



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

**DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA
COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA AZACUALPILLA, PALENCIA, GUATEMALA**

Donoban Eduardo Ochoa Ramos

Asesorado por la Inga. Mayra Rebeca Soria de Sierra

Guatemala, octubre de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA
COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA AZACUALPILLA, PALENCIA, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

DONOBAN EDUARDO OCHOA RAMOS

ASESORADO POR LA INGA. MAYRA REBECA SORIA DE SIERRA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca Soria de Sierra
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
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 DE SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA
COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA AZACUALPILLA, PALENCIA, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 8 de mayo de 2018

Donoban Eduardo Ochoa Ramos

Guatemala, 15 de mayo de 2020
Ref.EPS.DOC.254.07.2020

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

Estimado Ingeniero Argueta Hernández:

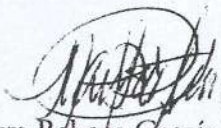
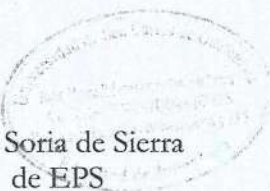
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **DONOBAN EDUARDO OCHOA RAMOS**, Registro Académico 201313790 y CUI 2252 38853 0101 de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA AZACUALPILLA, PALENCIA, GUATEMALA.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"



Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
MRGSdS/ra



Guatemala, 16 de julio de 2,020

Ingeniero

Pedro Antonio Aguilar Polanco

Director de Escuela de Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería

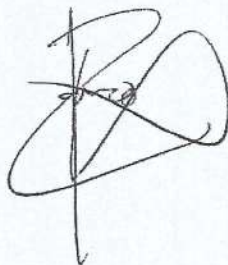
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA AZACUALPILLA, PALENCIA, GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil **Donoban Eduardo Ochoa Ramos** con CUI: 2252 38853 0101, Registro Académico 201313790, quién contó con la asesoría de la **INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA**, Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa

Revisor del Departamento de Hidráulica

/mrrm.





Guatemala, 23 de julio de 2020
REF.EPS. D.09.07.2020

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

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA AZACUALPILLA, PALENCIA, GUATEMALA., que fue desarrollado por el estudiante universitario **Dónovan Eduardo Ochoa Ramos**, CUI 2252 38853 0101 y **Registro Académico** 201313790, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Inga. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA.

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 Hernandez
Director Unidad de EPS



OAH

Nota: esta carta es una copia de la original, la cual se sustituirá por la original al momento de que se normalicen las actividades en la Universidad.



Guatemala, 29 de octubre de 2020
DEIC-TG-EPS-017-2020/paap

El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer los dictámenes de la Asesora-Supervisora de EPS, Ingeniera Mayra Rebeca García Soria de Sierra, del Director Unidad de EPS, Ingeniero Oscar Argueta Hernández y del revisor del Departamento de Hidráulica, Ingeniero Rafael Enrique Morales Ochoa al trabajo de graduación correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) del estudiante Donoban Eduardo Ochoa Ramos, **DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA AZACUALPILLA, PALENCIA, GUATEMALA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Director Escuela Ingeniería Civil

Interesado
Asesora-Supervisora de EPS
Director Unidad EPS
Jefe del Área de Hidráulica



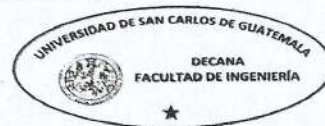


DTG. 342.2020.

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 DE SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO, ALDEA AZACUALPILLA, PALENCIA, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Donoban Eduardo Ochoa Ramos**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, octubre de 2020

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por darme la sabiduría, salud y fuerzas para culminar esta etapa de mi vida. Por siempre cuidar de toda mi familia y de mí.

Mis padres

Julio Eduardo Ochoa Monroy y Zoila Siomara Ramos Guevara. Por su apoyo incondicional durante mi formación académica, les agradezco por todo el esfuerzo realizado, gracias por su amor y paciencia durante todo este tiempo.

A mis hermanos

Dereck y Grisha Ochoa. Por su apoyo, palabras de aliento y porque compartimos el alcanzar esta meta para orgullo de nuestros padres.

Mis abuelos

Gildardo Ramos, Trinidad Guevara y Marcelino Ochoa. Por sus sabios consejos y alentarme a seguir adelante en mis estudios.

Mi abuela paterna

Angela Monroy (q. e. p. d.). No tuve la dicha de conocerla, pero sé que la meta que hoy alcanzo es una de las bendiciones que ella sembró cuando estuvo en vida.

Mis tíos

Por darme apoyo con palabras de aliento y por abrir las puertas de sus casas y hacerme sentir como uno más de su familia.

Mis primos

Porque siempre nos hemos apoyado y deseado lo mejor para el otro, más que primos nos consideramos hermanos.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por abrir sus puertas para forjar mi sueño profesional.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme los conocimientos necesarios para poder ser un buen profesional.
Mis compañeros	Por apoyarme y compartir sus experiencias y conocimientos.
Municipalidad de Palencia	Por brindarme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado.
Inga. Mayra García	Por su apoyo y asesoría en la realización de mi trabajo de graduación.
DMP de Palencia	Por hacerme sentir uno más de su equipo, por compartir de sus experiencias y sobre todo su amistad.
Arq. Widmy Meda Ochoa	Por su apoyo incondicional durante la realización de mi Ejercicio Profesional Supervisado, siempre estaré agradecido por eso.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del municipio de Palencia	1
1.1.1. Ubicación y localización.....	1
1.1.2. Límites y colindancias.....	2
1.1.3. Estructura espacial del municipio	3
1.1.4. Población	3
1.1.5. Aspectos climáticos	4
1.1.6. Suelo y topografía.....	4
1.1.7. Vías de acceso	5
1.1.8. Servicios existentes	5
1.1.9. Historia	6
1.1.10. Cultura e identidad.....	6
1.1.11. Actividad económica.....	7
1.1.12. Educación.....	7
1.2. Investigación diagnostica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la colonia San Mauricio.....	8
1.2.1. Descripción de las necesidades	8
1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades.....	8

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1.	Diseño del sistema de agua potable para la colonia San Mauricio.....	9
2.1.1.	Descripción del proyecto	9
2.1.2.	Levantamiento topográfico	9
2.1.2.1.	Planimetría	10
2.1.2.2.	Altimetría	10
2.1.3.	Localización de la fuente de abastecimiento	10
2.1.4.	Caudal de aforo de la fuente	11
2.1.5.	Calidad del agua y sus normas	12
2.1.5.1.	Análisis de la calidad del agua	12
2.1.5.2.	Análisis físico-químico.....	12
2.1.5.3.	Análisis bacteriológico.....	13
2.1.6.	Criterios y parámetros de diseño.....	13
2.1.6.1.	Tasa de crecimiento poblacional.....	14
2.1.6.2.	Periodo de diseño	14
2.1.6.3.	Estimación de población futura	15
2.1.6.4.	Dotación	16
2.1.7.	Factores de consumo y caudales.....	17
2.1.7.1.	Factor de día máximo.....	17
2.1.7.2.	Factor de hora máximo	17
2.1.7.3.	Caudal medio diario	18
2.1.7.4.	Caudal de día máximo	19
2.1.7.5.	Caudal de hora máxima	20
2.1.7.6.	Caudal de vivienda unitario	20
2.1.7.7.	Caudal de uso simultaneo.....	21
2.1.7.8.	Caudal de bombeo	22
2.1.8.	Formulas, coeficientes y diámetros de tubería.....	23
2.1.9.	Presiones y velocidades.....	24

	2.1.9.1.	Presión estática	24
	2.1.9.2.	Presión dinámica	24
	2.1.9.3.	Velocidades máximas y mínimas.....	25
2.1.10.		Diseño de la línea de impulsión	25
	2.1.10.1.	Diámetro máximo y mínimo	26
	2.1.10.2.	Carga dinámica total.....	27
	2.1.10.3.	Potencia del equipo de bombeo	31
	2.1.10.4.	Verificación del golpe de ariete.....	34
	2.1.10.1.	Cavitación.....	37
2.1.11.		Tanque de distribución	40
2.1.12.		Diseño del tanque de succión.....	42
2.1.13.		Diseño de la red de distribución.....	74
2.1.14.		Obras de arte.....	81
	2.1.14.1.	Caja rompe presión	82
	2.1.14.2.	Válvula de control	82
	2.1.14.3.	Válvula de aire	82
	2.1.14.4.	Válvula de limpieza.....	82
2.1.15.		Sistema de desinfección	83
2.1.16.		Presupuesto.....	86
2.1.17.		Cronograma físico	87
2.1.18.		Operación y mantenimiento	88
2.1.19.		Propuesta de tarifa	89
2.1.20.		Evaluación socio económica.....	92
	2.1.20.1.	Valor presente neto	92
	2.1.20.2.	Tasa interna de retorno	95
2.1.21.		Evaluación de impacto ambiental, formato DVGA- GA-002	95
2.2.		Diseño de sistema de alcantarillado sanitario para la colonia San Mauricio de la aldea Azacualpilla, Palencia	97

2.2.1.	Descripción del proyecto	97
2.2.2.	Levantamiento topográfico	97
2.2.2.1.	Planimetría	98
2.2.2.2.	Altimetría	98
2.2.3.	Descripción del sistema a utilizar	98
2.2.3.1.	Alcantarillado separativo	98
2.2.3.2.	Alcantarillado combinado	99
2.2.3.3.	Alcantarillado sanitario	99
2.2.4.	Diseño del sistema	99
2.2.5.	Periodo de diseño	100
2.2.6.	Población actual	100
2.2.7.	Población futura	101
2.2.8.	Dotación	102
2.2.9.	Factor de retorno	103
2.2.10.	Factor de Harmond	103
2.2.11.	Caudal sanitario	104
2.2.11.1.	Caudal domiciliar	105
2.2.11.2.	Caudal comercial.....	105
2.2.11.3.	Caudal de infiltración.....	106
2.2.11.4.	Caudal de conexiones ilícitas	106
2.2.11.5.	Caudal industrial.....	107
2.2.11.6.	Factor de caudal medio	108
2.2.12.	Caudal de diseño	108
2.2.13.	Tipo de tubería a utilizar	109
2.2.14.	Diseño de secciones y pendientes	109
2.2.14.1.	Velocidades máximas y mínimas de diseño.....	111
2.2.14.2.	Cotas invert	111
2.2.15.	Profundidad de la tubería	114

2.2.16.	Pozos de visita.....	115
2.2.17.	Principios hidráulicos	116
	2.2.17.1. Relaciones hidráulicas.....	117
2.2.18.	Cálculo hidráulico	117
	2.2.18.1. Ejemplo de diseño de un tramo	117
2.2.19.	Conexiones domiciliarias.....	124
2.2.20.	Tratamiento de aguas residuales.....	127
	2.2.20.1. Fosa séptica	128
	2.2.20.2. Pozos de absorción	128
2.2.21.	Plan de operación y mantenimiento del sistema...	128
2.2.22.	Elaboración de planos	130
2.2.23.	Presupuesto.....	131
2.2.24.	Cronograma físico	132
2.2.25.	Evaluación socio económica.....	133
	2.2.25.1. Valor presente neto	133
	2.2.25.2. Tasa interna de retorno	134
2.2.26.	Evaluación de impacto ambiental, formato DVGA- GA-002	134
CONCLUSIONES		137
RECOMENDACIONES		139
BIBLIOGRAFÍA		141
APÉNDICE.....		143
ANEXOS.....		171

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de la colonia San Mauricio.....	1
2.	Mapa del municipio de Palencia.....	2
3.	Etapas del fenómeno de cavitación	37
4.	Esquema de succión de la bomba	37
5.	Diagrama de momentos de la losa superior.....	54
6.	Diagrama de momentos de la losa inferior.....	61
7.	Armado del muro para el tanque de succión.....	74
8.	Descripción cotas invert	112
9.	Ejemplo de candela.....	125
10.	Ejemplo de conexión domiciliar	126

TABLAS

I.	Elementos climáticos del municipio de Palencia.	4
II.	Datos del aforo realizado a la fuente de agua en la colonia San Mauricio.....	11
III.	Límites de velocidades en tuberías.....	25
IV.	Resumen de momentos de la losa superior	53
V.	Resumen de iteraciones para encontrar acero de refuerzo para el lado corto losa superior.....	56
VI.	Resumen de momentos de la losa inferior	61
VII.	Resumen de iteraciones para encontrar acero de refuerzo para resistir el empuje provocado por el agua.....	66

VIII.	Presupuesto del proyecto	86
IX.	Cronograma físico del proyecto	87
X.	Coeficientes de rugosidad para la fórmula de Manning	110
XI.	Profundidad mínima en centímetros para tuberías según su diámetro y tipo de tráfico.....	114
XII.	Ancho mínimo de zanja	115
XIII.	Parámetros de diseño para el tramo de PV-37 a PV-38	118
XIV.	Presupuesto del proyecto	131
XV.	Cronograma físico del proyecto	132

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cm	Centímetros
cm²	Centímetros cuadrados
PVC	Cloruro de polivinilo
Ø	Diámetro nominal de la tubería en pulgadas
FDM	Factor de día máximo
FHM	Factor de hora máximo
°C	Grados Celsius
° , ' , ''	Grados, minutos y segundos
PSI	Libras por pulgada cuadrada
L	Litro
L/hab/día	Litros por habitante por día
L/s	Litros por segundo
m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
ml	Metro lineal
m.c.a	Metros columna de agua
msnm	Metros sobre el nivel del mar
mm	Milímetro
n	Periodo de diseño en años
PV	Pozo de visita
“	Pulgadas

GLOSARIO

Aforo	Técnica para medir el caudal de agua de una fuente.
Agua pluvial	Agua proveniente de las precipitaciones.
Agua potable	Agua apta para el consumo humano y agradable a los sentidos que cumple con los requisitos de la norma COGUANOR NGO 290001.
Aguas residuales	Aguas que han recibido uso y cuyas calidades han sido modificadas.
Alcantarillado sanitario	Conjunto de tuberías y obras accesorias utilizadas para recolectar y conducir las aguas residuales.
Candela domiciliar	Estructura que conecta la tubería proveniente del interior de las viviendas con la tubería secundaria hacia el colector principal.
Caudal	Volumen de agua que circula a través de una tubería en una unidad de tiempo determinado.
COCODE	Consejo Comunitario de Desarrollo.

COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas.
Colector	Tubería que recibe las aguas residuales de una población y las conduce a un lugar de descarga.
Cota	Indica la elevación de un punto sobre un plano de referencia.
Cota invert	Es la cota de la parte inferior del diámetro interno de la tubería instalada.
Cota piezométrica	Máxima presión dinámica en cualquier punto de la línea de conducción o distribución.
Densidad de vivienda	Relación entre el número de viviendas por área.
Descarga	Lugar donde se vierten las aguas residuales provenientes del colector principal para ser tratadas.
Desinfección	Proceso en el cual se reduce la concentración de microorganismos patógenos hasta un nivel de inocuidad.
Dotación	Cantidad de agua en litros que se le asigna a un habitante en un día.

