
- Transporte y maquinaria

2.2.14.1.1. Materiales

Es el costo directo previsto por la adquisición, traslado y utilización de la cantidad de material necesaria para ejecutar todo lo que confiere al proyecto.

2.2.14.1.2. Mano de obra

Es el costo directo previsto por el tipo y la cantidad de trabajadores que deberán ser empleados temporalmente para la ejecución de la obra o proyecto.

2.2.14.1.3. Herramienta y equipo

Es el costo directo previsto por el tipo y cantidad de herramientas o equipo de construcción que deber ser utilizados para la ejecución de las diferentes fases del proyecto.

2.2.14.1.4. Transporte y maquinaria

Es el costo directo previsto por el tipo y la cantidad de transporte o maquinaria necesaria para movilizar material, herramienta, que se requiera en la ejecución del proyecto.

2.2.14.2. Costos directos

Los costos directos generalmente están integrados por costos de contrataciones, fianzas, gastos administrativos, supervisión, utilidad, impuestos y servicios especializados.

Tabla XXVI. Presupuesto del proyecto

Proyecto:		DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO			
Localización		Colonia Las Victoria, Aldea el Barreal, Jutiapa, Jutiapa			
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Trazo y replanteo topográfico	975	ml	Q 14,50	Q 14 137,50
2	Excavación de zanja	1998	m3	Q 58,00	Q 115 884,00
3	Suministro e instalación de tubería PVC Norma ASTM F-949 de 6"	1106	ml	Q 115,19	Q 127 398,61
4	Relleno y compactación de zanja	1998	m3	Q 185,60	Q 370 828,80
5	Pozo de visita 24"				
5,1	Realización de base de concreto	24	unidad	Q 279,28	Q 6 702,81
5,2	Suministro e instalación de tubería de concreto de 24"	46	ml	Q 1 175,05	Q 54 052,35
5,3	Realización de tapaderas de 24"	24	unidad	Q 231,34	Q 5 552,04
6	Conexiones domiciliarias	151	unidad	Q 1 078,23	Q 162 813,24
7	Excavación conexión domiciliar	109	m3	Q 58,00	Q 6 322,00
8	Limpieza	1	global	Q10 440,00	Q 10 440,00
TOTAL					Q 874 131,35

Fuente: elaboración propia.

2.2.15. Cronograma de ejecución

A continuación, en la tabla XXVII, se describe el tiempo de ejecución para el alcantarillado.

Tabla XXVII. **Cronograma de ejecución**

Proyecto:		DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO									
Localización		Colonia Las Victoria, Aldea el Barreal, Jutiapa, Jutiapa									
No	DESCRIPCION	COSTO POR RENGLO	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	
1	Trazo y Replanteo Topográfico	Q 14 137,50									
2	Excavación de zanja	Q 115 884,00									
3	Suministro e Instalación de Tubería PVC Norma ASTM F-949 de 6"	Q 127 398,61									
4	Instalación de pozos de visita (incluye base, instalación y tapadera)	Q 66 307,20									
5	Excavación conexión domiciliar	Q 6 322,00									
6	Instalación de conexiones domiciliarias	Q 6 702,81									
7	Relleno y Compactación de zanja	Q 370 828,80									
8	Limpieza final	Q 10 440,00									

Fuente: elaboración propia.

2.2.16. Impacto ambiental

Para determinar qué impacto ambiental genera un proyecto se realiza una evaluación de impacto ambiental (EIA).

Existen categorías de impacto ambiental potencial, estas son:

- Categoría A: alto impacto ambiental potencial
- Categoría B1: alto o moderado impacto ambiental potencial
- Categoría B2; de moderado a bajo impacto ambiental
- Categoría C: debajo impacto ambiental potencial

Un sistema de alcantarillado sanitario produce un alto impacto ambiental si las aguas servidas no son tratadas.

Mediante la Evaluación de Impacto Ambiental, se determinaron que los impactos negativos del proyecto, se dan en la etapa de construcción y operación.

- En construcción
 - Movimiento de tierras: debido al zanjeo se tendrá un movimiento de tierras, lo que provocará que las partículas de polvo queden suspendidas en el aire, así mismo en la realización de este movimiento de tierra, se eliminan capas vegetales o la vegetación.
 - Contaminación por usos de combustible y gases emanados: debido a que la ejecución del sistema de alcantarillado sanitario requiere la utilización de maquinaria pesada estas emanan gases dañinos para

el ambiente, generan polvo debido a la movilización dentro del proyecto.

- En operación
 - Este proyecto no tendrá un impacto ambiental negativo permanente, ya que solo sucederá durante la época de construcción donde el suelo sufrirá un cambio.

También existen medidas de mitigación que se pueden aplicar al proyecto de alcantarillado sanitario para disminuir los componentes negativos del impacto ambiental mencionados, y así reducir el impacto ambiental potencial.

Estas medidas de mitigación pueden ser:

- Realizar las operaciones de movimiento de tierras cuando haya una menor afluencia vehicular y peatonal. Además, humedecer el suelo para evitar la generación y esparcimiento de polvo.
- Considerar los anchos de zanjas mínimos y excavar únicamente en los lugares necesarios.

Como impacto ambiental positivo se podría mencionar inexistencia de aguas servidas que fluyen sobre la superficie del suelo de la colonia o bien que las aguas servidas sigan siendo depositadas al río y así evitar enfermedades para los habitantes.

Se contará con mayor confortabilidad y bienestar para los habitantes de la colonia Las Victorias, debido a que la percepción de olores desagradables será

menor, mejorará visualmente ya que se desarrollará un entorno limpio y ordenado.

CONCLUSIONES

1. Se presenta una solución a la problemática que presenta la colonia Las Victorias, mediante la realización de los diseños de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario mejorando así la calidad de vida, reduciendo enfermedades gastrointestinales y creando un ambiente salubre para los pobladores.
2. Con el fin de facilitar el proceso constructivo se trabajó un juego de planos, presupuesto y cronograma de ejecución físico-financiero para casa uno de los proyectos diseñados, tomando en cuenta las disponibilidades de los materiales y mano de obra.
3. El diseño de abastecimiento de agua potable fue realizado considerando la guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano Instituto de Fomento Municipal (INFOM). El cual consistió en una red de distribución mixta de 1 106 metros lineales beneficiando actualmente a 745 personas, se tomaron los siguientes parámetros de diseño; un periodo de diseño de 30 años, dotación 125 lts/hab/día, un factor de día máximo de 1,5, un factor de hora máxima de 3, las velocidades se encuentran dentro del parámetro de 0,3 a 3,0 m/s. El costo directo unitario del proyecto de abastecimiento de agua potable en la colonia Las Victorias es de Q 223,60 por metro lineal.
4. El diseño de alcantarillado de sanitario fue realizado considerando las normativas de EMPAGUA, la norma ASTM F9-49, norma de instalación

D2321. El diseño constó de 22 pozos de visita, 4 pozos principales conectados entre sí, que tienen la función de recolectar las aguas servidas de las calles y avenidas, tomando en cuenta que la topografía del terreno es contra pendiente los pozos varían en una altura de 0,76 metros hasta 4,38 metros. Son necesarios 975 metros lineales de tubería de PVC de diámetro de 6". El costo directo unitario del proyecto de alcantarillado en la colonia Las Victorias es de Q 896,55 por metro lineal.

RECOMENDACIONES

1. Realizar una campaña de concientización para darle un uso adecuado al agua potable así mismo realizar periódicamente análisis fisicoquímico y análisis bacteriológico de la fuente de abastecimiento y así tener la certeza que el agua es potable y poder reducir el riesgo de enfermedades gastrointestinales.
2. Hacer mantenimientos periódicos de las tuberías, llaves y conexiones domiciliarias para garantizar el óptimo funcionamiento del sistema durante el tiempo que fue diseñado. Instalar la tubería del sistema de alcantarillado sanitario con una supervisión minuciosa, debido a que varios tramos diseñados con pendientes mínimas.
3. Supervisar la calidad en la etapa constructiva, como la prueba de infiltración, prueba de presión en las tuberías, con el fin de no afectar el funcionamiento posterior de ambos proyectos. Supervisar en el periodo constructivo de los pozos de visita del sistema de alcantarillado sanitario con equipo adecuado para la instalación ya que al ser alta profundidad puede provocar algún accidente.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria*. Trabajo de Graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 169 p.
2. AMANCO. *Manual técnico de tubosistemas*. 1a ed. Guatemala: Mexichem, 2010. 107 p.
3. Congreso de la República de Guatemala. *Acuerdo Gubernativo 137-2016, Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental y su Reforma*. [en línea]. <<https://asisehace.gt/media/acuerdogubernativo1372016.pdf>>. [Consulta: 18 de marzo de 2020].
4. Instituto de Fomento Municipal. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano*. Guatemala: INFOM y Ministerio de Salud Pública, 2011. 27 p.
5. MARROQUÍN PAÍZ, Ricardo Leonel. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío joyitas y sistema de alcantarillado sanitario para la colonia Linda Vista y la aldea Cerro Gordo*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2017. 51 p.
6. RAMÍREZ MÉNDE, Raúl Alonzo. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para la aldea las Majadas*,

Jutiapa, Jutiapa. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2019. 76 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Memoria de cálculo de sistema de abastecimiento de agua potable para la colonia Las Victorias

PRIMERA ITERACION										
CIRCUITO	TRAMO	LONGITUD (m)	COTAS		Q (l/s)	Ø TEORICO (in)	HF (m)	HF/Q	Δ	
CIRCUITO I	J5 - J6	87	499,52	498,58	0,51	1,35	0,94	1,84	-0,04	
	J5 - J7	44	500,4	499,52	-1,45	1,78	-0,88	0,61	-0,04	
	J6 - J8	44	499,73	498,58	0,39	1,02	1,15	2,96	-0,04	
	J7-J8	85	500,4	499,73	-0,23	1,07	-0,67	2,9	-0,04	-0,02
							0,54	8,301		
CIRCUITO II	J7-J8	85	500,4	499,73	0,23	1,07	0,67	2,9	-0,02	0,0183
	J7-J9	35	500,4	500	-0,98	1,71	-0,4	0,41	-0,02	
	J8-J10	36	499,8	499,73	0,37	1,7	0,07	0,19	-0,02	
	J9-J10	85	500	499,8	-0,2	1,3	-0,2	1	-0,02	-0,02
							0,14	4,5		
CIRCUITO III	J9-J10	85	500	499,8	0,2	1,3	0,2	1	0	0,02
	J9-J11	36	500	499,52	-0,53	1,32	-0,48	0,9	0	
	J10-J12	34	499,8	499,05	0,31	0,97	0,75	2,42	0	
	J11-J12	86	499,52	499,05	-0,14	0,95	-0,47	3,39	0	0,02
							0	7,72		
CIRCUITO IV	J11-J12	86	499,52	499,05	0,14	0,95	0,47	3,39	-0,02	-0,02
	J11-J13	24	499,52	498,9	-0,15	0,71	-0,62	4,14	-0,02	
	J12-J14	24	499,05	498,5	0,2	0,82	0,55	2,69	-0,02	
	J13-J14	86	498,9	498,5	-0,04	0,61	-0,4	10,05	-0,02	
	J14-J15	32	498,5	496,43	0,07	0,43	2,07	30,9	-0,02	
							2,07	51,17		

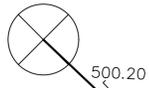
Continuación del apéndice 1.

SEGUNDA ITERACION												
CIRCUITO I	TRAMO	LONGITUD (m)	COTAS		Q (l/s)	Ø TEORICO (in)	Ø INTERNO (in)	Ø COMERCIAL (in)	HF (m)	HF/Q	Δ	
CIRCUITO I	J5 - J6	87	499,52	498,58	0,48	1,35	1,2	1	0,82	1,73	-0,01	
	J5 - J7	44	500,4	499,52	-1,49	1,78	1,8	1 1/2	-0,92	0,62	-0,01	
	J6 - J8	44	499,73	498,58	0,35	1,02	1,2	1	0,96	2,73	-0,01	
	J7-J8	85	500,4	499,73	-0,25	1,07	0,9	3-abr	-0,77	3,09	-0,01	0,015
									0,1	8,17		
CIRCUITO II	J7-J8	85	500,4	499,73	0,25	1,07	0,9	3-abr	0,77	3,09	-0,02	-0,015
	J7-J9	35	500,4	500	-0,99	1,71	1,5	1 1/4	-0,41	0,42	-0,02	
	J8-J10	36	499,8	499,73	0,35	1,7	1,2	1	0,06	0,18	-0,02	
	J9-J10	85	500	499,8	-0,22	1,3	0,9	3-abr	-0,23	1,07	-0,02	-0,01
									0,19	4,76		
CIRCUITO III	J9-J10	85	500	499,8	0,22	1,3	0,9	3-abr	0,23	1,07	-0,01	0,01
	J9-J11	36	500	499,52	-0,53	1,32	1,2	1	-0,48	0,9	-0,01	
	J10-J12	34	499,8	499,05	0,31	0,97	1,2	1	0,75	2,42	-0,01	
	J11-J12	86	499,52	499,05	-0,12	0,95	0,9	3-abr	-0,34	2,93	-0,01	-0,01
									0,16	7,33		
CIRCUITO IV	J11-J12	86	499,52	499,05	0,12	0,95	0,9	3-abr	0,34	2,93	0	0,01
	J11-J13	24	499,52	498,9	-0,17	0,71	0,9	3-abr	-0,8	4,65	0	
	J12-J14	24	499,05	498,5	0,18	0,82	0,9	3-abr	0,45	2,45	0	
	J13-J14	86	498,9	498,5	-0,06	0,61	0,6	1-feb	-0,9	14,58	0	
	J14-J15	32	498,5	496,43	0,05	0,43	0,6	1-feb	1	22,08	0	
									0,09	46,69		

Fuente: elaboración propia.

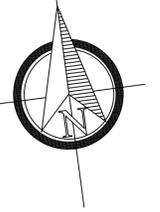
Apéndice 3. **Juego de planos del sistema de abastecimiento de agua potable colonia Las Victorias aldea el Barreal Jutiapa**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2020.



500.20

500.00



NOMENCLATURA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	FUENTE DE ABASTECIMIENTO
	TUBERIA
	CURVA DE NIVEL (2 m)
	CURVA DE NIVEL (1 m)
500.00	ELEVACION DE CURVA DE NIVEL



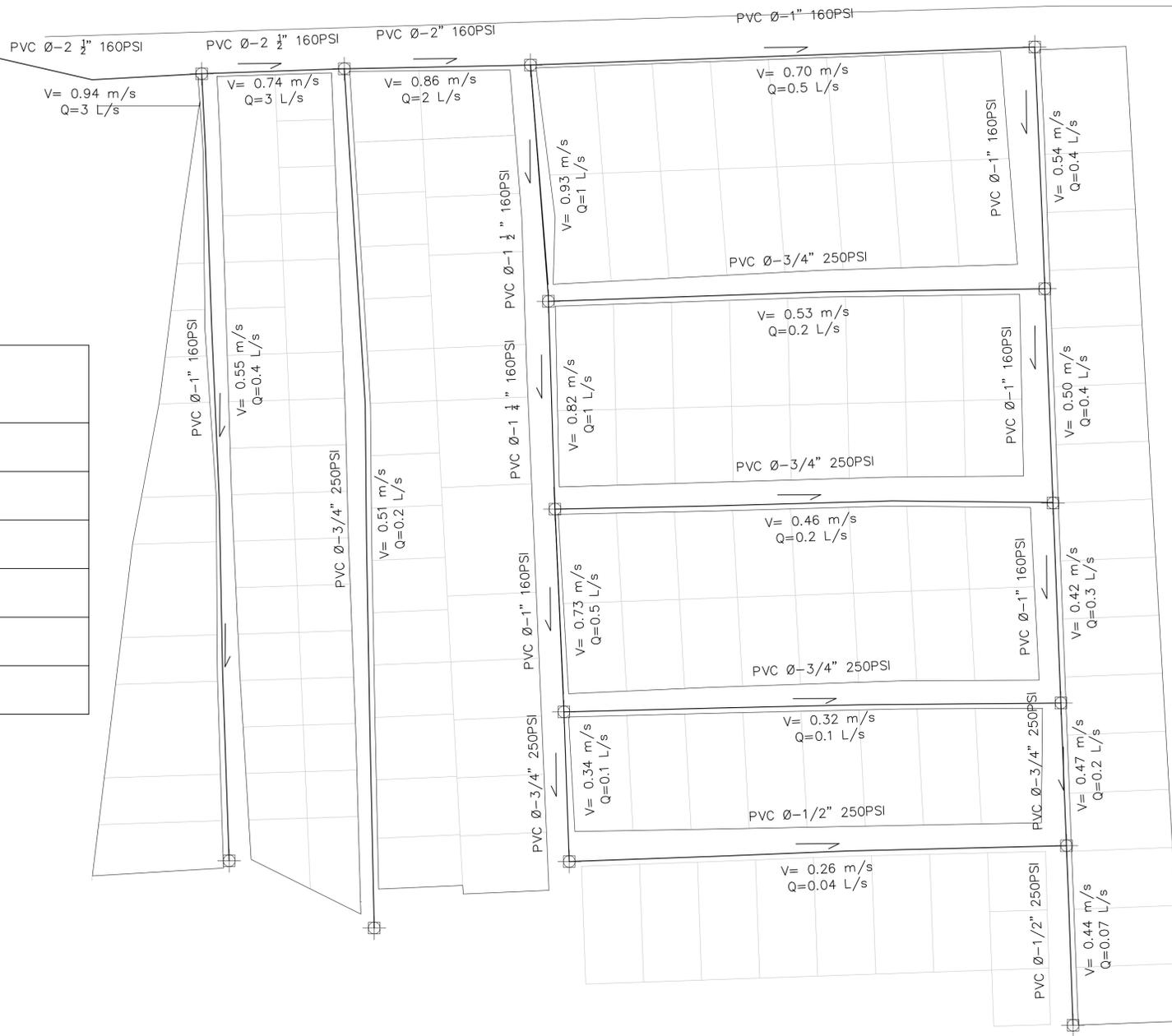
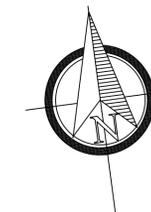
PLANTA GENERAL - CURVAS DE NIVEL

ESCALA: 1/500

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA LAS VICTORIAS		HOJA	
ESCALA: 1/500	PLANO:	PLANO GENERAL - CURVAS DE NIVEL	1 6
FECHA: 10-03-2021			
DIBUJO: CASTILLO			



PVC Ø-2 1/2" 160PSI
 $V = 0.94 \text{ m/s}$
 $Q = 3 \text{ L/s}$



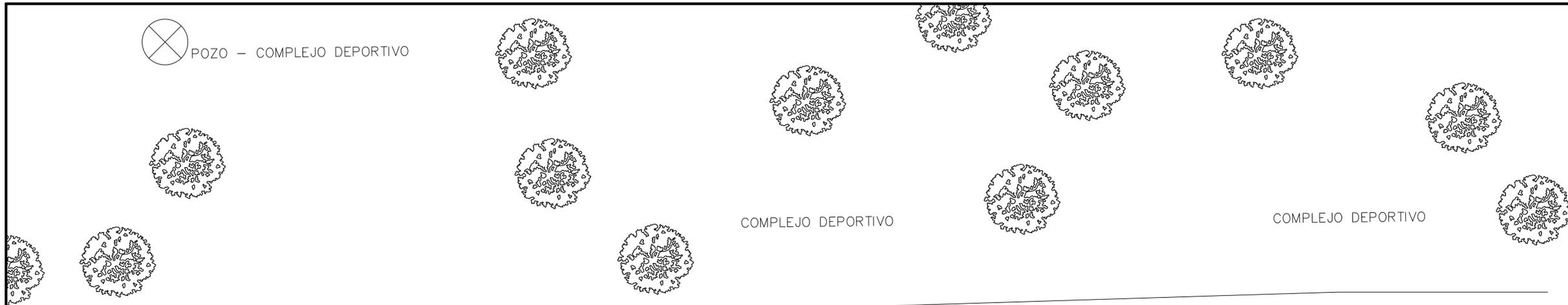
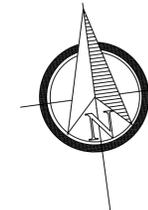
NOMENCLATURA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	FUENTE DE ABASTECIMIENTO
	TUBERIA
	DIRECCION DE FLUJO
Q	CAUDAL
V	VELOCIDAD

PLANTA GENERAL - CONJUNTO HIDRAULICO

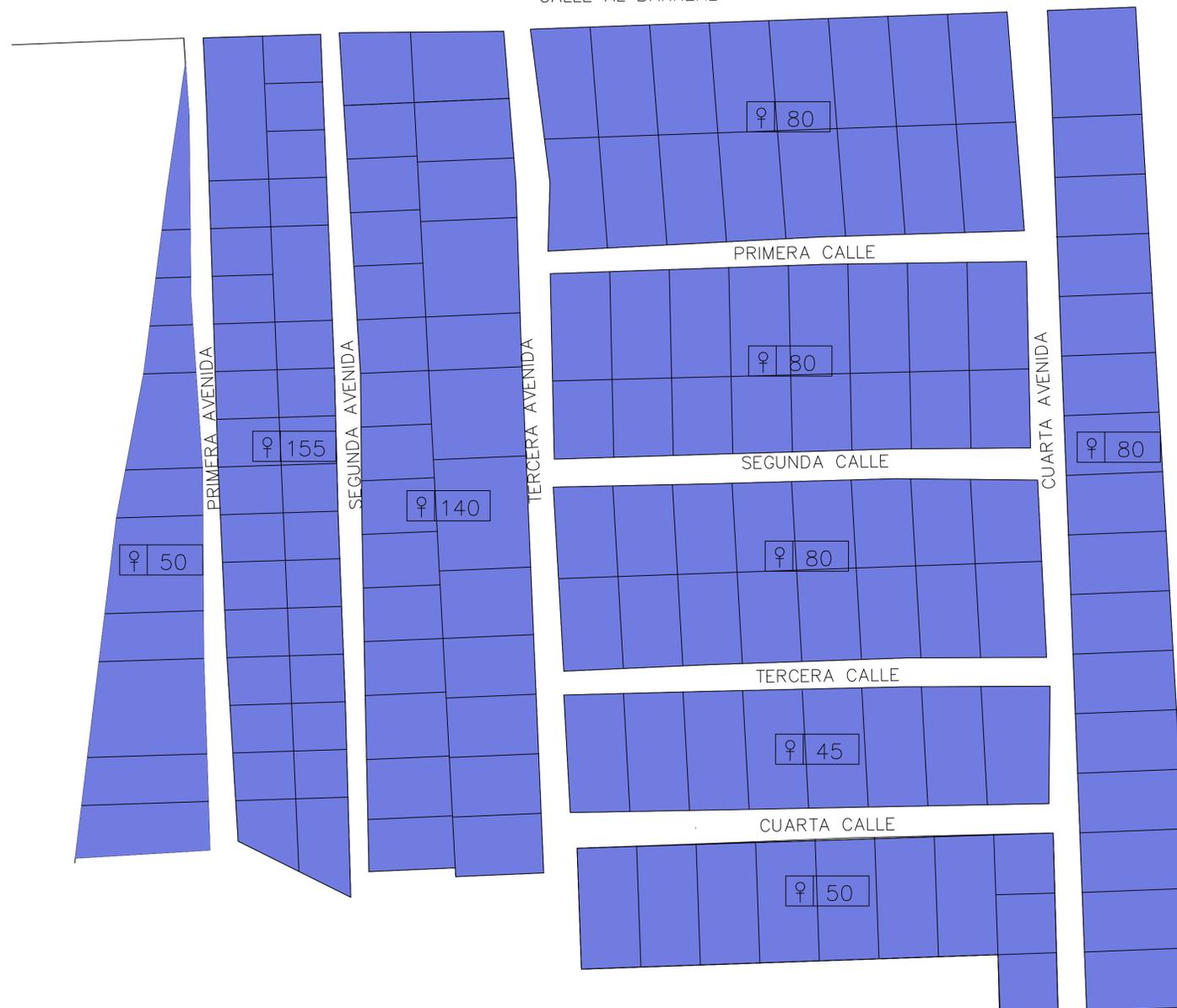
ESCALA: 1/500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA LAS VICTORIAS	
ESCALA: 1/500 FECHA: 10-03-2021 DIBUJO: CASTILLO	PLANO: PLANO GENERAL - CONJUNTO HIDRAULICO HOJA: 2/6

POZO - COMPLEJO DEPORTIVO



CALLE AL BARREAL

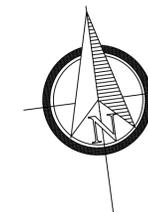


NOMENCLATURA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
⊗	FUENTE DE ABASTECIMIENTO
■	CASAS
♀ X	CANTIDAD DE PERSONAS POR CUADRA

PLANO DE LOCALIZACION Y DENSIDAD POBLACIONAL

ESCALA: 1/500

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA LAS VICTORIAS		HOJA	
ESCALA: 1/500	PLANO: PLANO LOCALIZACION Y DENSIDAD POBLACIONAL	3	
FECHA: 10-03-2021		6	
DIBUJO: CASTILLO			