EMPAGUA	Empresa municipal de agua encargada de dotar de los servicios de agua potable y alcantarillado para los vecinos de la Ciudad de Guatemala y áreas de influencia.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal. Entidad encargada de promover el desarrollo de los municipios, a través de asistencia técnica, administrativa y financiera.
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
Pozo de visita	Estructura que permite el fácil acceso al colector para realizar inspecciones y mantenimiento de sistema de alcantarillado.
Presión	fuerza ejercida por el agua sobre la superficie de la tubería.
Tirante	Distancia entre la superficie libre de agua al punto más bajo de la sección transversal de la tubería.
Válvulas	Dispositivos mecánicos que se utilizan para controlar y modificar las características del flujo en tuberías que trabajan a presión.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación se divide en dos partes: La primera es una fase de investigación sobre las características del lugar de estudio, y la segunda comprende la fase de servicio técnico profesional.

La primera parte del trabajo de graduación contiene una investigación donde se describe la monografía del municipio de Palencia, así como, el diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la colonia San Mauricio, donde se priorizó la necesidad de un sistema de agua potable que cubra la parte de la comunidad que no cuenta con este servicio y un alcantarillado sanitario para toda la colonia.

La segunda parte contiene el desarrollo de dos proyectos: el primero es el diseño de un sistema de agua potable el cual funcionará por bombeo desde la fuente hasta el tanque de almacenamiento para luego ser distribuida por gravedad a las casas. La fuente de abastecimiento fue aforada verificando que tiene un caudal que puede satisfacer a la población de diseño. El segundo proyecto consiste en el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario que recolectará las aguas residuales de la población proyectada durante el periodo de diseño.

Ambos proyectos se hicieron en base a normas y reglamentos que garantizan que su funcionamiento sea eficiente y satisfaga las necesidades de la población proyectada durante el periodo de vida útil de cada proyecto. De esta forma se contribuye en el desarrollo de la comunidad de la colonia San Mauricio.

OBJETIVOS

General

Diseñar los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario para la colonia San Mauricio del municipio de Palencia; del departamento de Guatemala.

Específicos

1. Elaborar una investigación monográfica del municipio de Palencia y un diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la colonia San Mauricio.
2. Realizar el diseño del sistema de agua potable para la colonia San Mauricio, en base a las normas y códigos que garanticen un funcionamiento eficiente durante el periodo de diseño.
3. Realizar el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la colonia San Mauricio, en base a las normas y códigos que garanticen un funcionamiento eficiente durante su periodo de diseño.

INTRODUCCIÓN

Los programas de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería permiten a los estudiantes próximos a graduarse ver de primera mano los problemas que aquejan a la sociedad guatemalteca y de esta manera ejercitar su profesión dando soluciones ante esta problemática contribuyendo al desarrollo del país. En coordinación con la municipalidad de Palencia se han priorizado el diseño de dos proyectos que traerán beneficios como reducción de enfermedades y aumento de la calidad de vida de los habitantes del área donde se realizarán los siguientes proyectos: sistema de agua potable y sistema de alcantarillado sanitario para la colonia San Mauricio de la aldea Azacualpilla.

Azacualpilla es una de las aldeas que tiene gran relevancia en el municipio de Palencia debido a que es uno de los centros de conectividad con otras comunidades. Cuenta con sectores donde existen los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario e incluso cuenta con una planta de tratamiento, pero aún hay comunidades como colonia San Mauricio que no cuentan con estos servicios básicos.

Actualmente esta colonia cuenta con un sistema de agua potable que en los últimos años ha prestado un servicio deficiente debido al crecimiento poblacional y la falta de mantenimiento. Solo el 77,6 % de las casas están conectadas a la red de distribución, lo que provoca problemas de salud y desarrollo en la comunidad.

El primer proyecto está orientado a resolver los problemas que actualmente están teniendo los pobladores con respecto al tema del agua. Diseñando un

sistema de agua potable que brinde un servicio eficiente a las casas de esta colonia.

Otro problema que sufren los pobladores de esta colonia es la falta de un sistema de alcantarillado sanitario, por lo que actualmente la forma en que disponen de las aguas residuales está condicionada con el factor económico, en la mayoría de los casos las depositan de forma superficial en los patios y calles, lo que provoca la proliferación de enfermedades severas, donde los más vulnerables a padecerlas son los niños y las personas de la tercera edad.

El segundo proyecto dará solución al problema anteriormente mencionado, brindando a la población de esta colonia un servicio de alcantarillado sanitario el cual conducirá las aguas residuales a 2 plantas de tratamiento para luego ser depositadas en los cuerpos de agua. Ayudando de esta manera a proteger el medio ambiente y contribuir en el desarrollo de la colonia de San Mauricio.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Palencia

A continuación, se detallan aspectos importantes del municipio de Palencia como su ubicación y los lugares con los que tiene colindancias; su historia, cultura, educación y actividad económica de sus pobladores; así como, información sobre su topográfica, clima y servicios existentes.

1.1.1. Ubicación y localización

El municipio de Palencia se localiza al Este del departamento de Guatemala, a 27 kilómetros de la Ciudad Capital, por la carretera interamericana CA-9 (carretera al Atlántico). Se encuentra en la latitud $14^{\circ}38'00''$ y en la longitud $90^{\circ}01'00''$. Tiene una extensión territorial de 196 kilómetros cuadrados, con una altitud de 1 300 msnm.

Figura 1. **Ubicación de la colonia San Mauricio**



Fuente: elaboración propia, empleando Google Earth.

La colonia San Mauricio está a quince kilómetros de la cabecera municipal de Palencia, a una latitud de 14°43'29" y a una longitud de 90°21'34", a una altura de 1 088 msnm.

1.1.2. Límites y colindancias

El municipio de Palencia limita al norte con los municipios de San José del Golfo, San Pedro Ayampuc del departamento de Guatemala y San Antonio La Paz del departamento del Progreso; al sur con el municipio de San José Pinula del departamento de Guatemala; al este con San Antonio La Paz y Sanarate por el departamento del Progreso y Mataquescuintla del departamento de Jalapa; al oeste con San Pedro Ayampuc y Guatemala.

La colonia San Mauricio colinda al norte y oeste con la aldea Azacualpilla; al este con la colonia Lomas de Azacualpilla y al sur con Caserío Nance Dulce.

Figura 2. Mapa del municipio de Palencia



Fuente: Departamento de planificación municipal de Palencia.

1.1.3. Estructura espacial del municipio

Según información proporcionada por Dirección Municipal de planificación de Palencia, el municipio además de la cabecera municipal actualmente cuenta con 22 aldeas, las cuales albergan un total de 102 caseríos, 9 cantones, 44 fincas, 2 lotificaciones, 2 sectores, 21 colonias y 3 residenciales, siendo estos últimos los de mayor crecimiento en la actualidad.

La aldea de Azacualpilla cuenta con uno de los mayores grados de urbanidad junto con las aldeas de El Fiscal y Los Mixcos. Dentro del territorio de Azacualpilla existen 4 caseríos, 4 fincas y 10 colonias, en estas últimas se encuentra la colonia San Mauricio, lugar donde se realizarán los proyectos contenidos en este informe.

1.1.4. Población

Según datos del censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en el año 2002, la población total del municipio de Palencia era de 47 705 habitantes con una tasa de crecimiento anual de 2,66 %. Para ese mismo año la población de la colonia San Mauricio era de 686 habitantes.

El municipio de Palencia para el año 2011 presentaba una densidad poblacional de 301 habitantes por kilómetro cuadrado. Según información de Departamento de Planificación Municipal de Palencia (DMP), los lugares que presentan mayor concentración poblacional son: la cabecera municipal, Sanguayaba, Los Mixcos, Sansur, El Manzanote y el Fiscal.

1.1.5. Aspectos climáticos

En el municipio se encuentran dos tipos de climas según la clasificación de climas Koppen, el primero se denomina “Awig” y se encuentra dentro del grupo cálido húmedo y es dominado por lluvias en verano, el mes más cálido se da antes del solsticio de verano y la época de lluvias. El otro clima es clasificado como “Cwig”, del grupo templado húmedo, con invierno benigno. Se debe de considerar que estos valores van cambiando debido al calentamiento global que ha incidido en el régimen de lluvias.

Tabla I. **Elementos climáticos del municipio de Palencia**

Elevación (msnm)	Temperatura máxima media anual	Temperatura Media anual	Temperatura mínima media anual	Precipitación promedio anual
1 200 – 2 200	26,60 °C	21,10 °C	19,20 °C	1 298 mm

Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología a e Hidrología de Guatemala.

1.1.6. Suelo y topografía

El municipio de Palencia cuenta con suelos que están constituidos de materiales volcánicos con características de buen drenaje y texturas franco-arenosas, franco-limosa y arcilla. Según datos obtenidos del Sistema Nacional de Información Territorial (SINIT) SEGEPLAN, la morfología del municipio no cuenta con extensos valles, siendo la totalidad de su territorio área de montaña. Los suelos con pendiente de 32-45 % o más comprenden 147,72 kilómetros cuadrados que representan el 67,84 % del territorio del municipio.

Los accidentes orográficos más relevantes son: La Sierra de Palencia y las montañas El Guapinol. Así como los cerros de: Azacualpilla, Chayal, Cerro Alto, Potrerillo, de la Cruz, El Astillero, La Campana, Los Amoles, Macastepeque, Tabacal y el Tomastepeque.

1.1.7. Vías de acceso

Con información obtenida por el Ministerio de Comunicaciones y vivienda, Palencia cuenta con una red vial que varía por las condiciones topográficas del municipio, la cual está conformada por carreteras, caminos rurales y puentes. La principal vía de comunicaciones es por la Carretera al Interoceánica CA-9 o más conocida actualmente como Carretera Jacobo Árbenz, que aproximadamente se encuentra a 27 kilómetros de la cabecera departamental de Guatemala.

Otra vía de comunicación es por la carretera RD-06 que inicia en el límite municipal de San José Pinula hacia la aldea Los Mixcos, que luego llega hasta el centro urbano de Palencia.

1.1.8. Servicios existentes

El municipio cuenta con servicios telefonía fija y móvil, de agua potable, energía eléctrica, alcantarillado sanitario, recolección de desechos sólidos, correos, Policía Municipal, Policía de tránsito y Policía Nacional Civil. Además, cementerio municipal, salón municipal, salón comunal y parque municipal.

Entre otros servicios cuenta con un centro de salud tipo “B” con atención de parto y laboratorio, este se encuentra ubicado en la calle principal contiguo al edificio municipal. Tiene además 7 puestos de salud fortalecidos ubicados en

Azacualpilla, El Triunfo, Sansur, Sanguayabá, Plan Grande, Los Mixcos y El Paraíso que sirven de enlace entre la red institucional y la comunidad.

1.1.9. Historia

El nombre del municipio de Palencia se remonta a 1624, cuando la hacienda “San José” ubicada en el lugar fue adquirida por Matías de Palencia, llegando a conocerse todo el territorio como “Palencia”, nombre que conserva en la actualidad.

La figura más notable con connotación histórica es Serapio Cruz nacido en el municipio, a quien familiarmente se le llamaba Tata Lapo. En febrero de 1863 comando un batallón que se unió a la disputa bélica entre Guatemala y El Salvador durante el gobierno de Rafael Carrera.

1.1.10. Cultura e identidad

Las tradiciones en el municipio tienen un fuerte arraigo a la religión católica y en las aldeas es donde se han preservado mayormente, por ejemplo, en la aldea Sanguayabá, se celebra la fiesta en honor a San Gabriel. En estas celebraciones existe una forma tradicional de convivencia expresada a través de ventas de comida tradicional del municipio o de otras regiones, juegos de mesa y música popular.

La feria titular se celebra el 19 de marzo de cada año, día del antiguo patrono de la localidad, en la cual fue sustituido a finales del siglo XX, por San Benito de Palermo, que se celebra del 25 de abril al 3 de mayo, donde se realizan actos religiosos, eventos sociales y deportivos.

1.1.11. Actividad económica

Debido a la escasez de oportunidades económicas dentro del municipio hace que sus habitantes viajen en busca de trabajo a municipios cercanos y a la ciudad de Guatemala principalmente en el área de la construcción y la agrícola.

La principal actividad económica dentro del municipio es la agricultura donde los principales productos que se cultivan son la papa, el maíz blanco y el tomate. La segunda es el comercio y por último la industria manufacturera.

1.1.12. Educación

En el municipio de Palencia existen 164 jornadas estudiantiles proporcionadas por los diferentes establecimientos educativos, cubriendo los niveles de preprimaria, primaria, básicos y diversificado, de acuerdo con el MINEDUC.

El municipio tiene 52 establecimientos que imparten la educación de preprimaria, 73 primaria y 19 establecimientos que imparten la educación básica la mayoría de estos establecimientos se encuentran ubicados en el área rural. Para la educación de diversificado cuenta con 6 establecimientos y la mayoría de estos se encuentran en el área urbana y son de carácter privado.

Para CONALFA el municipio tiene uno de los índices más altos en analfabetismo en comparación con los otros municipios del departamento de Guatemala, Palencia cuenta con una tasa de 17,57 %, siendo en hombres de 19,98 % y en mujeres de 15,28 %.

1.2. Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la colonia San Mauricio

La colonia San Mauricio padece de una serie de necesidades tanto de servicios básicos como de infraestructura, en los que se puede mencionar la falta de un sistema alcantarillado sanitario, un deteriorado sistema de agua potable, carreteras, entre otros.

1.2.1. Descripción de las necesidades

Los habitantes de esta colonia no cuentan con un sistema de alcantarillado sanitario para evacuar las aguas residuales. La forma en que esta comunidad dispone de dichas aguas está condicionada por el factor económico, en algunos casos cuentan con pozos ciegos y en otros simplemente las depositan de forma superficial en patios y calles. Cuenta con un sistema de agua potable, pero debido al crecimiento poblacional, la falta de mantenimiento y la cantidad de años que han pasado desde que se construyó dicho sistema, este se encuentra deteriorado.

1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades

Las razones por las cuales se priorizó el sistema de agua potable y alcantarillado sanitario, es porque una comunidad que tiene acceso a estos servicios básicos y que operen de forma eficiente, reciben beneficios que se traducen en salud y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos. Además, contribuye a cuidar los recursos hídricos que, en el caso del municipio de Palencia ha padecido los efectos de la disposición indiscriminada de las aguas residuales.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de agua potable para la colonia San Mauricio

El diseño del sistema de agua potable para la colonia San Mauricio contará con una línea de impulsión de aproximadamente 2,00 kilómetros que llegará a un tanque de almacenamiento ya existente y este a su vez se conectará a una línea de distribución que proveerá del vital líquido a 113 viviendas.

2.1.1. Descripción del proyecto

El sistema de agua potable tendrá un tanque de succión de 12 m³ y una línea de impulsión que será de tubería de hierro galvanizado de 3" cedula 40 que ira anclada sobre el terreno y a lo largo de ella contará con válvulas de aire y de compuerta. Para la distribución cuenta con un tanque de almacenamiento ya existente que tiene capacidad para 120 m³ y este se conectará a la línea de distribución que será de tubería de PVC ASTM-D2241 de diferentes diámetros y presiones de trabajo.

2.1.2. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico tiene como objetivo recabar toda la información sobre un terreno utilizando los instrumentos adecuados para crear una representación gráfica del mismo que permita la construcción de una obra lo más eficiente posible. Se utilizó el equipo topográfico con el que cuenta la municipalidad de Palencia, sienta este un teodolito óptico modelo J2-2 de la

marca china POIF que tiene una desviación estándar horizontal de 2" y vertical de 6", con un ajuste de precisión de 0.3" y un rango de trabajo de 3'.

2.1.2.1. Planimetría

La planimetría es el conjunto de técnicas y operaciones que permiten la representación a escala de un terreno sobre un plano. Para su orientación utiliza el norte como referencia y solo toma en cuenta las variaciones horizontales, es decir, no considera los cambios de alturas del terreno. Para el proyecto sirvió para definir la línea de impulsión, distribución, las calles y las ubicaciones de las viviendas.

2.1.2.2. Altimetría

La altimetría es el conjunto de técnicas y operaciones que permiten la medición de la diferencia de alturas a una escala de un terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia.

2.1.3. Localización de la fuente de abastecimiento

La fuente que se tiene en el proyecto es de tipo subterránea, donde el agua aflora de un manantial de brote definido al pie de una montaña que se encuentra a los alrededores de la aldea Azacualpilla y es propiedad de los vecinos de la colonia San Mauricio.

2.1.4. Caudal de aforo de la fuente

Se realizó el aforo del nacimiento utilizando el método volumétrico, este consiste en tomar el tiempo de llenado de un recipiente de volumen conocido, repitiendo el procedimiento varias veces para tener un tiempo promedio. Para este método es necesario encausar el agua, esto con el propósito generar un cauce definido. Se utilizó la siguiente fórmula para encontrar el caudal de aforo:

$$Q_{\text{aforado}} = \frac{V_{\text{recipiente(L)}}}{t_{\text{llenado(s)}}} = \text{L/s}$$

Donde:

Q_{aforado} = caudal aforado (L/s)

$V_{\text{recipiente}}$ = volumen del recipiente (Litros)

T_{llenado} = tiempo de llenado (segundos)

Tabla II. **Datos del aforo realizado a la fuente de agua en la colonia San Mauricio**

AFORO DEL NACIMIENTO		
No.	Volumen (L)	Tiempo de llenado (s)
1	18,925	4,32
2	18,925	4,49
3	18,925	4,38
4	18,925	4,42
Promedio	18,925	4,40

Fuente: elaboración propia.

Teniendo el volumen del recipiente y el tiempo de llenado promedio, se determinó el caudal de la fuente de agua de la siguiente manera:

$$Q_{\text{aforado}} = \frac{18,925 \text{ (L)}}{4,40 \text{ (s)}} = 4,30 \text{ L/s}$$

2.1.5. Calidad del agua y sus normas

A continuación, se describen los exámenes de laboratorio que se deben practicar a las fuentes de abastecimiento de agua para determinar la calidad de esta y ver que cumpla con las normas.

2.1.5.1. Análisis de la calidad del agua

El agua potable es aquella que es sanitariamente segura y agradable a los sentidos, no representa ningún peligro para la salud del consumidor final. Para garantizar que el agua pueda ser ingerida por una población es necesario que cumpla con los requisitos mínimos establecidos en la norma guatemalteca COGUANOR NGO 29001; esta dicta los límites y características de calidad física, química y bacteriológica.

Estas características se determinan por medio de exámenes de laboratorio, entre los que se encuentran el análisis fisicoquímico y el bacteriológico. Ambos estudios se realizaron en la fuente de abastecimiento.

2.1.5.2. Análisis fisicoquímico

Este análisis sirve para determinar las características físicas del agua como: el color, olor, turbiedad, conductividad eléctrica, potencial de hidrogeno y solidos

disueltos. Así mismo, se obtienen los parámetros químicos como: cloruro, cloro residual, dureza total, sulfato, calcio, cinc, aluminio, cobre, magnesio, manganeso total, hierro total y otras sustancias inorgánicas que pueden representar un peligro para la salud del ser humano.

Los resultados de estos análisis muestran que las propiedades físicas y químicas del agua de la fuente que abastecerá a la colonia San Mauricio se encuentran entre los límites que establece la norma COGUANOR 29001. El resultado de este análisis se puede encontrar en el apartado de anexos.

2.1.5.3. Análisis bacteriológico

Este análisis se hace con el fin de establecer la cantidad de coliformes totales y fecales en una porción de 100 ml del agua de la fuente. La presencia de estos organismos representa un peligro para el ser humano, por lo que en base a los resultados se deberá establecer el sistema de desinfección necesario para evitar posibles enfermedades en los consumidores.

Los resultados de este análisis se pueden encontrar en el apartado de anexos, los cuales muestran que desde el punto bacteriológico el agua es apta para el consumo humano, pero se recomienda un tratamiento bacteriológico para disminuir los riesgos de contaminación debidos a una inadecuada manipulación del agua.

2.1.6. Criterios y parámetros de diseño

El diseño del sistema de agua potable se realizó tomando en cuenta las normas generales propuestas por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), en conjunto con el Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

2.1.6.1. Tasa de crecimiento poblacional

Según los datos del Departamento de Planificación de la Municipalidad se calculó una tasa de crecimiento poblacional de 2,66 %.

2.1.6.2. Periodo de diseño

El periodo de diseño es tiempo en que el sistema de agua potable funcionara de una forma óptima, proporcionando agua potable en la cantidad adecuada a la población existente al final de dicho periodo.

Para determinar el periodo de diseño se toman en cuenta diferentes aspectos como:

- Durabilidad de los materiales
- La calidad de construcción
- Mantenimiento al sistema
- La capacidad de la fuente
- El crecimiento poblacional

Para el presente proyecto se tomará como periodo de diseño la cantidad de 21 años. Se consideró un tiempo de gestión de aproximadamente 1 año, los recursos económicos con los que cuenta la municipalidad de Palencia y los aspectos anteriormente mencionados.

2.1.6.3. Estimación de población futura

Para el cálculo de la población futura se utilizó el método de crecimiento geométrico, el cual asume que el crecimiento poblacional es proporcional al tamaño de esta. La fórmula es la siguiente:

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

Donde:

P_f = Población futura

P_o = Población actual, según censo realizado en el E.P.S = 678 habitantes

r = Tasa de crecimiento poblacional (%) = 2,66 %

n = Periodo de diseño = 21 años

Para el cálculo de la población actual se asumió una densidad de vivienda de 6 habitantes por casa. Por medio del censo que se realizó en dicho lugar se obtuvo que 113 casas serían beneficiadas.

Cálculo de la población presente:

$P_o = 6 \text{ hab/casa} * (113 \text{ casas})$

$P_o = 678 \text{ habitantes}$

Sustituyendo valores en la ecuación para obtener la población futura:

$P_f = 678 * (1 + 0,0266)^{21}$

$P_f = 1\ 177 \text{ habitantes}$

2.1.6.4. Dotación

La dotación es la cantidad de agua asignada a un habitante en un día en una población y comúnmente es expresada en litros por habitante por día: L/hab/día. Para la elección adecuada de este parámetro deben tomarse en cuenta factores como:

- Las condiciones climáticas de la región
- Cultura y costumbres de la población
- Calidad y cantidad de agua proporcionada por la fuente
- Facilidad de drenaje

Si no se cuenta con información de los factores anteriormente mencionados, las normas de diseño de INFOM-UNEPAR proporcionan dotaciones ya definidas que dependen del tipo de servicio que brindara la red de distribución, estas son:

- Servicio a base de llena cantaros exclusivamente: 30 a 60 L/hab/día
- Servicio mixto de llena cantaros y conexiones prediales: 60 a 90 L/hab/día
- Servicio exclusivo de conexiones prediales: 60 a 120 L/hab/día
- Servicio de conexiones intradomiciliares: 90 a 170 L/hab/día
- Servicio de pozo excavado o hincado: 20 L/hab/día
- Servicio de aljibes: 20 L/hab/día

Para el presente proyecto se tomó en cuenta que la red de distribución prestara un servicio de conexiones intradomiciliares, por lo que se estableció una dotación de 90 L/hab/día.

2.1.7. Factores de consumo y caudales

En un sistema de abastecimiento de agua los factores de consumo se utilizan para calcular los caudales de diseño y estos a su vez permiten dimensionar las tuberías y obras hidráulicas que conforman todo el sistema. A continuación, se describe el criterio para la selección de cada factor y el cálculo de cada caudal.

2.1.7.1. Factor de día máximo

Este factor es un incremento porcentual para el cálculo del caudal máximo diario y se utiliza cuando no se cuenta con registros del consumo de agua de la población en estudio.

Las normas de INFOM-UNEPAR recomiendan que para poblaciones futuras menores a 1 000 habitantes este factor está en un rango de 1,2 a 1,5 y para poblaciones futuras mayores a 1 000 habitantes es de 1,2.

Para el sistema de agua potable de la colonia San Mauricio se utilizó un factor de día máximo de 1,2, debido a que la población a ser beneficiada supera los 1 000 habitantes.

2.1.7.2. Factor de hora máximo

Este factor considera las variaciones que pueden suscitarse en el consumo del agua, debido a que este varía considerablemente dependiendo de la hora del día. La selección de este factor debe ser inversa al número de habitantes a servir.

Las normas de INFOM-UNEPAR recomiendan que para poblaciones futuras menores a 1 000 habitantes este factor está en un rango de 2,0 a 3,0 y para poblaciones futuras mayores a 1 000 habitantes es de 2,0.

Para el sistema de agua potable de la colonia San Mauricio se utilizó un factor de hora máximo de 2,0, debido a que la población a ser beneficiada supera los 1 000 habitantes.

2.1.7.3. Caudal medio diario

El caudal medio diario es un promedio de consumos medios diarios de una población registrados durante el periodo de un año calendario. Si no se cuenta con este registro estadístico, este caudal se puede calcular en función del número de la población futura y la dotación que se brindara a los pobladores del sistema de agua potable. Se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q_{md} = \frac{P_f * Dot}{86\ 400} = \left(\frac{L}{s} \right)$$

Donde:

Q_{md} = Caudal medio diario (L/s)

P_f = Población futura = 1 177 habitantes

Dot = Dotación = 90 (l/hab/día)

86 400 = representa la cantidad de segundo en un día

Sustituyendo valores:

$$Q_{md} = \frac{1\ 177 \text{ habitantes} * 90 \text{ (L/hab/día)}}{86\ 400} = 1,23 \frac{L}{s}$$

$$Q_{md} = 1,23 \frac{L}{s}$$

2.1.7.4. Caudal de día máximo

También es conocido como el caudal de conducción y se define como el máximo consumo de agua durante 24 horas, observado en el periodo de un año calendario. Este caudal se utiliza en el diseño de la línea de conducción de todo el sistema de agua potable.

Al no contar registros estadísticos del consumo de agua diario de un año por parte de la población en estudio, se tomarán como referencia las normas de INFOM-UNEPAR que establecen que el caudal máximo diario se puede calcular multiplicando el caudal medio diario por el factor de día máximo, a continuación, se muestra la ecuación:

$$Q_{MD} = Q_{md} * FDM = \left(\frac{L}{s}\right)$$

Donde:

Q_{MD} = Caudal máximo diario (L/s)

Q_{md} = Caudal medio diario (L/s) = 1,23 L/s

FDM = Factor de día máximo = 1,2

Sustituyendo valores:

$$Q_{MD} = 1,23 \text{ (L/s)} * 1,2 = 1,48 \frac{L}{s}$$

$$Q_{MD} = 1,48 \frac{L}{s}$$

Conociendo que el caudal máximo diario es de 1,48 L/s y es menor que el caudal aforado de la fuente que es de 4,30 L/s, se puede establecer que la fuente

de agua para el sistema de agua potable de la colonia San Mauricio funcionara sin ningún problema durante el periodo de diseño.

2.1.7.5. Caudal de hora máxima

También es conocido como el caudal que se utiliza para el diseño de la red de distribución del sistema de agua potable. Es el máximo consumo de agua observado durante una hora del día en un periodo de un año calendario.

El caudal máximo horario se calcula multiplicando el caudal medio diario por el factor de hora máximo, este factor se estableció anteriormente con un valor de 2 basado en las normas de INFOM-UNEPAR. La ecuación es la siguiente:

$$Q_{MH} = Q_{md} * FHM = \left(\frac{L}{s}\right)$$

Donde:

Q_{MH} = Caudal máximo horario (L/s)

Q_{md} = Caudal medio diario (L/s)

FHM = Factor de hora máximo

Sustituyendo valores:

$$Q_{MH} = 1,23 \frac{L}{s} * 2,0 = 2,46 \frac{L}{s}$$

2.1.7.6. Caudal de vivienda unitario

También es conocido como el factor de gasto y es la cantidad de agua en litros sobre segundos que le corresponde a cada vivienda dentro de la red de distribución del sistema. Se calcula dividiendo el caudal máximo horario dentro

de número de viviendas actuales que comprenden los tramos del proyecto a diseñar. Se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q_{vu} = \frac{Q_{MH}}{\text{Número de viviendas actuales}} = \frac{\frac{L}{s}}{\text{vivienda}}$$

Donde:

Q_{vu} = Caudal de vivienda unitario (L/s/vivienda)

Q_{MH} = Caudal máximo horario (L/s)

Sustituyendo valores:

$$Q_{vu} = \frac{2,46}{113} = 0,0218 \frac{L}{s} \text{ vivienda}$$

2.1.7.7. Caudal de uso simultaneo

También conocido como caudal instantáneo y es la cantidad de agua que pasaría en una tubería si todas las conexiones domiciliarias estuvieran abiertas al mismo tiempo. Si el valor de caudal en mención fuera menor a 0,20 L/s, se utilizará este 0,20 L/s como valor mínimo.

En las normas del INFOM-UNEPAR se establece que para el diseño de los ramales de distribución se debe de realizar una comparación entre el caudal simultaneo y el caudal máximo horario, utilizando el resultado mayor de ambos.