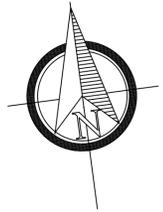
NOMENCLATURA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	FUENTE DE ABASTECIMIENTO
	TUBERIA
	CURVA ISOPRESION (2 m)
	CURVA ISOPRESION (1 m)
500.00	ELEVACION DE CURVA ISOPRESION



PLANTA GENERAL - CURVAS ISOPRESION

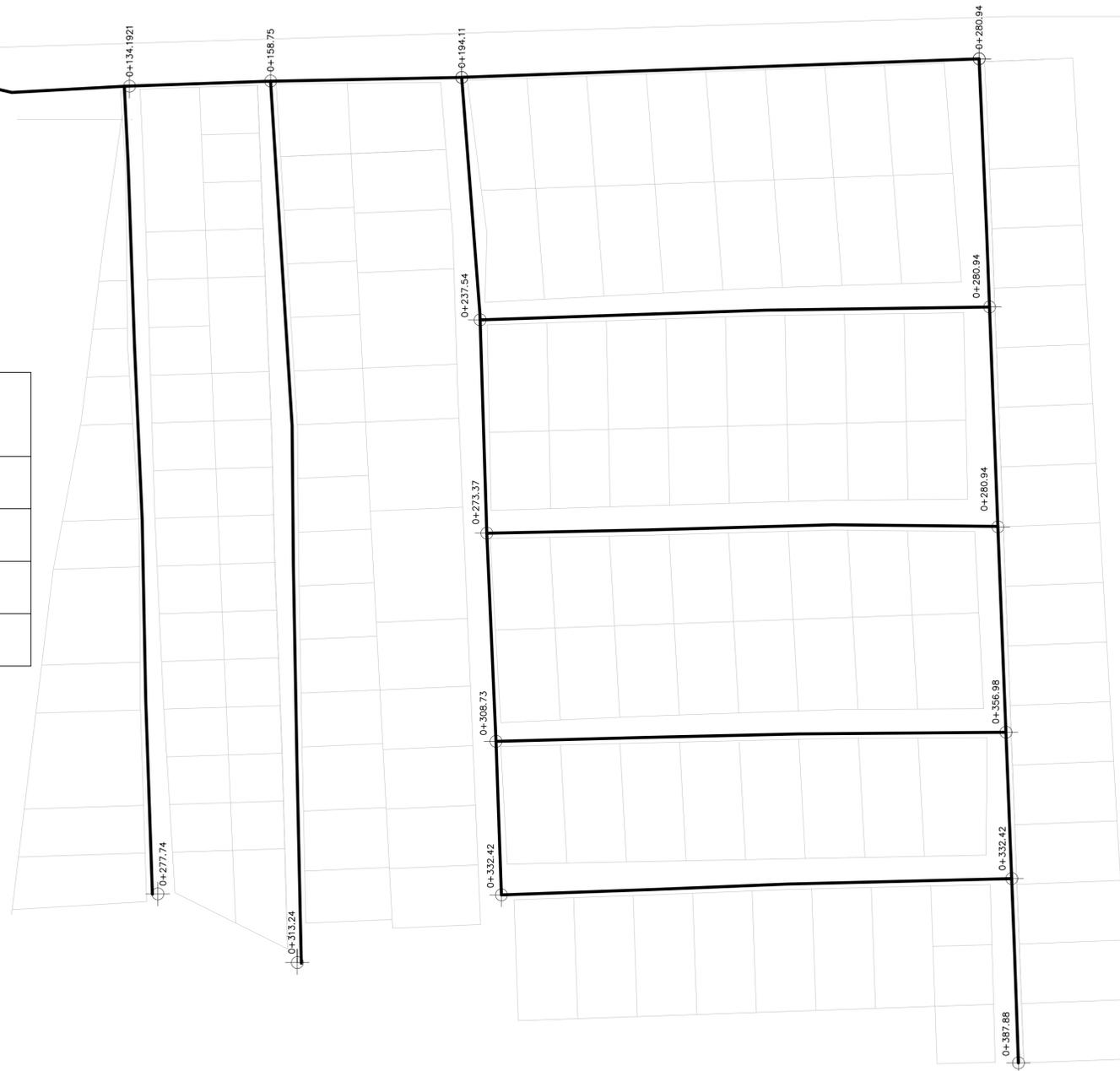
ESCALA: 1/500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA LAS VICTORIAS	HOJA		
ESCALA: 1/500 FECHA: 10-03-2021 DIBUJO: CASTILLO	PLANO GENERAL - CURVAS ISOPRESION		
	<table border="1"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;">4</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;">6</td> </tr> </table>	4	6
4			
6			



NOMENCLATURA

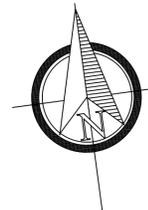
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	FUENTE DE ABASTECIMIENTO
—————	TUBERIA
0+00	CAMINAMIENTO



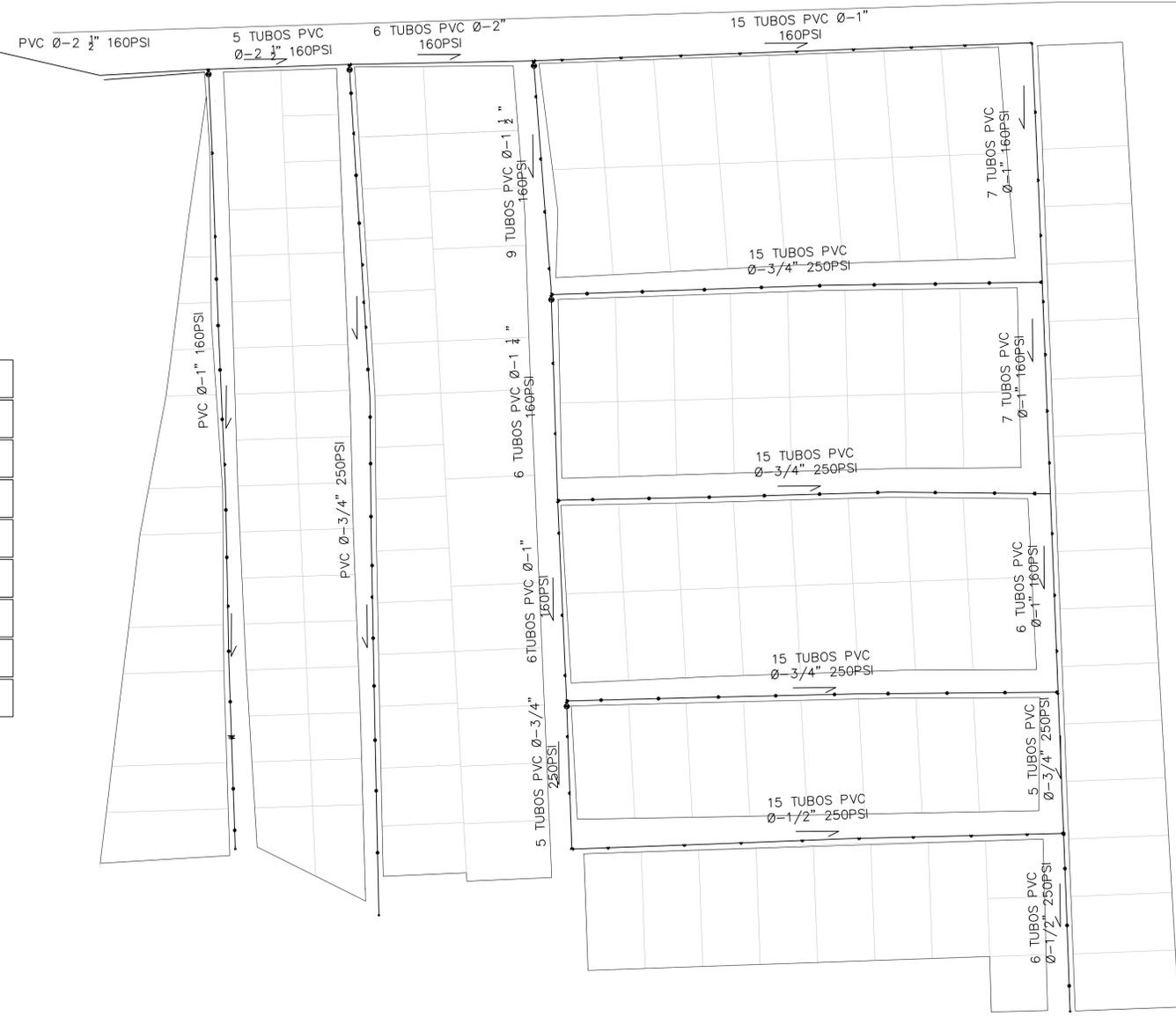
PLANTA GENERAL — CAMINAMIENTO

ESCALA: 1/500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA LAS VICTORIAS	
ESCALA: 1/500 FECHA: 10-03-2021 DIBUJO: CASTILLO	PLANO: PLANO GENERAL — CAMINAMIENTO
HOJA 5 / 6	



22 TUBOS PVC Ø-2
1/2" 160PSI



SIMBOLOGÍA	
	INDICA TEE 90° HORIZONTAL
	INDICA CODO 90° HORIZONTAL
	INDICA REDUCTOR DE DIÁMETRO
	INDICA VÁLVULA DE COMPUERTA SEGÚN Ø TUBERÍA INDICADO
	INDICA CRUZ
	INDICA TUBERÍA PVC Ø INDICADO EN CADA TRAMO
	DIRECCION DE FLUJO
	TAPON HEMBRA

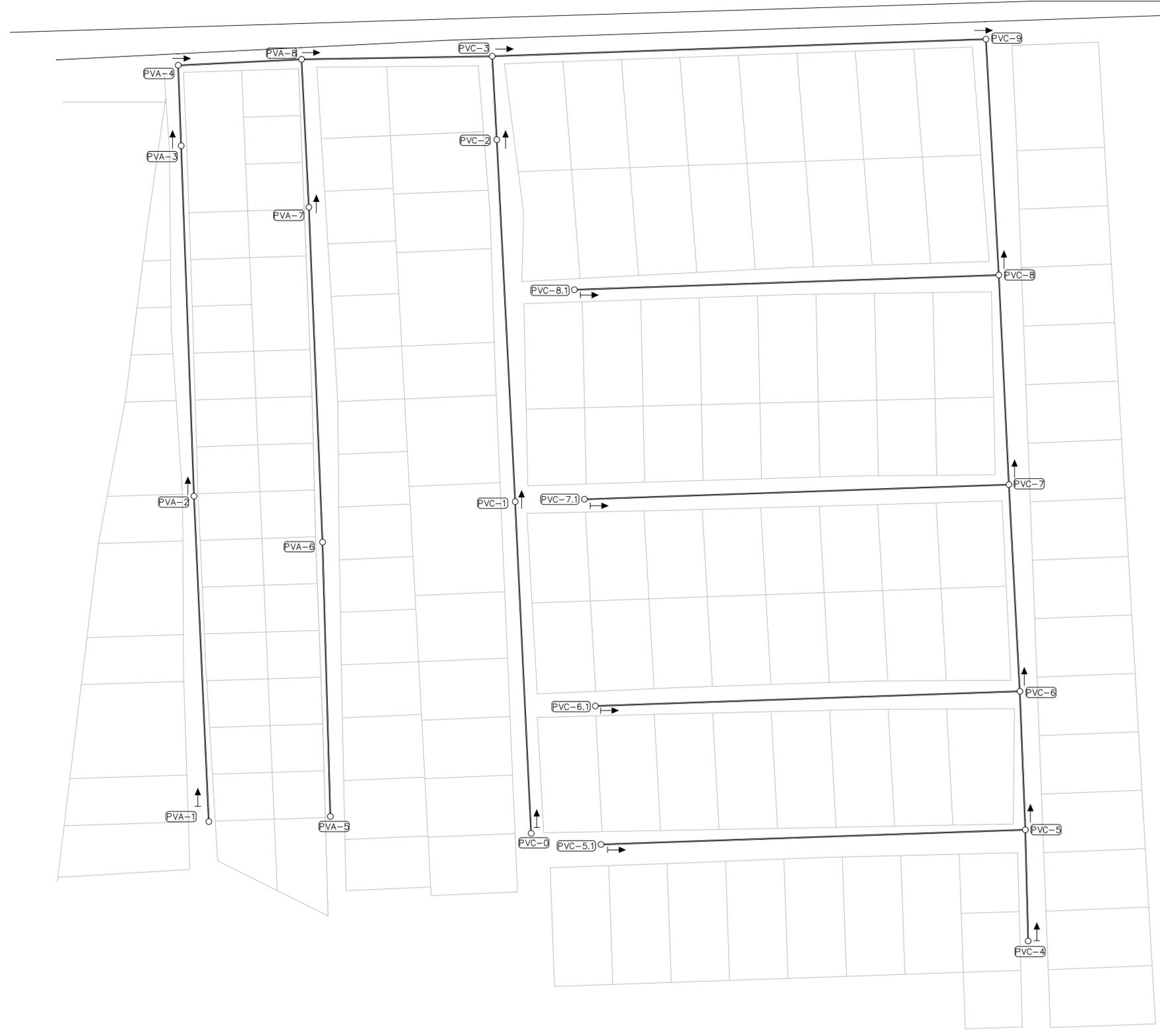
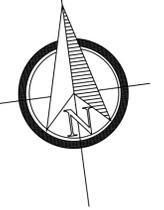
PLANTA GENERAL – PLANO ACCESORIOS

ESCALA: 1/500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA LAS VICTORIAS	HOJA	
ESCALA: 1/500	PLANO GENERAL – PLANO DE ACCESORIOS	
FECHA: 10-03-2021		
DIBUJO: CASTILLO		
		6 6

Apéndice 4. **Juego de planos del sistema de alcantarillado Sanitario
de la colonia Las Victorias aldea el Barreal Jutiapa**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2020.



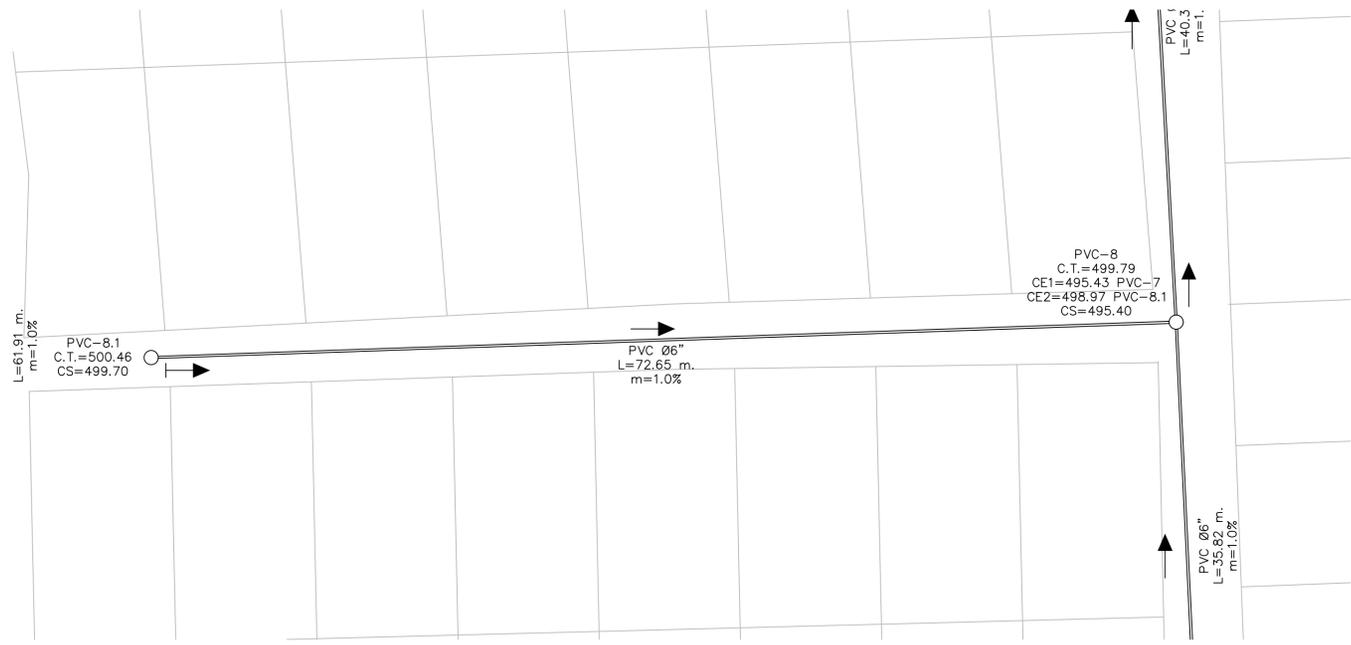
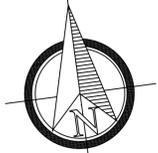
SIMBOLOGIA

	POZO DE VISITA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL
	TUBERIA F-949 DIAMETRO DE 6"
	POZO DE VISITA DE LA COLONIA O DEL ASENTAMIENTO
	TRAMO INICIAL
	TRAMO DE CONTINUIDAD

PLANTA GENERAL - DRENAJE SANITARIO

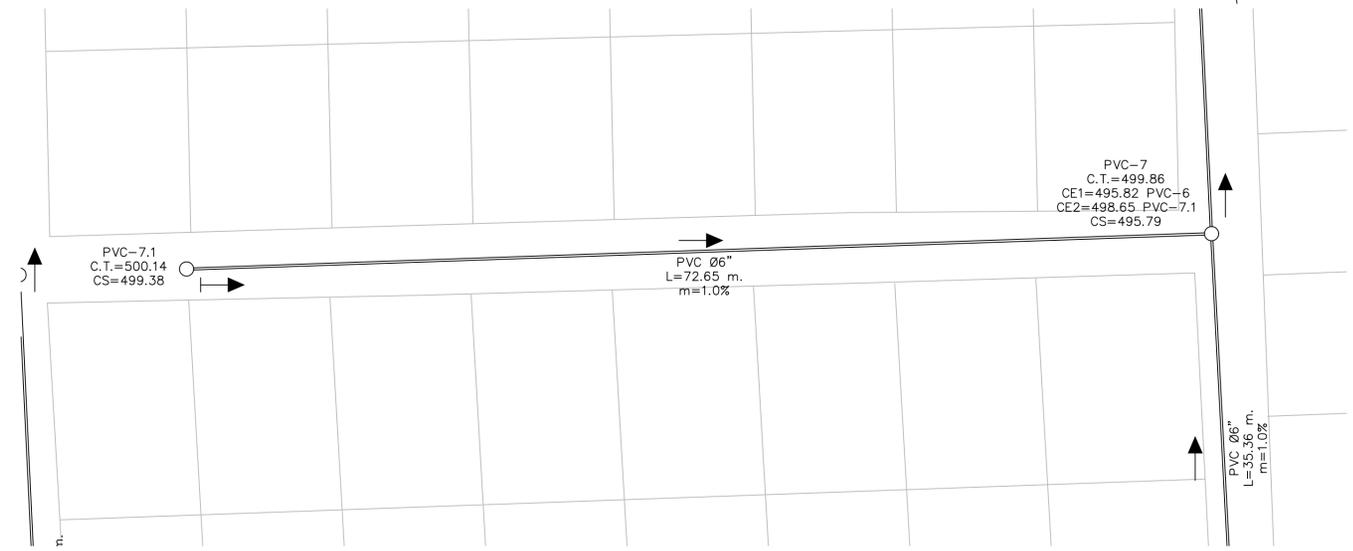
ESCALA: 1/400

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		HOJA	
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA LAS VICTORIAS		1	
ESCALA: INDICADA	PLANO: PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO	9	
FECHA: 10-03-2021	DIBUJO: CASTILLO		



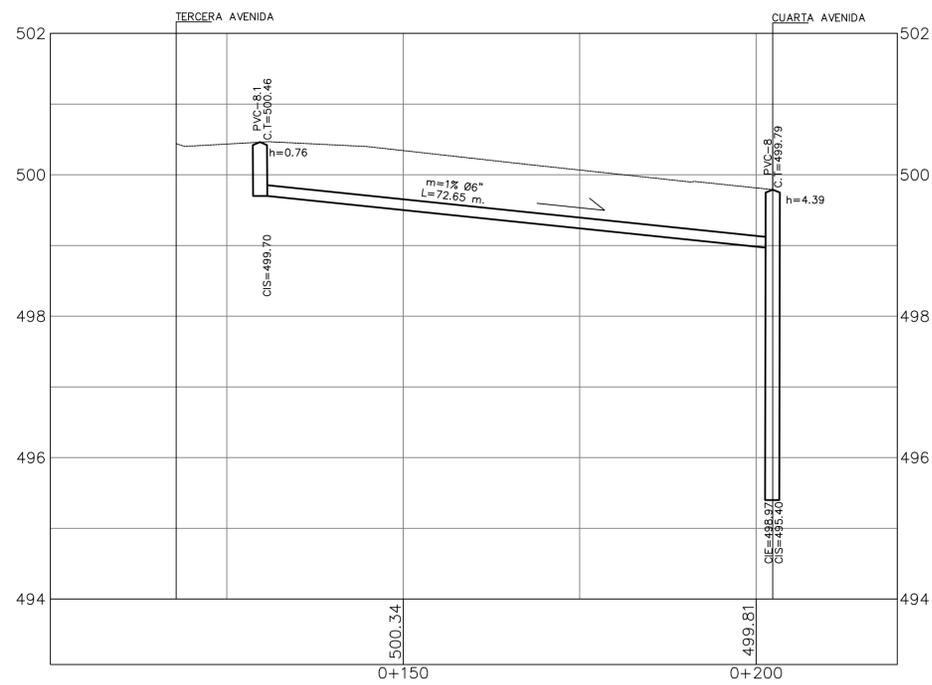
PLANTA DRENAJE SANITARIO - PRIMERA CALLE

ESCALA: 1:250



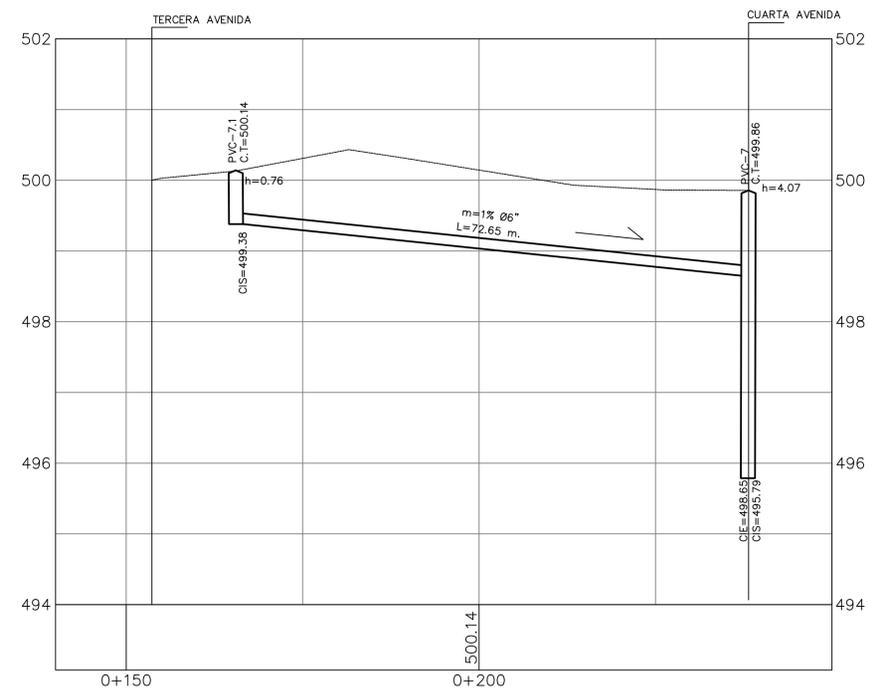
PLANTA DRENAJE SANITARIO - SEGUNDA CALLE

ESCALA: 1:250



PERFIL DRENAJE SANITARIO - PRIMERA CALLE

ESCALA VERTICAL: 1:50
ESCALA HORIZONTAL: 1:500



PERFIL DRENAJE SANITARIO - SEGUNDA CALLE

ESCALA VERTICAL: 1:50
ESCALA HORIZONTAL: 1:500

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		HOJA 2 / 9
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA LAS VICTORIAS		
ESCALA:	INDICADA	PLANO: PLANTA Y PERFIL DRENAJE SANITARIO
FECHA:	10-03-2021	
DIBUJO:	CASTILLO	