La fórmula para el caudal simultaneo es la siguiente:

$$Q_{sm} = k * \sqrt{n_{vr}-1} = \frac{L}{s}$$

Donde:

Q_{sm} = Caudal de uso simultaneo (L/s)

n_{vr} = Número de conexiones en el ramal de estudio (viviendas)

k = es el coeficiente que varía según la cantidad de viviendas que se tengan en el ramal de estudio.

- Para ramales con menos de 55 viviendas $k=0,15$
- Para ramales con más de 55 viviendas $k=0,20$.

2.1.7.8. Caudal de bombeo

El caudal de bombeo es la cantidad de agua que debe bombearse desde el lugar de la fuente de agua hasta el tanque de distribución. Se recomienda que el uso por día de las bombas no exceda las 12 horas para motor diésel y de 18 horas para motores eléctricos. En el presente proyecto se conectará la bomba 9 horas al día. Este caudal se determina con la siguiente ecuación:

$$Q_b = \frac{Q_{MD} * 24}{T_b} = \frac{L}{s}$$

Donde:

Q_b = Caudal de bombeo (L/s)

Q_{MD} = Caudal máximo diario (L/s)

T_b = Tiempo de bombeo (horas/día)

Sustituyendo valores:

$$Q_b = \frac{1,48 \frac{L}{s} * 24}{9 \text{ horas}} = 3,94 \frac{L}{s}$$

$$Q_b = 3,94 \frac{L}{s}$$

2.1.8. Formulas, coeficientes y diámetros de tubería

Para el diseño de la línea de conducción y distribución se utilizó la fórmula de Hazen-Williams para determinar las pérdidas de carga por fricción en las tuberías, la cual esta expresada por siguiente ecuación:

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

Donde:

HF = pérdida de carga por fricción (m)

L = distancia horizontal de la tubería (m)

Q = caudal que conduce la tubería (L/s)

C = coeficiente de rugosidad de la tubería

∅ = diámetro nominal de la tubería (pulgadas)

Está ecuación considera un valor C que depende del tipo de material de la tubería, para PVC es de 150 y para hierro galvanizado (HG) es de 100. También es importante que la línea de carga dinámica no debe de quedar enterrada en el perfil del terreno natural y se recomienda que como mínimo esta quede 1,00 metro sobre el terreno natural.

2.1.9. Presiones y velocidades

El diseño hidráulico se consideran dos tipos de presiones, así como velocidades mínimas y máximas. A continuación, se describe cada una de ellas.

2.1.9.1. Presión estática

Se produce cuando el líquido está en reposo dentro de la tubería y se calcula multiplicando el peso específico del líquido, en este caso es agua, por la altura a la que se encuentra la superficie libre del agua dentro de la tubería.

En el proyecto se utilizará tubería de cloruro de polivinilo (PVC) bajo la relación de diámetro exterior y espesor de pared, denominado SDR. A continuación, se muestran diferentes tuberías con las que se trabajarán:

- SDR 26, presión de trabajo de 160 PSI (112,50 m.c.a)
- SDR 17, presión de trabajo de 250 PSI (175,77 m.c.a)

Cuando la presión calculada sea mayor a la presión que está diseñada la tubería, se deberá usar una caja rompe presión para disminuirla y evitar daños en la tubería.

2.1.9.2. Presión dinámica

Se produce cuando hay movimiento del líquido dentro de la tubería, el valor de la presión estática disminuye debido a la pérdida de energía por la fricción que causan las paredes de la tubería. La pérdida de carga varía respecto a la velocidad y en proporción inversa al diámetro de la tubería.

La presión dinámica en un punto es la diferencia entre la cota piezométrica y la cota del terreno. En un sistema de conducción no debe ser menor de 40 m.c.a y para la línea de distribución debe estar entre 10 m.c.a. y 60 m.c.a, esto para evitar daños en los accesorios.

2.1.9.3. Velocidades máximas y mínimas

Las normas de INFOM-UNEPAR establecen límites de velocidades en los cuales se deben de mantener los caudales dentro de las tuberías. Establece una velocidad mínima para evitar sedimentación dentro de la tubería y una velocidad máxima para evitar desgaste en la tubería y el golpe de ariete.

Tabla III. Límites de velocidades en tuberías

	Velocidad máxima (m/s)	Velocidad mínima (m/s)
Para conducción	2,00	0,60
Para distribución	3,00	0,60

Fuente: elaboración propia.

2.1.10. Diseño de la línea de impulsión

Para el diseño de la línea de impulsión que va desde el tanque de succión en la cota LC-1, hasta el tanque de distribución ubicado en la cota LC-45, es importante escoger el diámetro de la tubería que permita conducir el caudal requerido a un mínimo costo de tubería y equipo de bombeo. Para el diseño se tomaron los siguientes criterios para escoger el diámetro económico (De):

- Con diámetros grandes se obtienen perdidas de carga pequeñas, lo que significa que el costo del equipo de bombeo y operación se reduce a

comparación si se escogen diámetros de tubería pequeño que provocan pérdidas de carga más grandes.

- Con diámetros pequeños se tiene un costo menor en cuanto al precio de la tubería y su instalación a comparación de las tuberías con diámetros mayores.

Datos para el diseño:

Caudal de bombeo= 3,94 L/s

Coefficiente de tubería HG= 100

Longitud= 1 166,40 m

Cota LC-1=100,00 m

Cota LC-45= 351,44 m

2.1.10.1. Diámetro máximo y mínimo

El cálculo de los diámetros mínimos y máximos se hace con los rangos de velocidades para líneas de conducción que van desde 0,60 m/s < V < 2,00 m/s.

La ecuación para el cálculo del diámetro mínimo y máximo es la siguiente:

$$D = \sqrt{\frac{1,974 * Q_b}{v}}$$

Donde:

D= Diámetro teórico máximo (pulgadas)

Q_b = Caudal de bombeo (L/s)

v= Velocidad de flujo (m/s)

Sustituyendo valores para encontrar el diámetro máximo:

$$D_{\text{máx}} = \sqrt{\frac{1,974 * 3,94 \text{ m/s}}{0,60 \text{ m/s}}} = 3,60 \text{ pulgadas}$$

Sustituyendo valores para encontrar el diámetro mínimo:

$$D_{\text{mín}} = \sqrt{\frac{1,974 * 3,94 \text{ m/s}}{2,00 \text{ m/s}}} = 1,97 \text{ pulgadas}$$

Como el diámetro mínimo y máximo no son comerciales, es procede a escoger los que estén entre ese rango, en esta ocasión son 2", 3" y 4".

2.1.10.2. Carga dinámica total

Es la sumatoria de todas las pérdidas que afectan la subida del agua al tanque de distribución. Todas estas pérdidas se calculan en los siguientes incisos:

- Perdidas por diferencias de altura

Es la perdida generada por la diferencia de alturas entre la cota LC-1 del tanque de succión a la cota del tanque de distribución LC-45. Se calcula de la siguiente manera:

$$HFD = CF - CI = m$$

Donde:

HFD= perdida de carga por diferencia de altura (m)

CF= Cota final del tanque de distribución (m)

CI= Cota inicial del tanque de succión (m)

Sustituyendo valores:

$$\text{HFD} = 351,44 \text{ m} - 100,00 \text{ m} = 251,44 \text{ m}$$

- Perdidas en la línea de impulsión

Son las pérdidas de carga generadas por la fricción del líquido con la pared de la tubería de impulsión. Se calcula con la fórmula de Hazen-Williams y se hace para cada diámetro que se está analizando:

$$\text{HF}_{2''} = \frac{1\,743,811 * 1\,166,40 * 1,05 * 3,94^{1,85}}{100^{1,85} * 2^{4,87}} = 183,81 \text{ m}$$

$$\text{HF}_{3''} = \frac{1\,743,811 * 1\,166,40 * 1,05 * 3,94^{1,85}}{100^{1,85} * 2^{4,87}} = 25,52 \text{ m}$$

$$\text{HF}_{4''} = \frac{1\,743,811 * 1\,166,40 * 1,05 * 3,94^{1,85}}{100^{1,85} * 4^{4,87}} = 6,29 \text{ m}$$

- Perdidas por velocidad

Son las pérdidas que se producen por la velocidad y la gravedad que actúan sobre el líquido. Se calculan con el siguiente procedimiento:

Primero se procede a calcular las velocidades con la siguiente ecuación:

$$V = \frac{1,974 * Q_b}{\varnothing^2} = \text{m/s}$$

Donde:

V= Velocidad del líquido (m/s)

Q_b= caudal de bombeo (l/s)

∅= diámetro interno de tubería (pulgadas)

Sustituyendo valores:

$$V_{2''} = \frac{1,974 * 3,94 \left(\frac{L}{S}\right)}{2,067''^2} = 1,82 \text{ m/s}$$

$$V_{3''} = \frac{1,974 * 3,94 \left(\frac{L}{S}\right)}{3,068''^2} = 0,83 \text{ m/s}$$

$$V_{4''} = \frac{1,974 * 3,94 \left(\frac{L}{S}\right)}{4,026''^2} = 0,48 \text{ m/s}$$

Ahora se procede a calcular las perdidas por velocidad con la siguiente ecuación:

$$HFV_{\emptyset} = \frac{v^2}{2 * g} = m$$

Donde:

HFV= Perdida por velocidad (m)

V= Velocidad del líquido (m/s)

g= gravedad (9,80 m/s²)

Sustituyendo valores:

$$HFV_{2''} = \frac{1,82^2}{2 * 9,80 \text{ m/s}^2} = 0,17 \text{ m}$$

$$HFV_{3''} = \frac{0,83^2}{2 \cdot 9,80 \text{ m/s}^2} = 0,035 \text{ m}$$

$$HFV_{3''} = \frac{0,48^2}{2 \cdot 9,80 \text{ m/s}^2} = 0,012 \text{ m}$$

- **Perdidas menores**

Son las pérdidas generadas por los accesorios que se utilizan en la línea de impulsión y se calculan como el 10 % de las pérdidas de carga generadas por la fricción HF.

$$HFM_{\emptyset} = 10 \% \cdot HF = m$$

Donde:

HFM= Perdida menores (m)

HF= Perdidas por fricción (m)

Sustituyendo valores:

$$HFM_{2''} = 10 \% \cdot 183,81 = 18,38 \text{ m}$$

$$HFM_{3''} = 10 \% \cdot 25,52 = 2,55 \text{ m}$$

$$HFM_{4''} = 10 \% \cdot 6,29 = 0,63 \text{ m}$$

- **Carga dinámica total**

La carga dinámica total es la sumatoria de todas las pérdidas que se producen en la línea de impulsión las que se calcularon en los incisos anteriores, por lo que se procede a sumar todas de la siguiente manera:

$$CDT = HFD + HF + HFV + HFM = m$$

Donde:

CDT= carga dinámica total (m)

HFD= perdidas de carga por altura (m)

HF= perdidas de carga por fricción (m)

HFV= perdidas de carga por velocidad (m)

HFM= perdidas de carga menores (m)

Sustituyendo valores

$$CDT_{2''} = 251,44 \text{ m} + 183,81 \text{ m} + 0,17 \text{ m} + 18,38 \text{ m} = 453,80 \text{ m}$$

$$CDT_{3''} = 251,44 \text{ m} + 25,52 \text{ m} + 0,03 \text{ m} + 2,55 \text{ m} = 279,54 \text{ m}$$

$$CDT_{4''} = 251,44 \text{ m} + 6,29 \text{ m} + 0,01 \text{ m} + 0,63 \text{ m} = 258,37 \text{ m}$$

2.1.10.3. Potencia del equipo de bombeo

Este cálculo se hace para cada diámetro y se utiliza la carga dinámica total que se calcularon anteriormente. El procedimiento es el siguiente:

$$Pot = \frac{Q_b * CDT}{76 * e} = HP$$

Donde:

Pot = potencia de la bomba (HP)

Q_b = caudal de bombeo (l/s)

CDT = carga dinámica total (m)

E = eficiencia de trabajo de la bomba (e=0,60)

Sustituyendo valores:

$$Pot_{2''} = \frac{3,94 \frac{\text{L}}{\text{S}} * 453,80}{76 * 0,60} = 39,17 \text{ HP}$$

$$Pot_{2''} = \frac{3,94 \frac{L}{S} * 279,54}{76 * 0,60} = 24,13 \text{ HP}$$

$$Pot_{2''} = \frac{3,94 \frac{L}{S} * 258,37}{76 * 0,60} = 22,30 \text{ HP}$$

Conversión de caballos de fuerza (HP) a kilovatios (kw):

$$1 \text{ HP} = 0,746 \text{ kw}$$

Sustituyendo valores:

$$Pot_{2''} = 0,746 * 39,17 \text{ HP} = 29,22 \text{ kw}$$

$$Pot_{3''} = 0,746 * 24,13 \text{ HP} = 18,00 \text{ kw}$$

$$Pot_{4''} = 0,746 * 22,30 \text{ HP} = 16,64 \text{ kw}$$

- Cálculo de energía por mes

Cálculo de horas de bombeo al mes:

El tiempo de bombeo (TB), que se escogió para este proyecto fue de 9 horas diarias.

$$TB = \frac{9 \text{ hrs}}{\text{día}} * \frac{30 \text{ días}}{\text{mes}} = 270 \text{ hrs/mes}$$

Energía requerida por mes:

$$Pot_{\text{mes-2''}} = 270 \text{ hrs} * 29,22 \text{ kw} = 7\ 889,66 \text{ kw/mes}$$

$$Pot_{\text{mes-3''}} = 270 \text{ hrs} * 18,00 \text{ kw} = 4\ 860,04 \text{ kw/mes}$$

$$Pot_{\text{mes-4''}} = 270 \text{ hrs} * 16,64 \text{ kw} = 4\ 491,88 \text{ kw/mes}$$

- Costo de energía por mes

Precio por Kilovatio/hora es de Q 1,85

$$Q_{2''} = 7\,889,66 \frac{\text{kw}}{\text{mes}} * 1,85 \frac{\text{Q}}{\text{kw}} = 14\,595,87 \text{ Q/mes}$$

$$Q_{3''} = 4\,860,04 \frac{\text{kw}}{\text{mes}} * 1,85 \frac{\text{Q}}{\text{kw}} = 8\,991,08 \text{ Q/mes}$$

$$Q_{4''} = 8\,309,98 \frac{\text{kw}}{\text{mes}} * 1,85 \frac{\text{Q}}{\text{kw}} = 8\,309,98 \text{ Q/mes}$$

- Cálculo de la amortización

$$A = \frac{r*(r+1)^n}{(r+1)^n - 1}$$

Donde:

A= valor de amortización

r= tasa de interés (15 % anual)

n= tiempo (meses) que se pagara la tubería (21 años = 252 meses)

Sustituyendo valores:

$$A = \frac{\left(\frac{0,15}{12}\right) * \left(\left(\frac{0,15}{12}\right) + 1\right)^{252}}{\left(\left(\frac{0,15}{12}\right) + 1\right)^{252} - 1} = 0,01307$$

- Costo de tubería por mes

Numero de tubos a utilizar: 213 tubos

$$Q_{\text{tub } \emptyset} = A * \text{costo tubería (Q)} * \text{Cantidad tubos} = \text{Q/mes}$$

Sustituyendo valores:

$$Qtub_{2"} = 0,01307 * Q 360,00 * 213 \text{ tubos} = Q.1 002,30 /mes$$

$$Qtub_{3"} = 0,01307 * Q 450,00 * 213 \text{ tubos} = Q.1,252,87 /mes$$

$$Qtub_{4"} = 0,01307 * Q 550,00 * 213 \text{ tubos} = Q.1 531,29 /mes$$

- Costo total de gastos al mes en tubería y bombeo:

$$\text{Costo total/ mes} = \text{Costo tubería} + \text{Costo bombeo} = Q/mes$$

Sustituyendo valores:

$$\text{Costo total tubería 2"} = Q 1 002,30 + Q 14 595,87 = Q 15 598,17 /mes$$

$$\text{Costo total tubería 3"} = Q 1 252,87 + Q 8 991,08 = Q 10 243,95 /mes$$

$$\text{Costo total tubería 4"} = Q 1 531,29 + Q 8 309,98 = Q 9 841,27 /mes$$

- Diámetro económico (De)

Se escogerá para el diseño de la línea de impulsión la tubería de diámetro de 3" debido a que la diferencia de costo total por mes con la tubería 4" no es significativa si se toma en cuenta que el costo de instalación y accesorios para la tubería de 4" es mucho mayor que para la tubería de 3".

2.1.10.4. Verificación del golpe de ariete

El golpe de ariete es un fenómeno que produce cuando se cierra bruscamente una válvula o por el cese de energía, lo que provoca cambios de presión en la tubería, la cual sobrepasa la presión de operación de dicha tubería.

Esta sobrepresión puede ser positiva o negativa, la primera provoca una falla por ruptura y la segunda una por aplastamiento.

El golpe de ariete se calcula de la siguiente manera:

- Primero se calcula la celeridad:

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{K}{E} * \frac{\varnothing_i}{e}}}$$

Donde:

a = celeridad (m/s)

K = módulo de elasticidad volumétrica del agua ($2,07 \cdot 10^4$ kg/cm²)

E = módulo de elasticidad del material (21 000 kg/cm²)

\varnothing = diámetro interno (para tubería de 3" = 77,93 mm)

e = espesor pared de tubería (para tubería de 3" = 5,84 mm)

Sustituyendo valores:

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{2,07 \cdot 10^4 \text{ kg/cm}^2}{21\,000 \text{ kg/cm}^2} * \frac{77,93 \text{ mm}}{5,84 \text{ mm}}}}$$

$$a = 366,63 \text{ m/s}$$

- Se procede a calcular la velocidad para determinar la sobrepresión

$$V = \frac{1,974 * 3,94}{3^2}$$

$$V = 0,83 \text{ m/s}$$

Cálculo de la sobrepresión

$$SP = \frac{a * v}{g}$$

Donde:

SP= sobrepresión (m.c.a)

a= celeridad (m/s)

g= gravedad (9,80 m/s²)

Sustituyendo valores:

$$SP = \frac{366,63 \text{ m/s} * 0,83 \text{ m/s}}{9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$SP = 30,85 \text{ m.c.a}$$

Se calcula un caso extremo para verificar el golpe de ariete con la presión total:

$$P_{\max} = CDT + SP$$

Sustituyendo valores:

$$P_{\max} = 251,44 \text{ m.c.a} + 30,85 \text{ m.c.a} = 282,29 \text{ m.c.a}$$

Convertir de m.c.a a PSI

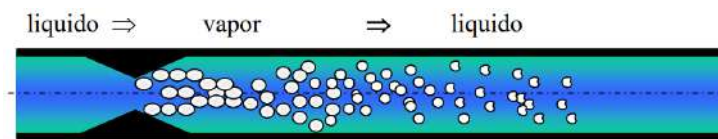
$$P_{\max} = 282,29 \text{ m.c.a} * 1,419 = 400,57 \text{ PSI}$$

$P_{\max} = 400,57 \text{ PSI} < 1\ 000 \text{ PSI}$, de manera que la tubería HG cedula 40 resiste la presión generada por el golpe de ariete.

2.1.10.1. Cavitación

Es un fenómeno que ocurre dentro de un fluido que circula en una instalación cuando pasa de estado líquido a gaseoso y rápidamente pasa nuevamente a estado líquido, se produce cuando la presión en ese punto de formación de las cavidades desciende hasta la presión de vapor del fluido.

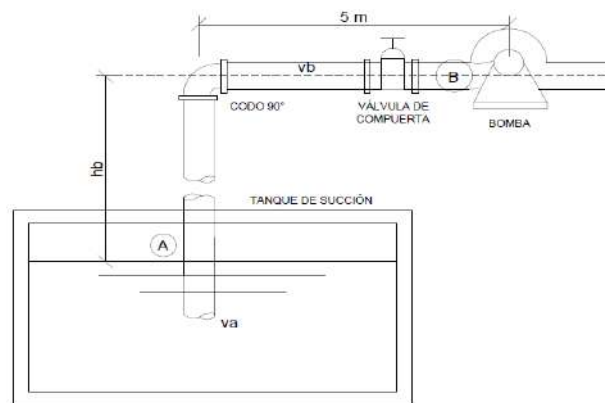
Figura 3. **Etapas del fenómeno de cavitación**



Fuente: MARCHEGANI, Ariel. *Cavitación*. p. 3.

Los efectos de la cavitación son ruidos y golpeteos; vibraciones en el sistema lo que provoca fatiga y daños estructurales en los materiales.

Figura 4. **Esquema de succión de la bomba**



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

NPSH en inglés significa Net Positive Suction Head over vapor pressure, que en español sería la carga neta de la aspiración sobre la tensión de vapor. Para un sistema de bombeo con una bomba centrífuga es necesario que el NSPHB de succión sea mayor al NSPHR requerido de la bomba para evitar la cavitación. Una condición suficiente para que no ocurra esto en el sistema es que:

$$\text{NPSH}_B = \text{NPSH}_R + 0,50 \text{ m}$$

Donde:

NPSH_B = carga neta positiva disponible para la aspiración de la bomba

$$\text{HPSH}_B = \text{HD} - \frac{P_{\text{vapor}}}{\rho}$$

Donde:

P_{vapor} : presión de vapor (agua a 70 °F, $P_{\text{vapor}} = 9790,1 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}^2$)

ρ = peso específico del agua (kg/m^3)

HD = carga asociada con la energía cinética y de presión disponible que posee el fluido antes de entrar a la bomba. Se calcula aplicando la ecuación de Bernoulli:

$$\frac{P_B - P_{\text{atm}}}{\rho} = \frac{V_b^2 - V_a^2}{2g} + (Z_B - Z_A) = -hf - H$$

Donde:

H : 0,00 m debido a que no hay bombas entre el nivel de succión y la entrada de la bomba.

$Z_B - Z_A$: es la altura entre el nivel del agua a la entrada de la bomba h_b .

hf : son las pérdidas que producen los accesorios.

V_a : se asume un valor de 0 m/s

Se obtiene:

$$\frac{P_B}{\rho} + \frac{Vb^2}{2g} = \frac{P_{atm}}{\rho} - hb - hf \rightarrow HD = \frac{P_B}{\rho} + \frac{Vb^2}{2g} = \frac{P_{atm}}{\rho} - hb - hf$$

De manera que la ecuación de NPSH_B queda de la siguiente manera:

$$HPSH_B = \frac{P_{atm}}{\rho} - hb - hf - \frac{P_{vapor}}{\rho}$$

Donde:

$$\text{Perdidas por accesorios : } hf = \frac{f \cdot L \cdot vb^2}{2g} + 1.12 \frac{vb^2}{2g}$$

Sustituyendo valores:

$$HPSH_B = \frac{P_{atm}}{\rho} - hb - 1.12 \frac{vb^2}{2g} - \frac{fLvb^2}{2gd} - \frac{P_{vapor}}{\rho}$$

Donde:

f: es el factor de fricción de la tubería (0,022)

L: longitud de la tubería de succión (m)

V: velocidad del fluido (0,83 m/s)

g: aceleración de la gravedad (9,80 m/s²)

d: diámetro de la tubería (0,0762 m)

Sustituyendo valores y asumiendo que la carga NPSH requerido = 0,61 m

$$NPSH_B = NPSH_R + 0,50 \text{ m}$$

$$NPSH_B = 0,61 \text{ m} + 0,50 \text{ m}$$

$$NPSH_B = 1,1 \text{ m}$$

Tenemos que:

$$\frac{101325 \text{ Pa}}{9790,1 \text{ kg/m}^3} - h_b - 1,12 \frac{(0,83 \text{ m/s})^2}{2(9,80 \text{ m/s}^2)} - \frac{(0,022)(5+h_b)(0,83 \text{ m/s})^2}{2(9,80 \text{ m/s}^2)(0,0762 \text{ m})} - \frac{2505,14 \text{ pa}}{9790,1 \text{ kg/m}^3} = 1,1 \text{ m}$$

Resolviendo para “hb” que es la altura de succión, se obtiene una altura de 7,67 m eso significa que la bomba se debe de colocar por debajo de este valor para garantizar que no existirá el fenómeno de la cavitación lo que provocaría daños al equipo de bombeo o reduciendo su rendimiento.

2.1.11. Tanque de distribución

También se conoce como tanque de almacenamiento y tiene la función contener el volumen de agua necesario para compensar las demandas máximas horarias y regular las presiones de la red de distribución.

Este tipo de tanques pueden encontrarse totalmente enterrados, semienterrados o sobre el terreno natural, este último es el más común debido que requiere poco mantenimiento durante su vida útil. Pueden ser construidos de mampostería, concreto ciclópeo o concreto armado, en cualquiera de estas opciones debe de contar con una losa de concreto reforzado que impida la penetración de agentes externos al interior del tanque, y debe de contar con una boca de inspección con tapa sanitaria, que debe estar ubicada cerca de la tubería que alimenta el tanque para para realizar aforos, mantenimiento o reparaciones.

Los tanques de almacenamiento o succión deben de contar con lo siguiente:

- Caja de válvula de entrada y salida para protección de la válvula de control del caudal que ingresa y sale del tanque.

- Válvula de flote y cierre automático (opcional).
- Tubo de ventilación con diámetro no menor a 2" y protección para impedir el ingreso de insectos. Sirve para expulsar el aire durante el llenado.
- Desagüe, es la tubería de drenaje que sirve para la limpieza del tanque, cuenta una llave de compuerta y de diámetro no menor a 4" que permita el vaciado del tanque en 2 o 3 horas.
- Rebalse, es la tubería de drenaje de diámetro no menor a la de la tubería de entrada del tanque y sirve para vaciar los excedentes de agua.
- Si la elevación del tanque excede 1,20 m, este deberá contar con escaleras interiores y exteriores.
- El fondo del tanque siempre tiene que estar por encima del nivel freático.
- Cuando el tanque se encuentre enterrado, sus paredes deberán sobresalir por lo menos 30,00 cm de la superficie del terreno.

Las normas de INFOM-UNEPAR establecen que el volumen del tanque de almacenamiento se debe de calcular con datos de la demanda real de la comunidad. Si no se contara con esta información se considera para su diseño el 25 a 40 % del caudal medio en el caso de sistemas por gravedad y de 40 a 65 % en sistemas de bombeo, entre los tanques de succión y distribución. En esta ocasión por ser un sistema de bombeo se escogió un 50 %.

Cálculo del volumen del tanque:

$$V_{TD} = \frac{Q_{md} \text{ (L/s)} * \% \text{ almacenamiento} * 86\ 400 \text{ s/día}}{1\ 000 \text{ L}} = m^3$$

Donde:

V_{TD} = Volumen tanque de distribución (m^3)

Q_{md} = Caudal medio diario (l/s)

%= Porcentaje de diseño (50 %)

Sustituyendo valores:

$$V_{TD} = \frac{1,23 \text{ (L/s)} * 50 \% * 86\,400 \text{ s/día}}{1\,000 \text{ L}} = 54,13 \text{ m}^3$$

Con el cálculo anterior que establecen las normas del INFOM-UNEPAR el volumen de tanque que requiere el proyecto es de 55,00 m³. Pero en la colonia San Mauricio ya se cuenta con un tanque con capacidad para 120,00 m³, y al ser mayor que el volumen anteriormente calculado no será necesario construir un nuevo tanque.

2.1.12. Diseño del tanque de succión

El tanque de succión es el que contiene el volumen de agua proveniente del nacimiento de forma temporal para luego ser bombeado hacia el tanque de almacenamiento existente.

- Diseño de la capacidad del tanque de succión

Las normas de INFOM-UNEPAR establecen que el volumen del tanque de succión o alimentación debe calcularse tomando en cuenta la relación entre el caudal de la fuente y bombeo. En cualquier caso, no deberá ser menor a 5,00 metros cúbicos.

A continuación, se muestra el procedimiento para calcular el volumen del tanque de succión:

Datos:

Volumen del tanque de distribución: 120,00 m³

Caudal de la fuente: 4,30 l/s

Caudal de bombeo: 3,94 l/s

Se procede a calcular el tiempo en que se llenara el tanque de distribución con la siguiente ecuación:

$$T_{\text{llenado}} = \frac{V_{\text{TD}} \text{ (m}^3\text{)} * 1\ 000 \text{ l/m}^3}{Q_b * 3\ 600 \text{ segundos/hora}} = \text{horas}$$

Donde:

T_{llenado} = tiempo de llenado (horas)

V_{TD} = volumen el tanque de distribución (m³)

Q_b = caudal de bombeo (l/s)

Sustituyendo valores:

$$T_{\text{llenado}} = \frac{120,00 \text{ m}^3 * 1\ 000 \text{ l/m}^3}{3,94 \text{ l/s} * 3\ 600 \text{ segundo/hora}} = 8,47 \text{ horas}$$

Se procede a calcular el volumen del tanque de succión con la siguiente ecuación:

$$V_{\text{TS}} = (Q_b - Q_f) * (T_{\text{llenado}}) * 3\ 600 \text{ segundos/hora} = \text{litros}$$

Donde:

V_{TS} = volumen el tanque de succión (litros)

Q_b = caudal de bombeo (l/s)

Q_f = caudal de la fuente (l/s)

Nota: como el caudal de la fuente es mayor que el de bombeo, dará un valor negativo de volumen de tanque. Por lo que significaría que se debería de usar el valor mínimo que establecen las normas de INFOM-UNEPAR. Pero en esta ocasión se utilizará como valor absoluto la diferencia entre el caudal de bombeo y de la fuente para tener un volumen de tanque más conservador que el mínimo que es de 5,00 m³.