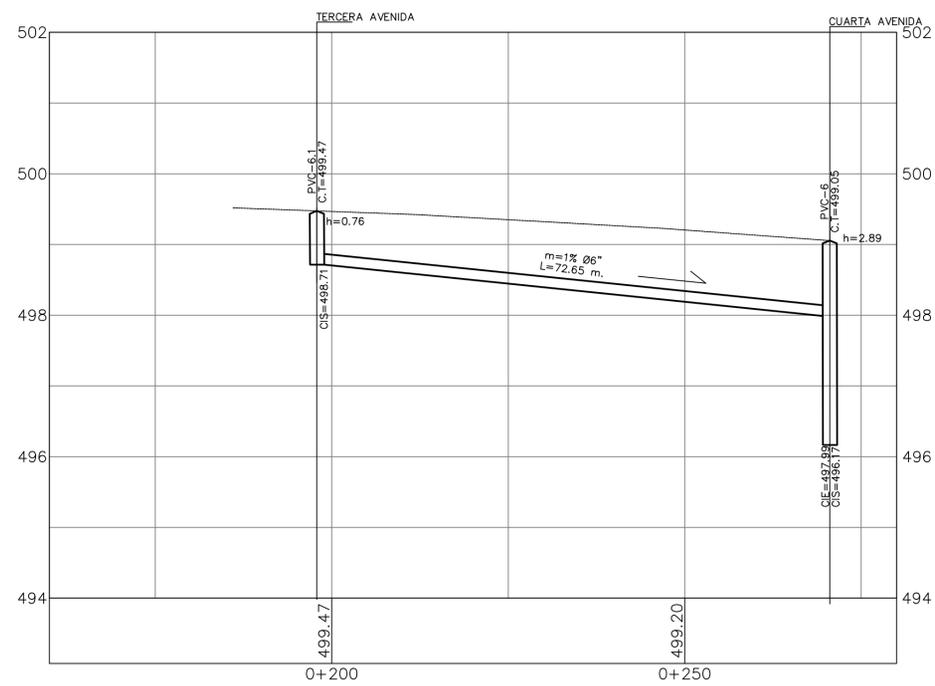
PLANTA DRENAJE SANITARIO - TERCERA CALLE

ESCALA: 1:250



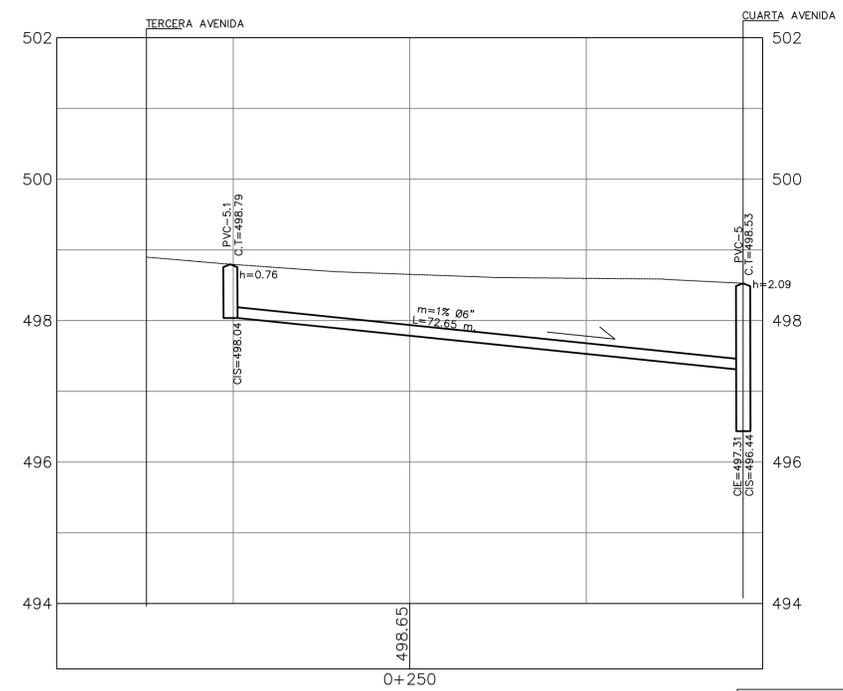
PLANTA DRENAJE SANITARIO - CUARTA CALLE

ESCALA: 1:250



PERFIL DRENAJE SANITARIO - TERCERA CALLE

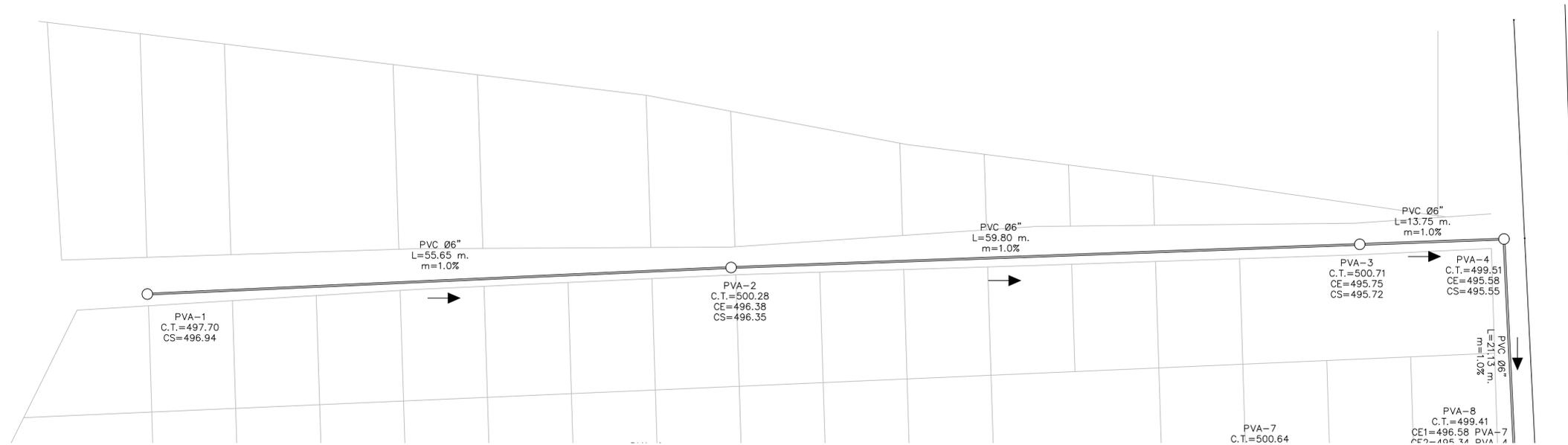
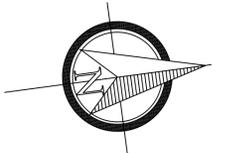
ESCALA VERTICAL: 1:50
ESCALA HORIZONTAL: 1:500



PERFIL DRENAJE SANITARIO - CUARTA CALLE

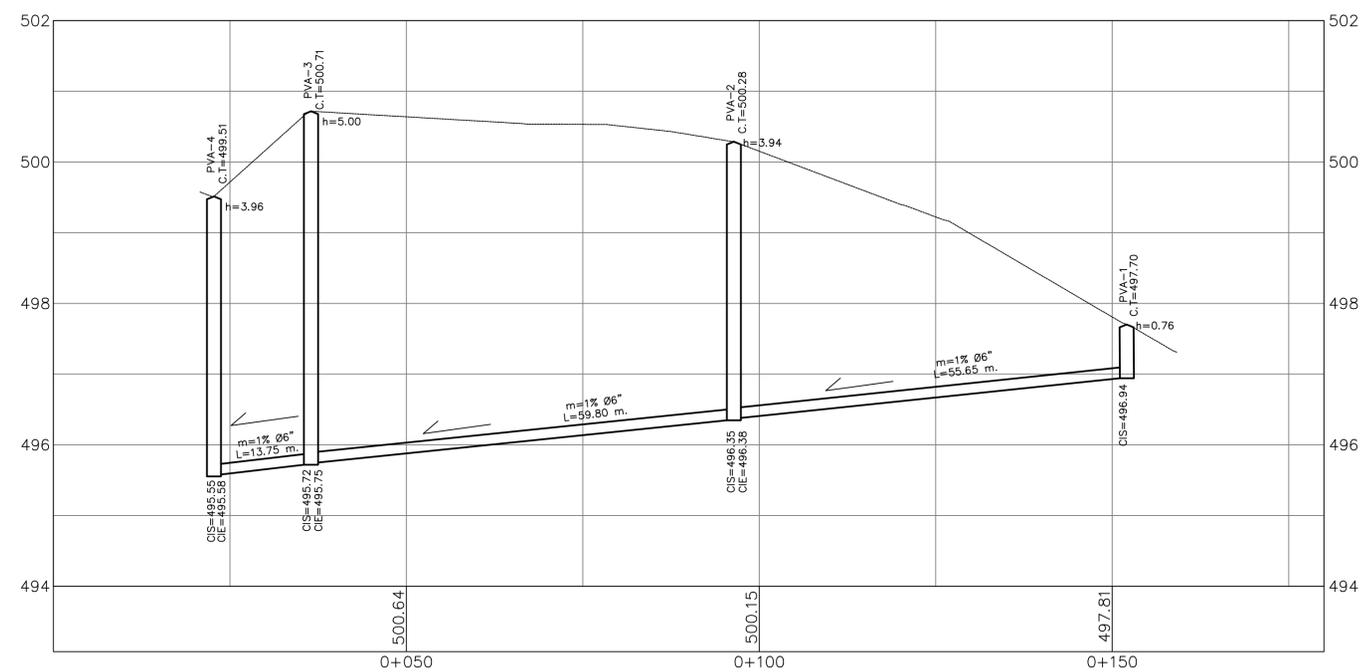
ESCALA VERTICAL: 1:50
ESCALA HORIZONTAL: 1:500

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		HOJA 3 9
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA LAS VICTORIAS		
ESCALA: INDICADA FECHA: 10-03-2021 DIBUJO: CASTILLO	PLANO: PLANTA Y PERFIL DRENAJE SANITARIO	



PLANTA DRENAJE SANITARIO – PRIMERA AVENIDA

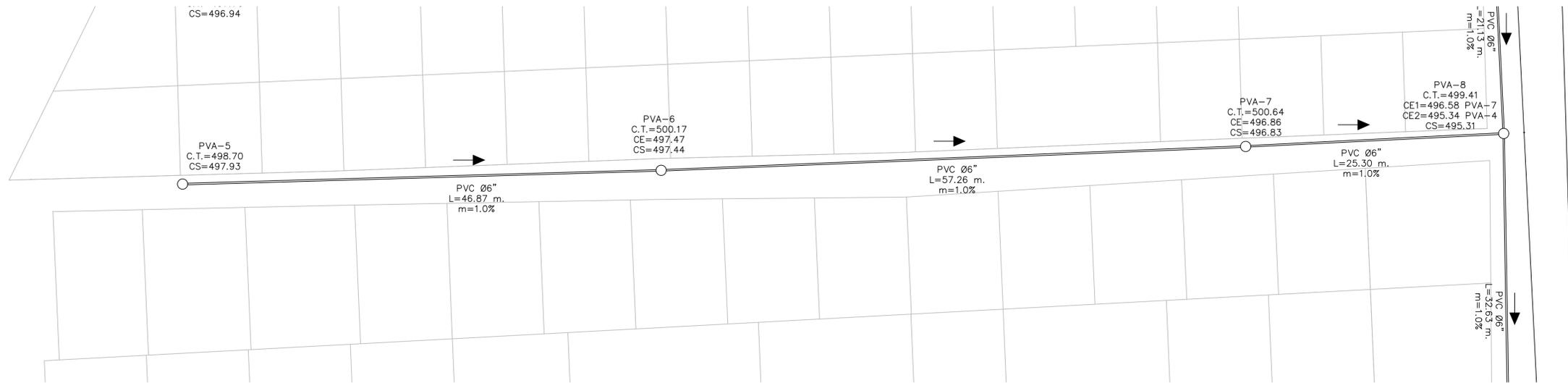
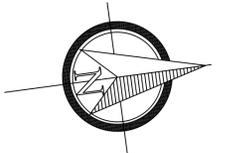
ESCALA: 1:250