Sustituyendo valores:

$$V_{TS} = \left(\left| 3,94 \frac{l}{s} - 4,30 \frac{l}{s} \right| \right) * (8,47 \text{ horas}) * 3600 \frac{\text{segundos}}{\text{hora}} = 11\,099,08 \text{ litros}$$

$$V_{TS} = 11\,099,08 \text{ litros} \approx 11,10 \text{ m}^3$$

Para el presente proyecto se diseñará un tanque de succión con un volumen de 12,00 m³.

- Diseño de las dimensiones del tanque de succión

Para el cálculo de las dimensiones se asumirá que el tanque tendrá una altura de 2,00 m y el largo será el doble del ancho.

$$V_{TS} = L_{IT} * A_{IT} * H_{IT}$$

Donde:

V_{TS} = volumen del tanque de succión (12 m³)

L_{IT} = largo interno del tanque que es igual a $2A_{IT}$ (m)

A_{IT} = ancho interno del tanque (m)

H_{IT} = altura interna del tanque (2,00 m)

Sustituyendo valores:

$$12 \text{ m}^3 = 2A_{IT} * A_{IT} * 2,00 \text{ m}$$

$$A_{IT} = \sqrt{\frac{12 \text{ m}^3}{4,00 \text{ m}}}$$

$$A_{IT} = 1,730 \text{ m}$$

Para la construcción será más fácil trabajar con números enteros por lo que por lo que el ancho interno se aproximará a 2,00 m. Ahora se procede a encontrar el largo interno, como anteriormente se mencionó este será el doble del ancho, teniendo una dimensión de 4,00 m.

- Dimensiones internas del tanque de succión
 - $L_{IT} = 4,00 \text{ m}$
 - $A_{IT} = 2,00 \text{ m}$
 - $H_{IT} = 2,00 \text{ m}$

- Dimensiones exteriores del tanque de succión

Para estas dimensiones se tomará en cuenta el espesor de las paredes será de 0,20 m. por lo que las dimensiones externas del tanque son las siguientes:

- $L_{ET} = 4,40 \text{ m}$
- $A_{ET} = 2,40 \text{ m}$
- $H_{ET} = 2,40 \text{ m}$

- Diseño de la losa superior

La cubierta será una losa de concreto reforzado diseñada por el método 3 del ACI-318 tomando en cuenta las siguientes condiciones:

Datos:

- Dimensiones de la losa
 - Lado corto (a) = 2,40 m
 - Lado largo (b) = 4,40 m
 - Peso específico del concreto (γ) = 2 400 kg/m³
 - Resistencia del concreto ($f'c$) = 210 kg/cm²
 - Resistencia de acero ($f'y$) = 2 800 kg/cm²
 - Carga viva (CV) = 200 kg/m²
- Funcionamiento de la losa

El primer paso de este método es conocer si la losa trabajara en una o dos direcciones, se determina en base a la relación entre el lado largo con el corto:

$$\frac{a}{b} = \frac{A_{et}}{L_{et}} = \frac{2,40 \text{ m}}{4,40 \text{ m}}$$

$$\frac{a}{b} = 0,55$$

Como la relación a/b es mayor a 0,50 la losa trabaja en dos direcciones.

- Espesor de losa (t_{losa})

$$t_{losa} = \frac{\text{Périmetro}}{180} = \frac{(2,40 \text{ m} \cdot 2) + (4,40 \text{ m} \cdot 2)}{180}$$

$$t_{\text{losa}} = 0,08 \text{ m}$$

Como el espesor de losa es menor al mínimo que establece el código del ACI 318S-14, se usará un espesor de 0,10 m.

- Carga última

Para el cálculo de la carga última se utilizará la fórmula que se encuentra en el manual de AGIES NSE2, capítulo 8, sección 8.2.

$$C_u = 1,3 M + 1,6 V + 0,5 (V_t \text{ o bien } P_L \text{ o bien } A_R)$$

Donde:

C_u = carga última (kg)

M = cargas muertas (kg)

V = cargas vivas (kg)

V_t = cargas vivas de techo (kg)

P_L = cargas de lluvia (kg)

A_R = cargas de arena volcánica (kg)

Nota: para el diseño de la losa de tanque de succión no se tomarán en cuenta las cargas vivas de techo, de lluvia y arena volcánica.

Integración de cargas:

- Integración de carga muerta:

Peso propio de la losa:

$$P_{\text{Plosa}} = 1,00 \text{ m} * b * t_{\text{losa}} * \gamma_{\text{concreto}}$$

Donde:

PPlosa = peso propio de la losa (kg)

b = lado largo de la losa (m)

t = espesor de losa (m)

γ_{concreto} = peso específico del concreto (kg/m^3)

Sustituyendo valores:

$$PPlosa = 1,00 \text{ m} * 4,40 \text{ m} * 0,10 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$PPlosa = 1056,00 \text{ kg}$$

Peso de la sobrecarga:

Se tomará una carga distribuida de 100 kg/m^2 por el hipoclorador.

$$P_s = 1,00 \text{ m} * \text{carga distribuida} * b$$

$$P_s = 1,00 \text{ m} * 100 \text{ kg/m}^2 * 4,40$$

$$P_s = 440,00 \text{ kg}$$

Carga muerta última distribuida:

$$M = 1,30 * \frac{(PPlosa + P_s)}{b}$$

$$M = 1,30 * \frac{(1056,00 \text{ kg} + 440,00 \text{ kg})}{4,40 \text{ m}}$$

$$M = 442,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Integración de carga viva

En el manual de AGIES NSE2, capítulo 3, sección 3.4, tabla 3-1 indica los tipos de carga viva dependiendo del tipo de ocupación que tendrá la losa, para nuestro caso será de 200 kg/m².

Carga viva última distribuida:

$$V = 1,6 * \frac{1,00 \text{ m} * b * \text{carga viva de ocupación} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right)}{b}$$

$$V = 1,6 * \frac{1,00 \text{ m} * 4,40 \text{ m} * 200,00 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right)}{4,40 \text{ m}}$$

$$V = 320,00 \text{ kg/m}$$

- Cálculo de momentos

El diseño del armado de la losa como se mencionó anteriormente se hará con el método 3 del ACI de la siguiente manera:

Para este método se debe de apoyar en las 3 tablas de coeficientes para momentos que se adjuntan en el apartado de anexos. Como primer paso se debe de conocer la relación a/b que anteriormente se calculó y es 0,55. Segundo se debe de establecer a qué tipo de caso pertenece la losa que se analiza. En la tabla de coeficientes existen 9 casos y para este diseño es el caso 1, que dice que la losa no tiene continuidad en ninguno de sus cuatro lados.

Teniendo el tipo de caso y la relación a/b en la tabla para momentos positivos producidos por la carga muerta última se puede encontrar los coeficientes Ca y Cb, para este diseño tienen los siguientes valores:

$$Ca = 0,088$$

$$Cb = 0,008$$

- Momento positivo por carga muerta

Para el lado corto a:

$$Ma_{CM}(+) = Ca * M * a^2 = \text{kg-m}$$

Donde:

Ma_{CM} = Momento positivo en lado corto producido por carga muerta (kg-m)

Ca = Coeficiente a

M = carga muerta última distribuida (kg/m)

a = lado corto (m)

Sustituyendo valores:

$$Ma_{CM}(+) = 0,088 * 442,00 \text{ (kg/m)} * 2,40^2$$

$$Ma_{CM}(+) = 224,04 \text{ kg-m}$$

Para el lado largo b:

$$Mb_{CM}(+) = Cb * M * b^2 = \text{kg-m}$$

Donde:

Mb_{CM} = Momento positivo en lado largo producido por carga muerta (kg-m)

Cb = Coeficiente b

M= carga muerta última distribuida (kg/m)

b = lado largo (m)

Sustituyendo valores:

$$Mb_{CM(+)}=0,008 * 442,00 \text{ (kg/m)} * 4,40^2$$

$$Mb_{CM(+)}= 68,46 \text{ kg-m}$$

- Momento positivo por carga viva

Para encontrar los coeficientes Ca y Cb, producidos por la carga viva ultima es el mismo procedimiento que con los de la carga muerta, teniendo lo siguiente:

✓ Ca= 0,088

✓ Cb= 0,008

Para el lado corto a:

$$Ma_{CV(+)}=Ca * V * a^2=\text{kg-m}$$

Donde:

Ma_{CV} = Momento positivo en lado corto producido por carga viva (kg-m)

Ca= Coeficiente a

V= carga viva última distribuida (kg/m)

a = lado corto (m)

Sustituyendo valores:

$$Ma_{CV(+)}=0,088 * 320,00 \text{ (kg/m)} * 2,40^2$$

$$Ma_{CV(+)}= 162,20 \text{ kg-m}$$

Para el lado largo b:

$$M_{b_{CV}(+)} = C_b * V * b^2 = \text{kg-m}$$

Donde:

$M_{b_{CV}}$ = Momento positivo en lado largo producido por carga viva (kg-m)

C_b = Coeficiente b

V = carga viva última distribuida (kg/m)

b = lado largo (m)

Sustituyendo valores:

$$M_{b_{CV}(+)} = 0,008 * 320,00 \text{ (kg/m)} * 4,40^2$$

$$M_{b_{CV}(+)} = 49,56 \text{ kg-m}$$

- Momento positivo total

Es la sumatoria por eje de los momentos positivos producidos por las diferentes cargas:

Para lado corto a:

$$M_a(+)= M_{a_{CM}} + M_{a_{CV}}$$

$$M_a(+)= 224,04 \text{ kg-m} + 162,20 \text{ kg-m}$$

$$M_a(+)= 386,24 \text{ kg-m}$$

Para lado largo b:

$$M_b(+)= M_{b_{CM}} + M_{b_{CV}}$$

$$M_b(+)= 68,46 \text{ kg-m} + 49,56 \text{ kg-m}$$

$$M_b(+)= 118,02 \text{ kg-m}$$

- Momento negativo total

Para el caso 1 los momentos negativos de la losa de cada eje es un tercio del momento positivo total:

Momento negativo para el lado corto a:

$$M_a(-)= \frac{1}{3} * M_a(+)=\text{kg-m}$$

$$M_a(-)= \frac{1}{3} * 386,24 \text{ kg-m}$$

$$M_a(-)= 128,75 \text{ kg-m}$$

Momento negativo para el lado largo b:

$$M_b(-)= \frac{1}{3} * M_b(+)=\text{kg-m}$$

$$M_b(-)= \frac{1}{3} * 118,02 \text{ kg-m}$$

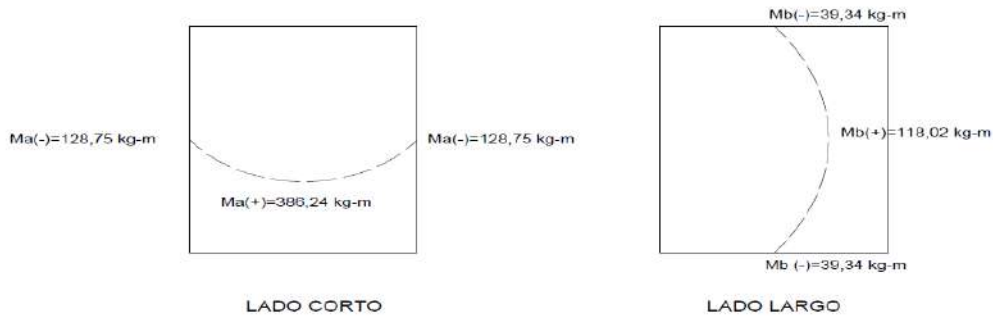
$$M_b(-)= 39,34 \text{ kg-m}$$

Tabla IV. **Resumen de momentos de la losa superior**

Lado	Momento positivo (kg-m)	Momento negativo (kg-m)
Corto (a)	386,24	128,75
Largo (b)	118,02	39,34

Fuente: elaboración propia.

Figura 5. **Diagrama de momentos de la losa superior**



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

○ Armado de la losa

Los cálculos se harán tomando como referencia al ACI 318S-14, y se debe escoger el momento mayor entre el positivo y negativo por eje, en esta ocasión se usarán tanto para el lado corto como para el largo los momentos positivos.

A continuación, se muestra el procedimiento para encontrar el área de acero de refuerzo para un metro lineal de losa con el método iterativo:

$$A_s = \frac{M_{Ma} * 100 \frac{cm}{m}}{f_y * \Phi * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{f'_c * \theta * 100 \text{ cm}}$$

Donde:

A_s = área de acero (cm^2)

M_{MA} = momento máximo para lado corto (kg-m)

Φ = factor de seguridad de resistencia del acero (0,90)

θ = factor de seguridad de resistencia del concreto (0,85)

d = peralte de la losa (cm)

a = altura total del bloque equivalente de esfuerzos (cm)

$f'c$ = resistencia a la compresión del concreto (kg/cm²)

f_y = resistencia a la tensión del acero (kg/cm²)

Cálculo del peralte de la losa (d):

$$d = t_{\text{losa}} - \left(r + \frac{\phi}{2} \right)$$

Donde:

d = peralte de la losa (cm)

t_{losa} = espesor de losa (0,10 m = 10 cm)

r = recubrimiento (3,00 cm)

ϕ = diámetro de varilla, para este caso será de 1/2" (cm)

Sustituyendo valores:

$$d = 10,00 \text{ cm} - \left(3,00 \text{ cm} + \frac{1/2" * 2,54 \text{ cm}}{2} \right)$$
$$d = 6,37 \text{ cm}$$

Para la primera iteración se debe de asumir un valor para "a", para la primera iteración será $a = 5,00$ cm.

Iteración 1 para el lado corto:

$$A_s = \frac{386,24 \text{ kg-m} * 100 \frac{\text{cm}}{\text{m}}}{2 \text{ 800 kg/cm}^2 * 0,90 * \left(6,37 \text{ cm} - \frac{5,00 \text{ cm}}{2} \right)}$$

$$A_s = 3,960461 \text{ cm}^2$$

Sustituyendo A_s en la ecuación de a :

$$a = \frac{3,960461 * 2800 \text{ kg/cm}^2}{210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 0,85 * 100 \text{ cm}}$$

$$a = 0,6224879$$

Para la segunda iteración el último valor que se obtuvo de “ a ” se sustituye en la ecuación de A_s , y así sucesivamente hasta que los valores de A_s y a sean constantes.

Tabla V. **Resumen de iteraciones para encontrar acero de refuerzo para el lado corto losa superior**

No. Iteración	A_s (cm ²)	a (cm)
1	3,96046101	0,62124879
2	2,52946593	0,39677897
3	2,48346588	0,38956327
4	2,48201492	0,38933567
5	2,48196918	0,38932850

Fuente: elaboración propia.