PERFIL DRENAJE SANITARIO – PRIMERA AVENIDA

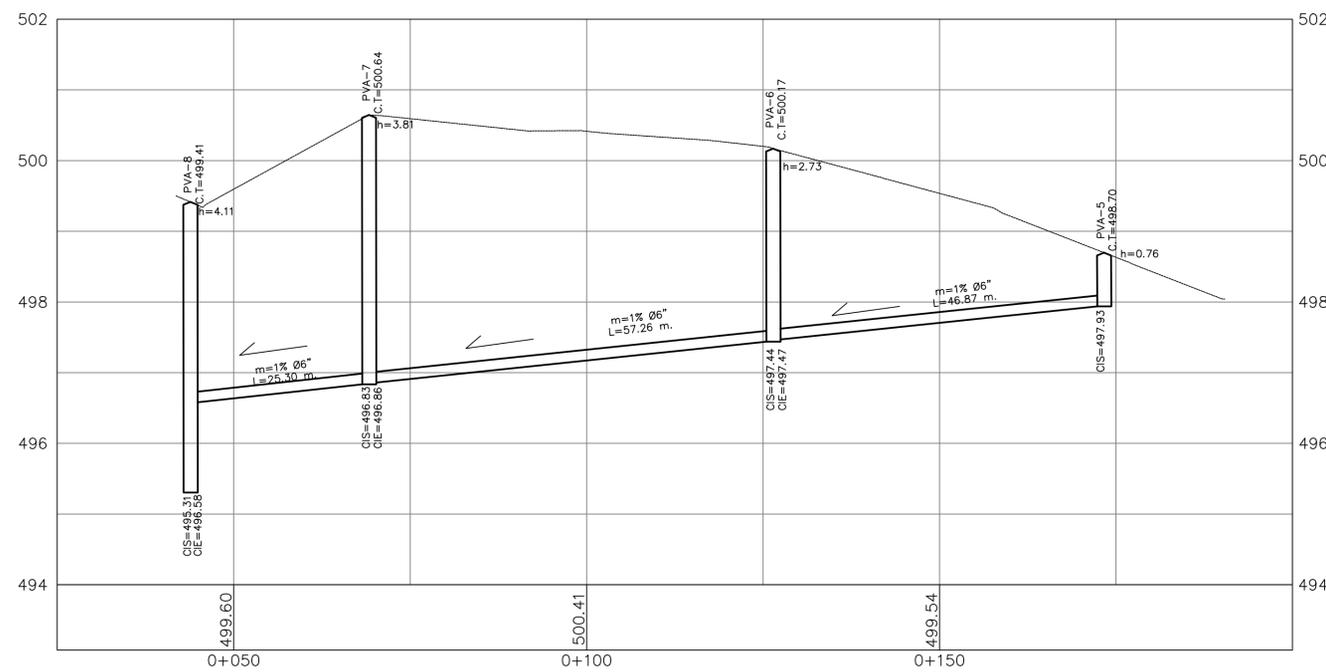
ESCALA VERTICAL: 1:50
ESCALA HORIZONTAL: 1:500

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		HOJA
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA LAS VICTORIAS		
ESCALA: INDICADA	PLANO: PLANTA Y PERFIL DRENAJE SANITARIO	
FECHA: 10-03-2021		
DIBUJO: CASTILLO		



PLANTA DRENAJE SANITARIO - SEGUNDA AVENIDA

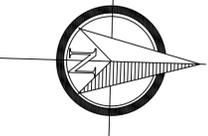
ESCALA: 1:500



PERFIL DRENAJE SANITARIO - SEGUNDA AVENIDA

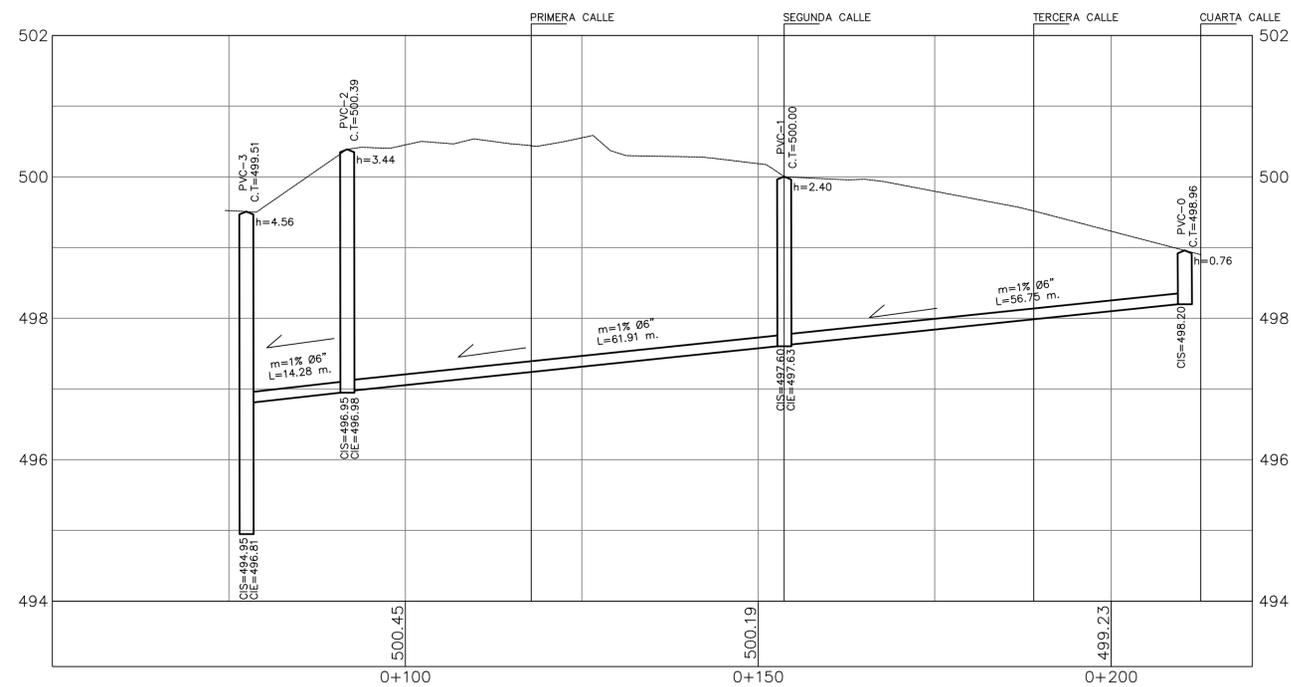
ESCALA VERTICAL: 1:50
 ESCALA HORIZONTAL: 1:500

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		HOJA 5 9
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA LAS VICTORIAS		
ESCALA:	INDICADA	PLANO: PLANTA Y PERFIL DRENAJE SANITARIO
FECHA:	10-03-2021	
DIBUJO:	CASTILLO	



PLANTA DRENAJE SANITARIO - TERCERA AVENIDA

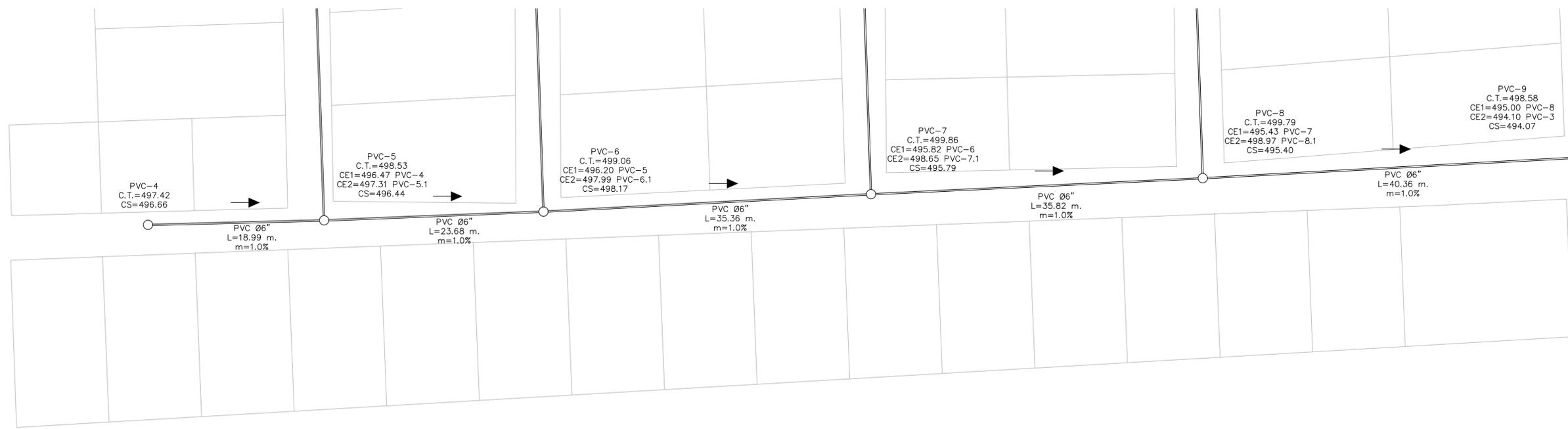
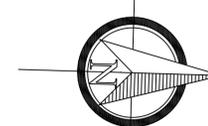
ESCALA: 1:250



PERFIL DRENAJE SANITARIO - TERCERA AVENIDA

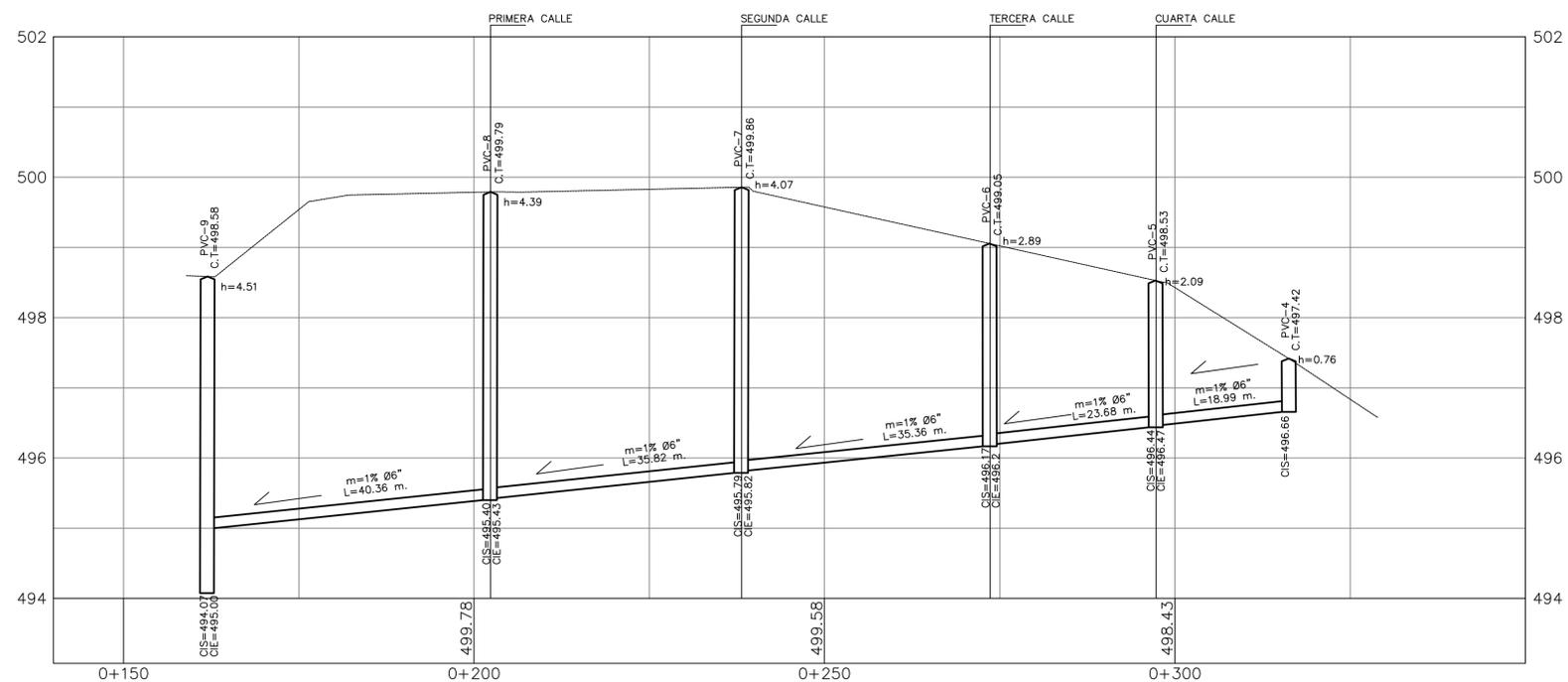
ESCALA VERTICAL: 1:50
ESCALA HORIZONTAL: 1:500

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		HOJA 6 / 9
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA LAS VICTORIAS		
ESCALA:	INDICADA	PLANTA Y PERFIL DRENAJE SANITARIO
FECHA:	10-03-2021	
DIBUJO:	CASTILLO	



PLANTA DRENAJE SANITARIO - CUARTA AVENIDA

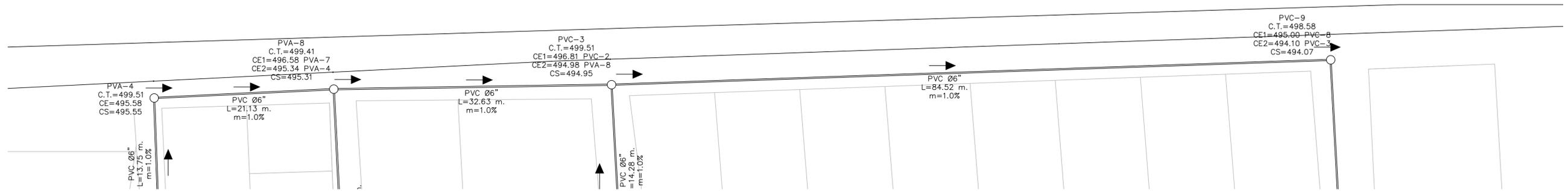
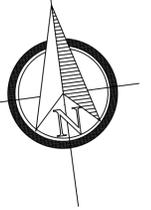
ESCALA: 1:250



PERFIL DRENAJE SANITARIO - CUARTA AVENIDA

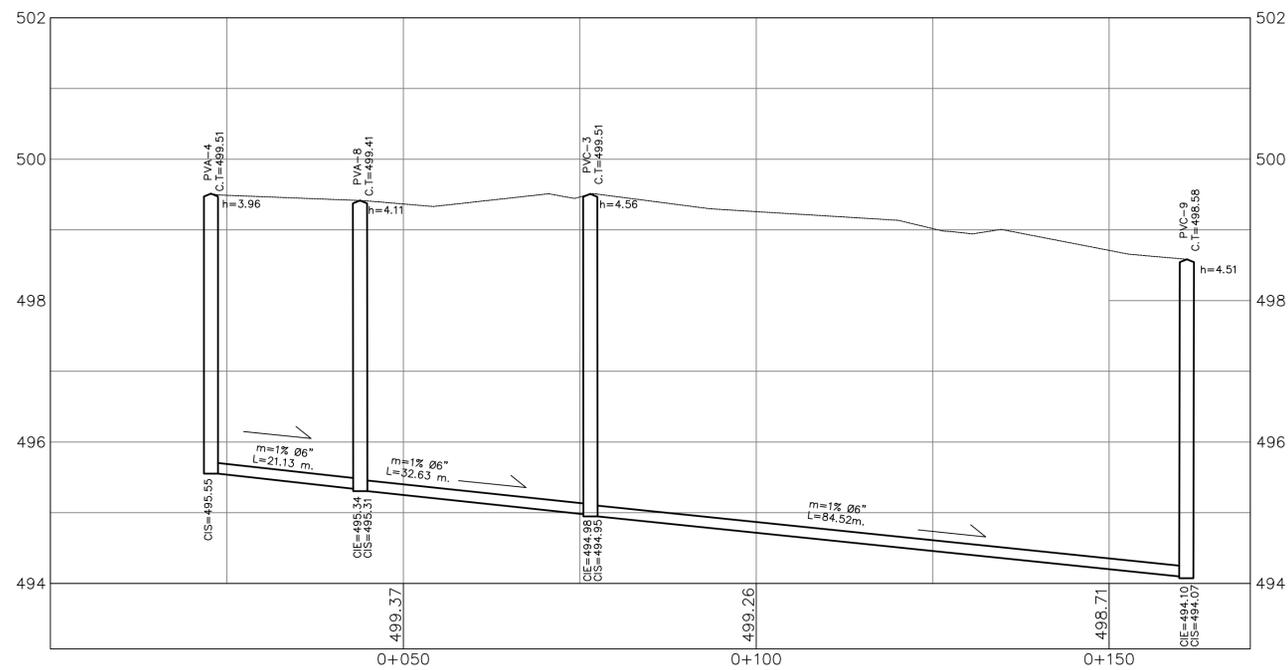
ESCALA VERTICAL: 1:50
 ESCALA HORIZONTAL: 1:500

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		HOJA 7 9
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA LAS VICTORIAS		
ESCALA: INDICADA FECHA: 10-03-2021 DIBUJO: CASTILLO	PLANO: PLANTA Y PERFIL DRENAJE SANITARIO	



PLANTA DRENAJE SANITARIO - CALLE PRINCIPAL

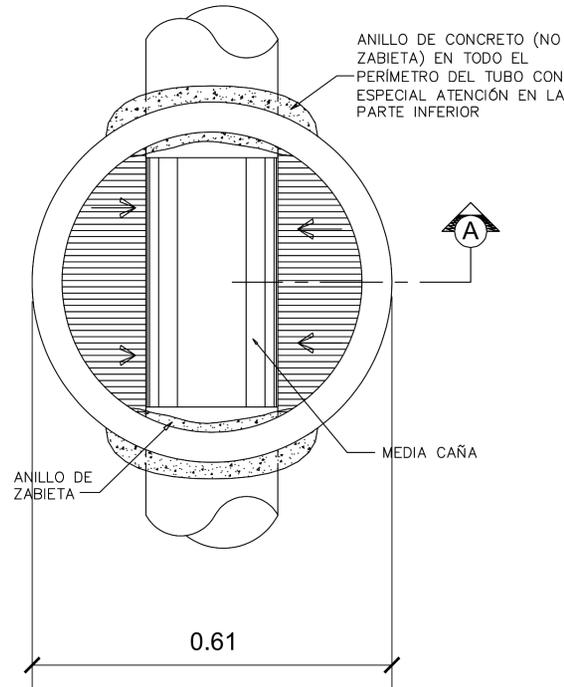
ESCALA: 1:250



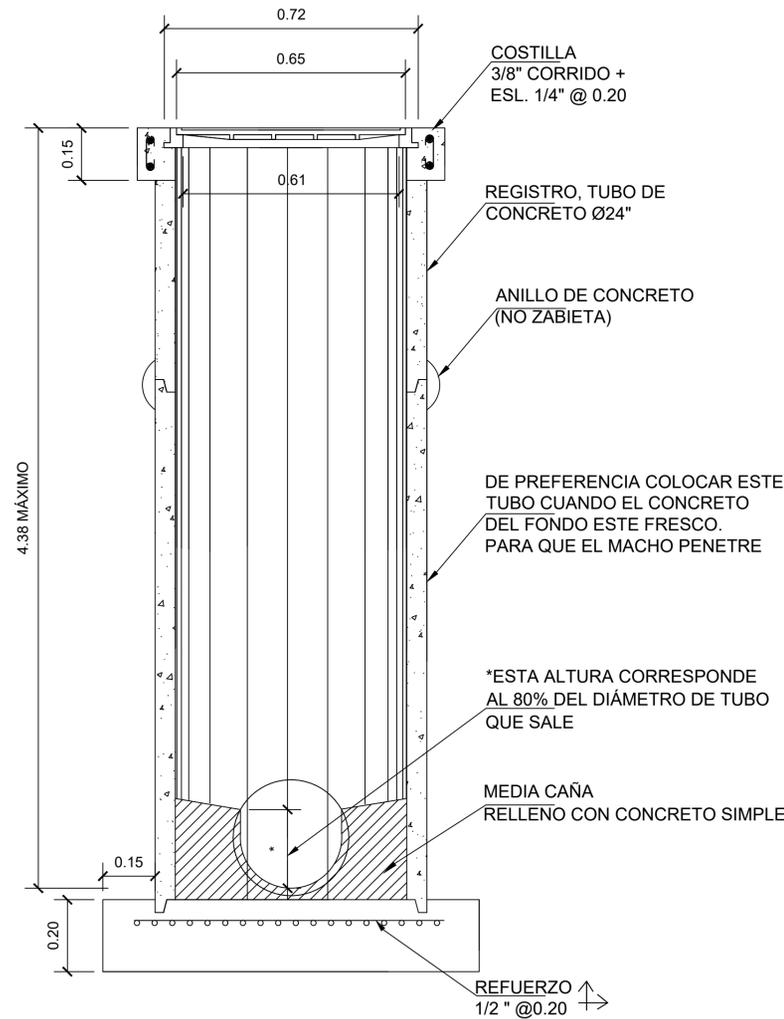
PERFIL DRENAJE SANITARIO - CALLE PRINCIPAL

ESCALA VERTICAL: 1:50
ESCALA HORIZONTAL: 1:500

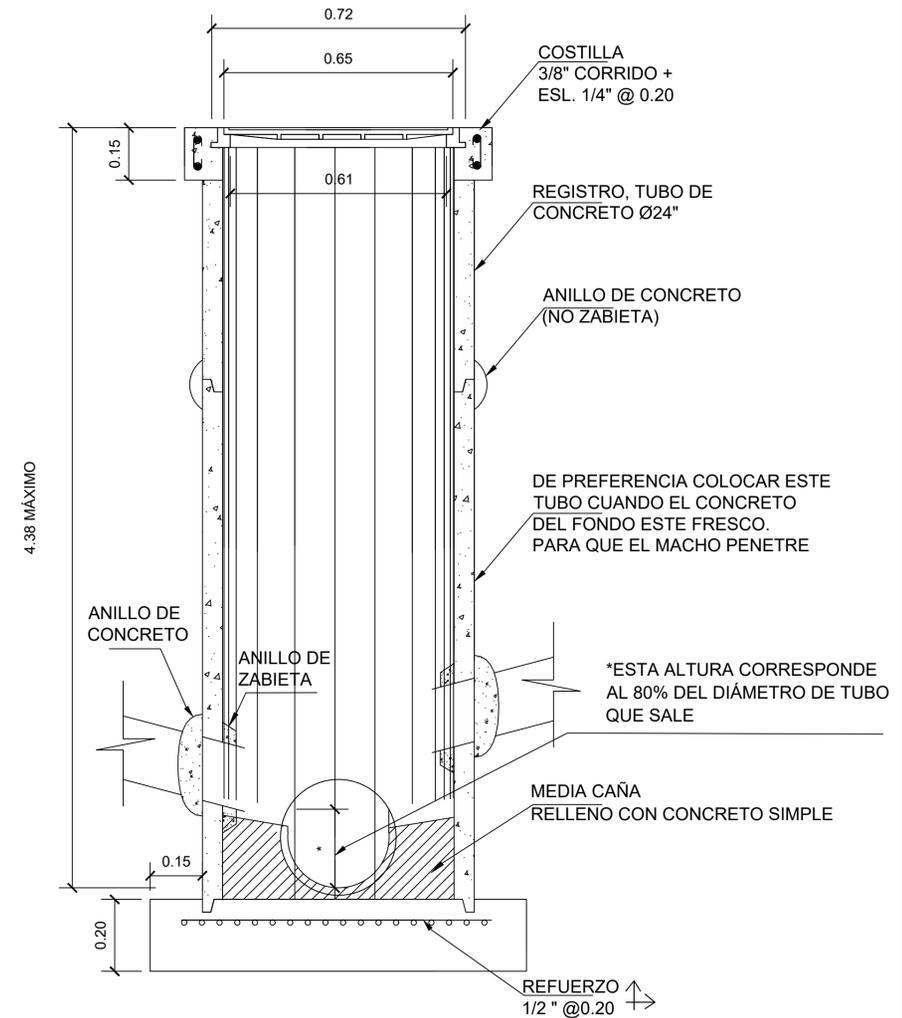
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		HOJA 8 / 9
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA LAS VICTORIAS		
ESCALA:	INDICADA	PLANTA Y PERFIL DRENAJE SANITARIO
FECHA:	10-03-2021	
DIBUJO:	CASTILLO	



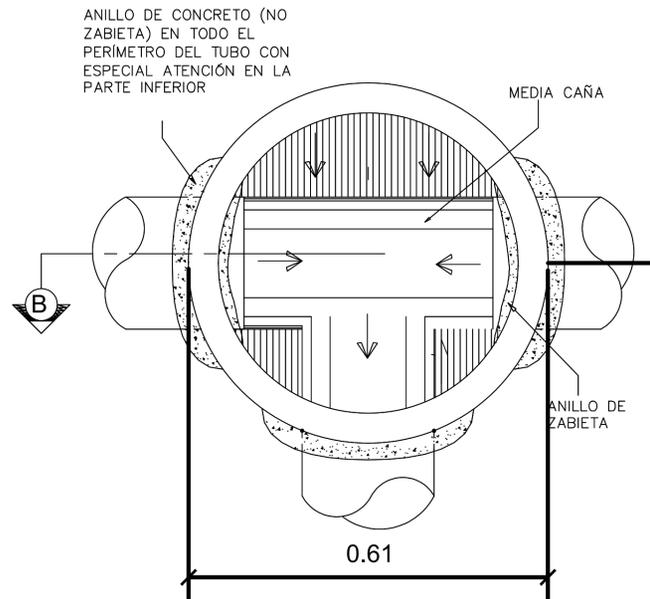
PLANTA POZO DE VISITA DE 1 ENTRADA
ESCALA: S/E



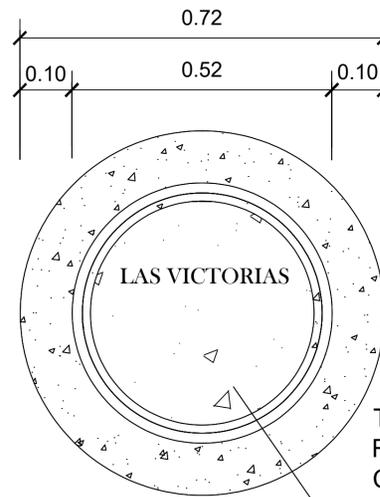
SECCION "A" POZO DE VISITA
ESCALA: S/E



SECCION "B" POZO DE VISITA
ESCALA: S/E



PLANTA POZO DE VISITA DE 2 ENTRADAS
ESCALA: S/E



TAPADERA DE CONCRETO REALIZADA EN CAMPO, CON CONCRETO 4,000 PSI, ARMADA CON ACERO DE 3/8" EN AMBOS SENTIDOS @ 15 CMS.