En la quinta iteración se puede observar que los valores empiezan a ser constantes por lo que se pueden tomar como valores finales los siguientes:

$$A_s = 2,48 \text{ cm}^2$$

$$a = 0,389 \text{ cm}$$

Se procede a comparar el valor del área de acero obtenido por el método anterior con el acero mínimo que establece el ACI 318S-14:

$$A_{s_{\min}} = 0,002 * A_{c_{\text{bruta}}}$$

Donde:

$A_{s_{\min}}$ = área de acero mínimo (cm²)

$A_{c_{\text{bruta}}}$ = área de acero bruta de la sección (cm²)

Nota: para el cálculo del área bruta se debe de tomar en cuenta que el análisis se está haciendo para un metro lineal de losa.

Sustituyendo valores:

$$A_{s_{\min}} = 0,002 * (100 \text{ cm} * 10 \text{ cm})$$

$$A_{s_{\min}} = 2,00 \text{ cm}^2$$

Si el área de acero mínimo fuera mayor al obtenido por el que se solicita por el momento a resistir, se usara el mínimo. En esta ocasión no es así.

Cálculo de cantidad de varillas para el área de acero A_s :

$$\# \text{ varillas} = \frac{A_s}{A_{\text{varilla}}}$$

Se propone utilizar varillas de $\varnothing 1/2''$

Sustituyendo valores:

$$\# \text{ varillas} = \frac{2,48 \text{ cm}^2}{\frac{\pi * \left(\frac{1}{2}'' * 2.54 \text{ cm/pulg}\right)^2}{4}}$$
$$\# \text{ varillas} = 1,96 \text{ varillas} \approx 2,00 \text{ varillas}$$

Cálculo del espaciamiento:

$$S = \frac{100 \text{ cm}}{\# \text{ varillas}}$$

Sustituyendo valores:

$$S = \frac{100 \text{ cm}}{2 \text{ varillas}}$$
$$S = 50 \text{ cm}$$

Cálculo de espaciamiento máximo permisible ($S_{\text{máx}}$):

$$S_{\text{MÁX}} = 3 * t_{\text{losa}}$$
$$S_{\text{MÁX}} = 3 * 10 \text{ cm}$$
$$S_{\text{MÁX}} = 30 \text{ cm}$$

Como el valor de espaciamiento es mayor que el máximo permisible se usara este último.

Armado final para el lado corto de la losa superior:

$$\#4 @ 0,30 \text{ m}$$

El procedimiento es el mismo para el lado largo tomando en cuenta que varían los valores de momento y longitud b .

Armado final para el lado largo de la losa superior:

#4 @ 0,30 m

- Diseño de la losa inferior

La cubierta será una losa de concreto reforzado el procedimiento para su diseño será el mismo que se utilizó para la losa superior con el método 3 del ACI bajo las siguientes condiciones:

Datos:

- Dimensiones de la losa
 - Lado corto (a) = 2,40 m
 - Lado largo (b) = 4,40 m
- Altura del agua = 2,00 m
- Peso específico del concreto (γ) = 2 400 kg/m³
- Peso específico del agua (γ_w) = 1 000 kg/m³
- Resistencia del concreto ($f'c$) = 210 kg/cm²
- Resistencia de acero ($f'y$) = 2 800 kg/cm²

En este caso se decidió por usar un espesor de losa de 20 cm debido a que el peso que cargara la losa solicitaría gran área de acero y para reducirla se tomó esta decisión.

Integración de cargas:

- Integración de carga muerta:

Carga distribuida por peso propio de la losa:

$$C_{\text{losa}} = 1,00 \text{ m} * 0,20 \text{ m} * 2\,400 \text{ kg/m}^3$$
$$C_{\text{losa}} = 480,00 \text{ kg/m}$$

Carga distribuida por el peso del agua:

$$C_w = 1,00 \text{ m} * \gamma_w * h_w$$
$$C_w = 1,00 \text{ m} * 1\,000,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 2,00 \text{ m}$$
$$C_w = 2\,000,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Carga muerta ultima distribuida:

$$M = 1,30 * C_w + C_{\text{losa}}$$
$$M = 1,30 * 2\,000,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 480,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$
$$M = 3\,224,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Integración de carga viva:

Para el diseño de la losa inferior no hay cargas vivas que actúen sobre ella por lo que:

$$V = 0,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Cálculo de momentos

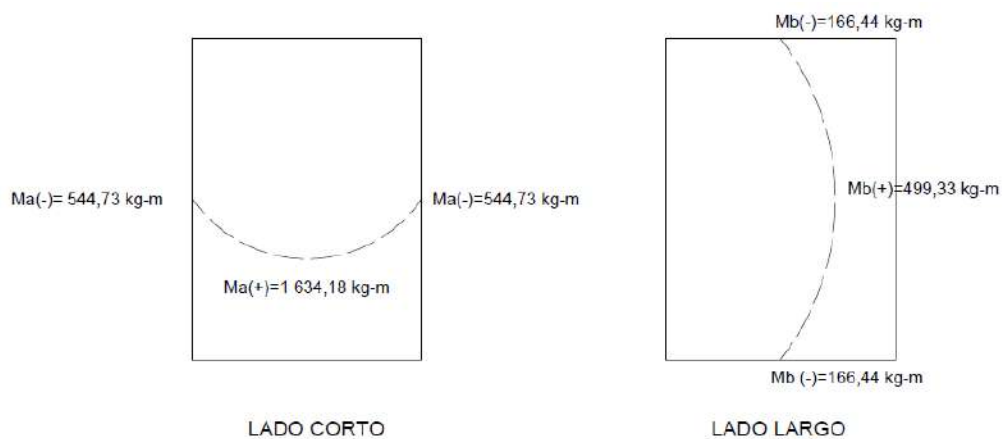
El procedimiento para el cálculo de los momentos que actúan sobre la losa inferior se hace con el mismo método que se utilizó en la losa superior, incluso los coeficientes C_a y C_b son iguales. Los momentos para la losa inferior se muestran en la siguiente tabla:

Tabla VI. **Resumen de momentos de la losa inferior**

Lado	Momento positivo (kg-m)	Momento negativo (kg-m)
Corto (a)	1 634,18	544,73
Largo (b)	499,33	166,44

Fuente: elaboración propia.

Figura 6. **Diagrama de momentos de la losa inferior**



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

- Armado de la losa

Para diseñar el armado de la losa inferior se hizo con el mismo procedimiento que se utilizó para la losa superior, con el método iterativo del ACI 318S-14. A continuación, se muestran como quedaron los armados finales:

Armado final para el lado corto de la losa superior:

#4 @ 0,25 m

Armado final para el lado largo de la losa superior:

#4 @ 0,25 m

- Diseño de las paredes de concreto reforzado del tanque de succión
 - Diseño del refuerzo para soportar el empuje provocado por el agua

Datos:

- Dimensiones internas del tanque:
 - ✓ Ancho interno = 2,00 m
 - ✓ Largo interno = 4,00 m
 - ✓ Altura interna = 2,00 m
- Peso específico del agua (γ_w) = 1 000 kg/m³
- Resistencia del concreto (f'_c) = 210 kg/cm²
- Resistencia de acero (f'_y) = 2 800 kg/cm²

Pre-dimensionamiento del espesor de pared:

$$t_{\text{pared}} = 0,10 * \text{altura interna del tanque}$$

$$t_{\text{pared}} = 0,10 * 2,00 \text{ m}$$

$$t_{\text{pared}} = 0,20 \text{ m}$$

Cálculo del empuje provocado por el agua:

$$E_w = \frac{1}{2} * \gamma_w * (H_{IT})^2$$

$$E_w = \frac{1}{2} * 1\,000,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * (2,00 \text{ m})^2$$

$$E_w = 2\,000,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Chequeo por cortante:

Se procede a revisar si la sección del muro resiste el cortante provocado por empuje del agua, el análisis se hace para un metro lineal de muro.

$$V_u \leq \sigma V_n$$

A continuación, se describe cada uno de los valores de la ecuación anterior de acuerdo con el ACI 318S-14:

Fuerza cortante mayorada:

$$V_u = \Delta * E_w$$

Donde:

Δ = Factor de incremento (40 %)

E_w = empuje provocado por el agua (kg/m)

Resistencia al corte por la sección:

$$\sigma V_n = \sigma * (V_c + V_s)$$

Donde:

σ = factor de reducción de resistencia (0,75)

V_n = resistencia al corte por la sección (kg)

V_c = resistencia al corte del concreto (kg)

V_s = resistencia al corte del acero de refuerzo (kg)

Y:

$$V_c = 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

Donde:

V_c = resistencia al corte del concreto (kg)

f'_c = resistencia del concreto (kg/cm²)

b = distancia de análisis, en este caso es un metro lineal (100 cm)

d = peralte de la sección de concreto (cm)

Para el cálculo del peralte sección de concreto se tomará 5,00 cm de recubrimiento:

$$d = t_{\text{pared}} - \left(r + \frac{\emptyset}{2} \right)$$

Donde:

d = peralte de la sección de concreto (cm)

t_{pared} = espesor de losa (0,20 m = 20 cm)

r = recubrimiento (5,00 cm)

\emptyset = diámetro de varilla, para este caso será de 5/8" (cm)

Sustituyendo valores:

$$d = 20,00 \text{ cm} - \left(5,00 \text{ cm} + \frac{\frac{5}{8}'' * 2,54 \frac{\text{cm}}{\text{pulg}}}{2} \right)$$
$$d = 14,21 \text{ cm}$$

Ahora se continúa sustituyendo valores en la ecuación:

$$V_u \leq \sigma V_n$$
$$1,40 * 2\,000 \text{ kg} \leq 0,75 * 0,53 * \sqrt{210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 100,00 \text{ cm} * 14,21 \text{ cm}$$
$$2\,800,00 \text{ kg} \leq 8\,185,42 \text{ kg}$$

Se puede concluir con los resultados obtenidos que la sección de concreto del muro resiste el cortante provocado por el empuje del agua.

Cálculo de momento flector mayorado:

$$M_u = 1,40 * \left(E_w * \frac{H_{IT}}{3} \right)$$

Donde:

M_u = momento flector mayorado (kg-m)

H_{IT} = altura interna del tanque (m)

E_w = empuje del agua (kg/m)

Sustituyendo valores:

$$M_u = 1,40 * \left(2\,000 \text{ kg/m} * \frac{2,00 \text{ m}}{3} \right)$$
$$M_u = 1\,866,67 \text{ kg-m}$$

- Armado de la pared por empuje del agua

Para calcular el área necesaria de acero de refuerzo se utilizará el mismo método iterativo del ACI-318S-14 que se utilizó para el armado de la losa superior e inferior.

Ya se ha calculado el peralte de la sección de concreto de la pared que es de $d = 14,21 \text{ cm}$, y se asumirá un valor de “ a ” = $5,00 \text{ cm}$. A continuación, se muestra la tabla de las demás iteraciones:

Tabla VII. **Resumen de iteraciones para encontrar acero de refuerzo para resistir el empuje provocado por el agua**

No. Iteración	As (cm ²)	a (cm)
1	6,32572215	0,99227014
2	5,40140994	0,84727999
3	5,37300682	0,84282460
4	5,37213875	0,84268843
5	5,37211223	0,84268427

Fuente: elaboración propia.

En la quinta iteración se puede observar que los valores empiezan a ser constantes por lo que se pueden tomar como valores finales.

$$A_s = 5,37 \text{ cm}^2$$

$$a = 0,84 \text{ cm}$$

Se procede a comparar el valor del área de acero obtenido por el método anterior con el acero mínimo que establece el ACI 318S-14:

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{f_y} * d * 100 \text{ cm}$$

Donde:

A_s = área de acero mínimo (cm^2)

F_y = resistencia del acero (kg/cm^2)

d = peralte de la sección del muro (cm)

Sustituyendo valores:

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{2800 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 14,21 \text{ cm} * 100 \text{ cm}$$

$$A_{s_{\min}} = 7,16 \text{ cm}^2$$

Para el diseño del armado se usará el área de acero mínimo debido a que esta es mayor al que requerido por el momento actuante.

Cálculo de cantidad de varillas para el área de acero A_s :

$$\# \text{ varillas} = \frac{A_s}{A_{\text{varilla}}}$$

Se propone utilizar varillas de $\varnothing 5/8''$

Sustituyendo valores:

$$\# \text{ varillas} = \frac{7,16 \text{ cm}^2}{\frac{\pi * \left(\frac{5}{8}'' * 2,54 \text{ cm/pulg}\right)^2}{4}}$$

$$\# \text{ varillas} = 3,62 \text{ varillas} \approx 4,00 \text{ varillas}$$

Cálculo del espaciamiento:

$$S = \frac{100 \text{ cm}}{\# \text{ varillas}}$$

Sustituyendo valores:

$$S = \frac{100 \text{ cm}}{4 \text{ varillas}}$$

$$S = 25,00 \text{ cm}$$

Cálculo de espaciamiento máximo permisible ($S_{\text{máx}}$):

$$S_{\text{MÁX}} = 3 * t_{\text{muro}}$$

$$S_{\text{MÁX}} = 3 * 20 \text{ cm}$$

$$S_{\text{MÁX}} = 60 \text{ cm}$$

Se utilizará el espaciamiento calculado para un metro lineal debido a que no está por debajo del valor del espaciamiento máximo permisible.