TAPADERA POZO DE VISITA
ESCALA: S/E

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		HOJA 9 / 9	
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA LAS VICTORIAS		PLANO:	
ESCALA: S/E		DETALLES DE POZOS DE VISITA	
FECHA: 10-03-2021		DIBUJO: CASTILLO	

ANEXOS

Anexo 1. Análisis fisicoquímico sanitario del agua para el sistema de abastecimiento de agua potable para la colonia las Victorias



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO No. **10617**

O.T. No. 40856 19/237

INTERESADO: DINAEUGENIA VENTURA CASTILLO, REGISTRO ACADÉMICO 201122818		PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA LAS VICTORIAS, ALDEA EL BARREAL JUTIAPA, JUTIAPA*	
RECOLECTADA POR: <u>Interesada</u>	DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERIA/USAC</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2021-07-12; 11 h 39 min.</u>	
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Complejo Deportivo</u>		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2021-07-13; 10 h 48 min.</u>	
FUENTE: <u>Pozo</u>		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Sin refrigeración</u>	
MUNICIPIO: <u>Jutiapa</u>			
DEPARTAMENTO: <u>Jutiapa</u>			

RESULTADOS			
1. ASPECTO: <u>Clara</u>	4. OLOR: <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) <u>--</u>	
2. COLOR: <u>01,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>414,00 µmhos/cm</u>	
3. TURBIDEZ: <u>00,45 UNT</u>	6. potencial de Hidrógeno (pH): <u>07,00 unidades</u>	9. SÓLIDOS DISUELTOS: <u>219 mg/L</u>	
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. CALCIO (Ca)	36,00	6. CLORUROS (Cl ⁻)	15,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,085	7. MAGNESIO (Mg ²⁺)	13,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	9,00	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	27,00
4. CLORO RESIDUAL	-	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,03
5. MANGANESO (Mn)	00,178	10. DUREZA TOTAL	142,00
HIDROXIDOS mg/L		ALCALINIDAD TOTAL mg/L	
00,00		150,00	

OTRAS DETERMINACIONES Amenisaco 0,13 mg/L.

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista fisico químico sanitario, DUREZA, MANGANESO en Límites Máximos Permisibles. Las demás determinaciones se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NTG 29001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21ST EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NTG 29001 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2021-07-27

Vo.Bo.

INGA. TELMA MARIANELA CANO MORALES
DIRECTORA CI/USAC



Facultad de Ingeniería --USAC--
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: http://cii.usac.edu.gt



Jefe Técnico Laboratorio



LABORATORIO UNIFICADO DE INGENIERIA DE INGENIERIA QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA -DRA. ALBA TABARINI MOLINA- USAC GUATEMALA

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC. Análisis físico químico sanitario. s/p.

Anexo 2. **Análisis bacteriológico del agua para el sistema de abastecimiento de agua potable para la colonia Las Victorias**



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 40856		EXAMEN BACTERIOLOGICO		No. 10618 IMP. No. A-306 879
INTERESADO	DINAEUGENIA VENTURA CASTILLO. REGISTRO ACADÉMICO 201122818	PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA LAS VICTORIAS ALDEA EL BARREAL JUTIAPA, JUTIAPA.	
MUESTRA RECOLECTADA POR	Interesada	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERIA/USAC	
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	Complejo Deportivo	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2021-07-12, 11h39min.	
FUENTE:	Pozo	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2021-07-12, 10h48min.	
MUNICIPIO:	Jutiapa	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Con refrigeración	
DEPARTAMENTO:	Jutiapa			
SABOR:	-----	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	No hay	
ASPECTO:	Claro	CLORO RESIDUAL	----	
OLOR:	Inodora			
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)				
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA		
		FORMACION DE GAS		
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C	
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria	
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria	
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria	
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMENES COLIFORMES/100cm ³		< 1,8	< 1,8	
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.				
OBSERVACIONES: BACTERIOLOGIA DEL AGUA ES POTABLE, SEGÚN NORMA COGUANOR NTG 29001.				
Guatemala, 2021-07-27 Vo.Bo. INGA. TELMA MARICELA CANO MORALES DIRECTORA CI/USAC		 Jefe Técnico Laboratorio		

FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC. *Examen bacteriológico. s/p.*

Anexo 3. Evaluación de Impacto ambiental



Gobierno de Guatemala
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

DGGA-GA-R-001

EVALUACION AMBIENTAL INICIAL
(Formato propiedad del MARN)

Instrucciones	Para uso interno del MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario Ventanilla Única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. Si necesita mas espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: yunica@marn.gob.gt Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido MARN</p>
<p>I. INFORMACION LEGAL</p> <p>I.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad: Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para la colonia Las Victorias, Aldea el Barreal, Jutiapa, Jutiapa.</p>	
<p>1.1.1 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento</p> <p>El proyecto consiste en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por medio de un sistema de bombeo el cual será abastecido por un pozo ya existente que cuenta con una dotación de 52 gal/min. El sistema se compone en la línea de distribución de 1106 metros lineales con diámetros, 2 ½", 2", ½, ¾", 1 ½," 1".</p> <p>El proyecto consiste en diseñar el sistema de alcantarillado ASTM F-9-49 para tubería de PVC. El diseño consta de 22 pozos de visita, 4 pozos principales conectados entre sí, que tienen la función de recolectar las aguas servidas de las calles y avenidas, tomando en cuenta que la topografía del terreno es contra pendiente los pozos varían en una altura de 0,76 metros hasta 4.38 metros. Son necesarios 975 metros lineales de tubería de PVC de diámetro de 6".</p>	
<p>I.2. Información legal:</p> <p>A) Nombre del Proponente o Representante Legal:</p> <p>_____</p> <p>B) De la empresa: Razón social: Municipalidad de Jutiapa</p> <p>Nombre Comercial: Municipalidad de Jutiapa</p> <p>_____</p> <p>No. De Escritura Constitutiva: _____ Fecha de constitución: _____ Patente de Sociedad Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____</p> <p>Patente de Comercio Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____</p> <p>No. De Finca _____ Folio No. _____ Libro No. _____ de _____</p>	

Continuación del anexo 3.

 <p>Gobierno de Guatemala</p> <p>Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales Número de Identificación Institucional (MIRN):</p>		_____ donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.
I.3 Teléfono Fax Correo electrónico:		
I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto: Calle al complejo deportivo, colonia Las Victorias, Aldea el Barreal, Jutiapa, Jutiapa. Especificar Coordenadas UTM o Geográficas		
Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84		Coordenadas Geográficas Datum WGS84
ESTE: 1893537	LATITUD: 14°16'47.27"	
NORTE: 1580597.2	LONGITUD: 89° 52' 44.56"	
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)		
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo		
II. INFORMACION GENERAL		
Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes:		
Etapas de:		
II.1 Etapa de Construcción**	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> - Actividades a realizar - Insumos necesarios - Maquinaria - Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades o procesos - Materia prima e insumos - Maquinaria - Productos y subproductos (bienes o servicios) - Horario de trabajo - Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> - acciones a tomar en caso de cierre
** Adjuntar planos		
II.3 Área		
a) Área total de terreno en metros: _____ 1116 ml _____		
b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: _____		
c) Área total de construcción en metros cuadrados: _____ 1116 ml _____		
II.4 Actividades colindantes al proyecto:		
NORTE _____ SUR _____		
ESTE _____ OESTE _____		
Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):		
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO
Rio	Sur	100 mts
II.5 Dirección del viento:		

Continuación del anexo 3.



II.7 Datos laborales

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

a) Jornada de trabajo: Diurna () Nocturna () Mixta () Horas Extras _____

b) Número de empleados por jornada _____ 25 _____ Total empleados _____

d) otros datos laborales, especifique _____

II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...

	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público	Si		Municipal			Distribución directa
	Pozo	Si		Municipal		El pozo se encuentra ubicado a 100mts del proyecto.	
	Agua especial	No					
	Superficial	No					
Combustible	Otro	No					
	Gasolina	Si		Municipal		Es utilizada, para uso de concreteras, generadores eléctricos.	Canecas.
	Diesel	Si		Municipal		Es utilizada para el uso de maquinaria pesada.	Canecas.
	Bunker	No					
	Glp	No					
	Otro	No					
Lubricantes	Solubles	No					
	No solubles	No					
Refrigerantes		No					
Otros		No					

NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia

Continuación del anexo 3.



III. TRANSPORTE

III.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:

a) Número de vehículos: 5

b) Tipo de vehículo: retroscabadora, camiones de volteo, pick up.

c) sitio para estacionamiento y área que ocupa: Dentro del área de la colonia en que se realizará el proyecto

IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD

IV.1 CUADRO DE IMPACTOS AMBIENTALES

En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto, obra, industria o actividad. Marcar con una X o indicar que no aplica, no es suficiente, por lo que se requiere que se describa y detalle la información, indicando si corresponde o no a sus actividades (usar hojas adicionales si fuera necesario).

No.	Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)	Se provocará en la fase de construcción del proyecto ya que, al momento de realizar movimiento de tierras, lo que provocará que las partículas de polvo queden suspendidas en el aire. Contaminación por usos de combustibles y gases emanados debido a la utilización de maquinaria pesada. fase de operación : no tendrá un aspecto negativo permanente ya que solo sucederá durante la época de construcción donde el suelo sufrirá un cambio.	Dentro de la colonia que se realizará el proyecto tanto como en las colonias aledañas.	Realizar las operaciones de movimiento de tierras cuando haya una menor afluencia vehicular y peatonal. Además, humedecer el suelo para evitar la generación y esparcimiento de polvo. Considerar los anchos de zanjas mínimos y excavar únicamente en los lugares necesarios.
		Ruido	Fase de Operación y Construcción : Se presenta ruido fuertes debido a la utilización de maquinaria pesada requerida para la construcción de este proyecto.	Dentro de la colonia que se realizará el proyecto tanto como en las colonias aledañas.	Dar buen mantenimiento a las máquinas y así lograr disminuir el ruido.
		Vibraciones			
		Olores			
2	Agua	Abastecimiento de agua	Tanto en la fase de construcción	No se generan impactos	

Continuación del anexo 3.

			como la fase de operación se abastecerá por medio de un pozo ya existente.	ambientales.	
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad: 125 l/hab/ día		
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	Cantidad: no se cuentan con aguas residuales especiales.	Descarga:	
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad: no se cuentan con aguas residuales especiales.	Descarga:	
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad:		
		Desechos Peligrosos (con una o más de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad: No se cuenta con desechos peligrosos en el desarrollo de este proyecto.	Disposición	
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)	Actualmente las aguas residuales van directamente al suelo.	Dentro de la colonia que se realizará el proyecto tanto como en las colonias aledañas.	Se realizará en la introducción de alcantarillado sanitario para evitar que las aguas residuales vayan directamente al suelo.
		Modificación del relieve o topografía del área			
4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	No se cuenta con árboles y plantas dentro del área que se desarrollará el proyecto.		
		Fauna (animales)	No se cuenta con animales dentro del área que se desarrollará el proyecto.		
		Ecosistema			
5	Visual	Modificación del paisaje	No se realizará una modificación		

Continuación del anexo 3.

		que pueda afectar al paisaje.		
7	Otros			

NOTA: Complementaria a la información proporcionada se solicitan otros datos importantes en los numerales siguientes.

V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA

CONSUMO

V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) 14.7 kw/hrs

V.2 Forma de suministro de energía
a) Sistema Público _____
b) Sistema Privado _____
c) generación propia _____

V.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?
SI NO

V.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?

VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD

VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:

a) la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio
b) la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores
c) la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores

Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:

VI.2 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?

a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos ()
d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro ()

Detalle la información explicando el por qué?

VI.3 riesgos ocupacionales:

Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores
 La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores
 La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores
 No existen riesgos para los trabajadores

Ampliar información:

VI.4 Equipo de protección personal

VI.4.1 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()

VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:

- Casco de protección
- Guantes para maniobra
- Gafas de protección

Continuación del anexo 3.



VI.4.3. ¿Qué medidas propone para evitar molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?

Tener un programa de capacitaciones a los trabajadores para impedir molestias a la población.

Fuente: Congreso de la República de Guatemala. *Acuerdo Gubernativo 137-2016, Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental y su Reforma. s/p.*