Armado final por flexión para resistir el empuje provocado por el agua:

#5 @ 0,25 m

Cálculo del acero por temperatura:

$$A_{temp} = 0,002 * b * t_{muro}$$

$$A_{temp} = 0,002 * 100,00 \text{ cm} * 20,00 \text{ cm}$$

$$A_{temp} = 4,00 \text{ cm}^2$$

Para el cálculo de la cantidad de varillas y su espaciamiento es el mismo que para el acero de flexión, teniendo que:

Armado final por temperatura para resistir el empuje provocado por el agua:

#4 @ 0,25 m

- Diseño del refuerzo para soportar el empuje provocado por el suelo:

Datos:

- Dimensiones internas del tanque:
 - ✓ Ancho interno = 2,00 m
 - ✓ Largo interno = 4,00 m
 - ✓ Altura interna = 2,00 m
- Peso específico del suelo (γ_s) = 1 600 kg/m³
- Angulo de fricción interna (Θ) = 30,00°
- Resistencia del concreto ($f'c$) = 210 kg/cm²
- Resistencia de acero ($f'y$) = 2 800 kg/cm²
- Espesor de muro (t_{muro}) = 20 cm

Cálculo del empuje provocado por el suelo:

$$E_s = \frac{\gamma_w * (H_{IT})^2 * k_a}{2}$$

Donde:

E_w = empuje del suelo (kg/m)

H_{IT} = altura interna del tanque (m)

γ_s = peso específico del suelo (kg/m³)

K_a = coeficiente de empuje activo de Rankine

Y:

$$K_a = \frac{1 - \text{sen } \theta}{1 + \text{sen } \theta}$$

Donde:

θ = ángulo de fricción interna del suelo (°)

Sustituyendo valores en la ecuación para encontrar el coeficiente de Rankine:

$$K_a = \frac{1 - \text{sen } 30^\circ}{1 + \text{sen } 30^\circ}$$

$$K_a = 0,3333$$

Ahora se sustituye el valor de K_a en la ecuación del empuje del suelo:

$$E_s = \frac{1\,600 \text{ kg/m}^3 * (2,00 \text{ m})^2 * 0,3333}{2}$$

$$E_s = 1\,066,67 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Chequeo por cortante:

Se procede a revisar si la sección del muro resiste el cortante provocado por empuje del suelo, el análisis se hace para un metro lineal de muro.

$$V_u \leq \sigma V_n$$

A continuación, se describe cada uno de los valores de la ecuación anterior de acuerdo con el ACI 318S-14:

Fuerza cortante mayorada:

$$V_u = \Delta * E_w$$

Donde:

Δ = Factor de incremento (60 %)

E_w = empuje provocado por el agua (kg/m)

Resistencia al corte por la sección:

$$\sigma V_n = \sigma * (V_c + V_s)$$

Donde:

σ = factor de reducción de resistencia (0,75)

V_n = resistencia al corte por la sección (kg)

V_c = resistencia al corte del concreto (kg)

V_s = resistencia al corte del acero de refuerzo (kg)

Y:

$$V_c = 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

Donde:

V_c = resistencia al corte del concreto (kg)

$f'c$ = resistencia del concreto (kg/cm²)

b = distancia de análisis, en este caso es un metro lineal (100 cm)

d = peralte de la sección de concreto (cm)

Para el cálculo del peralte sección de concreto se tomará 7,50 cm de recubrimiento para el empuje provocado por el suelo:

$$d = t_{\text{pared}} - \left(r + \frac{\phi}{2} \right)$$

Donde:

d = peralte de la sección de concreto (cm)

t_{pared} = espesor de losa (0,20 m = 20 cm)

r = recubrimiento (7,50 cm)

ϕ = diámetro de varilla, para este caso será de 5/8" (cm)

Sustituyendo valores:

$$d = 20,00 \text{ cm} - \left(7,50 \text{ cm} + \frac{\frac{5}{8}'' * 2,54 \frac{\text{cm}}{\text{pulg}}}{2} \right)$$

$$d = 11,71 \text{ cm}$$

Ahora se continúa sustituyendo los valores en la ecuación:

$$V_u \leq \sigma V_n$$
$$1,60 * 1\,066,67 \text{ kg} \leq 0,75 * 0,53 * \sqrt{210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 100,00 \text{ cm} * 11,71 \text{ cm}}$$
$$1\,706,67 \text{ kg} \leq 6\,745,34 \text{ kg}$$

Con los resultados obtenidos se puede concluir que la sección de concreto del muro resiste el cortante provocado por el empuje del suelo.

Cálculo de momento flector mayorado:

$$M_u = 1,60 * \left(E_s * \frac{H_{IT}}{3} \right)$$
$$M_u = 1,60 * \left(1\,066,67 \text{ kg/m} * \frac{2,00 \text{ m}}{3} \right)$$
$$M_u = 1\,137,78 \frac{\text{kg-m}}{\text{m}}$$

- Armado de la pared por empuje del suelo:

Se utilizará el mismo procedimiento que se utilizó para diseñar el armado del muro para resistir el empuje del agua, tanto a flexión como a temperatura.

Teniendo los siguientes resultados:

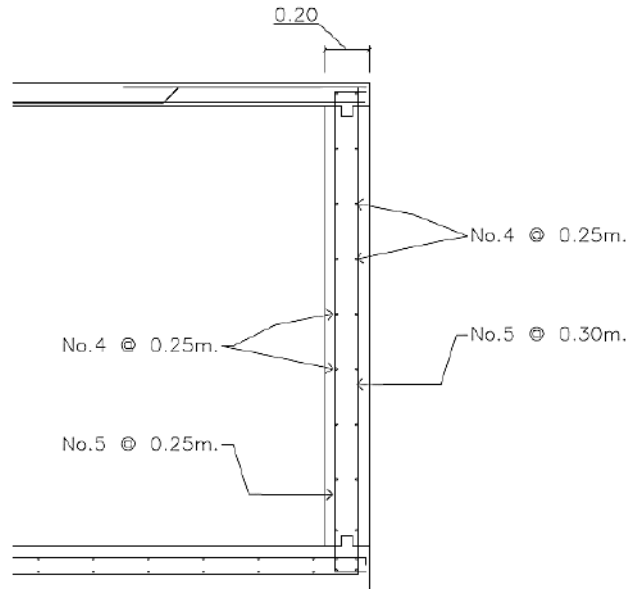
Armado final por flexión para resistir el empuje provocado por el suelo:

#5 @ 0,30 m

Armado final por temperatura para resistir el empuje provocado por el suelo:

#4 @ 0,25 m

Figura 7. **Armado del muro para el tanque de succión**



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

2.1.13. **Diseño de la red de distribución**

Una red de distribución de agua potable se compone de tuberías que trabajan a presión y de artefactos como válvulas que se instalan en las vías de comunicación de las poblaciones que serán abastecidas del vital líquido.

A continuación, se describen los diferentes tipos de redes de distribución que existen:

- **Redes abiertas**

También se conoce como red ramificada debido a que cuenta con una línea de distribución principal y de esta se parten en ramales que terminan en puntos

ciegos. Este tipo de red tiene la desventaja que al haber un fallo en alguna tubería se dejaría sin servicio al usuario que estén aguas abajo.

Para su diseño tiene la ventaja que el cálculo es más sencillo a comparación al de una red cerrada debido a que se limita al cálculo de las pérdidas en cada tubería debido a los caudales que conduce, lo que facilita el cálculo de los diámetros, de los valores de la piezométrica y la presión en cada nodo.

- Redes cerradas

Este tipo de red tiene la característica que sus tuberías se comunican una con otra forman circuitos cerrados y se caracteriza por poder alimentar una tubería por cualquiera de sus dos extremos.

Tiene la ventaja que, al quedar dividida en sectores mediante llaves de paso, se puede dejar fuera de servicio un sector sin afectar el resto, esto es conveniente para operaciones de limpieza o mantenimiento.

Para el diseño de este tipo de red se debe de hacer un balance de caudales en las tuberías y esto se logra haciéndolo mediante métodos iterativos como el de Hardy Cross.

- Redes combinadas

Como su nombre lo dice es una combinación entre las dos redes que se describieron en los incisos anteriores.

- Para la colonia San Mauricio se diseñó una red de distribución de tipo abierta debido a que la topografía del lugar y como están distribuidas las calles la hacían la mejor opción.

A continuación, a manera de ejemplo se muestra el procedimiento para el diseño del ramal 3 y se hace la observación que de igual forma se diseñaron el resto de los ramales, así como la línea principal de distribución.

Datos:

Cota inicial = 274,58 m

Cota final = 258,20 m

Longitud = 307,60 m + 5 % de incremento por ondulamiento.

Viviendas en tramo = 22 casas

Densidad de vivienda = 6 hab/casa

- Cálculo de población futura en el tramo:

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

Donde:

P_f = Población futura

P_o = Población actual,

r = Tasa de crecimiento poblacional (%) = 2,66 %

n = Periodo de diseño = 21 años

Cálculo de la población actual:

$$P_o = \text{Densidad de vivienda} * \text{casas en el tramo}$$

Sustituyendo valores:

$$P_o = 6 \text{ hab/casa} * 22 \text{ casas} = 132 \text{ habitantes}$$

Sustituyendo valores en la fórmula para obtener la población futura:

$$P_f = 132 \text{ hab} * (1+0,0266)^{21}$$

$$P_f = 230 \text{ habitantes}$$

- Cálculo de conexiones en el ramal de estudio (viviendas)

$$n_{vr} = \frac{P_f}{\text{densidad de vivienda}}$$

$$n_{vr} = \frac{230 \text{ habitantes}}{6 \text{ hab/casa}}$$

$$n_{vr} = 39 \text{ casas}$$

- Cálculo de caudal medio para las casas futuras en el ramal:

$$Q_{md} = \frac{P_f * \text{Dot}}{86\,400} = \left(\frac{L}{s}\right)$$

Sustituyendo valores:

$$Q_{md} = \frac{230 \text{ habitantes} * 90 \text{ (L/hab/día)}}{86\,400} = 0,24 \frac{L}{s}$$

$$Q_{md} = 0,24 \frac{L}{s}$$

- Cálculo del caudal máximo horario:

$$Q_{MH} = Q_{md} * FHM = \left(\frac{L}{s}\right)$$

Donde:

FHM = Factor de hora máximo (2,00)

Sustituyendo valores:

$$Q_{MH} = 0,24 \frac{L}{s} * 2,00$$

$$Q_{MH} = 0,48 \frac{L}{s}$$

- Caudal de uso simultaneo:

$$Q_{sm} = k * \sqrt{n_{vr}-1} = \frac{L}{s}$$

$$Q_{sm} = 0,15 * \sqrt{39-1} = \frac{L}{s}$$

$$Q_{sm} = 0,92 \frac{L}{s}$$

El caudal de diseño para cada ramal será el mayor entre caudal máximo horario y el caudal de uso simultaneo. Si el caudal de la fuente es menor a la sumatoria de los caudales de diseño de cada ramal, se deberá escoger el menor de estos dos caudales.

Para este proyecto el caudal de la fuente es suficiente para cubrir la sumatoria de todos los ramales al utilizar el mayor de estos dos. Por lo que para el diseño de toda la red de distribución se usaran los caudales de uso simultaneo, para este ramal es de: $Q_{sm} = 0,92$ l/s.

- Diferencia de alturas:

$$H = \text{Cota inicial} - \text{Cota final}$$

$$H = 274,58 \text{ m} - 258,20 \text{ m}$$

$$H = 16,38 \text{ m}$$

- Cálculo del diámetro teórico

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

$$\phi = \left(\frac{1\,743,811 * (307,60 \text{ m} * 1.05) * 0,92 \text{ l/s}^{1,85}}{150^{1,85} * 16,38 \text{ m}} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

$$\phi = 1,23''$$

Ahora el siguiente paso es escoger el diámetro comercial que más se acerque al diámetro teórico, tomando en cuenta que para los siguientes cálculos se harán con el diámetro interno. Para el ramal 3 se escogió una tubería de 1 ½" de 250 PSI y de diámetro interno de 1,676".

- Cálculo de las perdidas reales

$$HF_{1\ 1/2''} = \frac{1\,743,811 * (307,60 \text{ m} * 1.05) * 0,91 \text{ l/s}^{1,85}}{150^{1,85} * 1,676^{4,87}}$$

$$HF_{1\ 1/2''} = 3,68 \text{ m}$$

- Cálculo de cota piezométrica

$$CP_{\text{final}} = CP_{\text{inicial}} - HF_{\text{reales } \phi}$$

Donde:

CP_{final} = cota piezométrica final del ramal (m.c.a)

CP_{inicial} = cota piezométrica inicial del ramal (m.c.a)

$HF_{\text{reales } \phi}$ = perdidas de carga por fricción con el diámetro escogido (m)

Sustituyendo valores:

$$CP_{\text{final}} = 313,67 - 3,68 \text{ m}$$

$$CP_{\text{final}} = 309,99 \text{ m}$$

- Cálculo de presión final (m.c.a)

$$P_{\text{final}} = CP_{\text{final}} - C_{\text{final}}$$

Donde:

P_{final} = presión en el nodo final del ramal (m.c.a)

C_{final} = cota final de terreno (m)

CP_{final} = cota piezométrica final del ramal (m)

Sustituyendo valores:

$$P_{\text{final}} = 309,68 \text{ m} - 258,21 \text{ m}$$

$$P_{\text{final}} = 51,78 \text{ m.c.a}$$

La presión dinámica para las tuberías de distribución debe estar entre 10 m.c.a. y 60 m.c.a, esto para evitar daños en los accesorios. La tubería del ramal que se está analizando cumple con esta condición.

- Cálculo de la velocidad

$$V = \frac{Q_{\text{diseño}}}{A} \text{ (m/s)}$$

Donde:

V = velocidad del agua en la tubería (m/s)

$Q_{\text{diseño}}$ = caudal de diseño de la tubería (l/s)

A = área transversal de la tubería (m²)

Sustituyendo valores:

$$V = \frac{0,91 \text{ l/s}}{\frac{\pi \cdot (1,676" \cdot 0,0254 \text{ m/pulg})^2}{4}} \text{ (m/s)}$$
$$V = 0,65 \text{ m/s}$$

La velocidad del fluido en la tubería del ramal 3 cumple con límites de velocidades que establecen las normas de INFOM-UNEPAR

Como se pudo observar la tubería se encuentra en el rango de presiones de trabajo y de las velocidades de diseño, por lo que se escoge la tubería de 1 ½" para el ramal 3.

Utilizando el mismo método y aplicando los mismos criterios diseñaron todos los ramales que componen la red de distribución de agua potable para la colonia San Mauricio.

2.1.14. Obras de arte

Son obras hidráulicas que se utilizan en los sistemas de agua potable y son colocadas en lugares estratégicos donde cumple diferentes funciones con el fin de garantizar un servicio óptimo para la población y evitar daños dentro de la red de tuberías. A continuación, se describen las obras de arte que se utilizaran en el presente proyecto:

2.1.14.1. Caja rompe presión

Son estructuras pequeñas que se utilizan para reducir la presión del agua y así evitar daños en la tubería, hace caer la piezométrica en un punto específico del trayecto para iniciar de nuevo el diseño utilizando como punto de referencia este punto.

2.1.14.2. Válvula de control

Es una válvula de tipo compuerta que son necesarias en la red para efectuar reparaciones y mantenimiento. El diseñador las puede colocar en el lugar que el desee, lo ideal es que se coloquen de forma que permita aislar cierto tramo sin dejar fuera de servicio a una gran parte de la red.

2.1.14.3. Válvula de aire

Se instalan en los puntos altos de sifones invertidos, debido a que es común que se deposite aire en los puntos topográficos más altos de la línea de conducción. Por lo que la función de esta válvula es expulsar dicho aire para evitar estrangulación de la sección que puede interrumpir el flujo o hacer estallar la tubería.

2.1.14.4. Válvula de limpieza

Es una válvula tipo compuerta y se ubica en los puntos bajos de sifones debido que los sedimentos que ingresan en la tubería se acumulan en estos puntos de la línea de conducción o ramales de la red de distribución. Para conducciones menores de 2", el diámetro de la purga será igual al de la conducción y para mayores de 2" el diámetro de la purga será de 2"

2.1.15. Sistema de desinfección

Para un sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, la desinfección es un proceso obligatorio con el cual se reduce la concentración de microorganismos patógenos hasta un nivel de inocuidad.

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) bajo el acuerdo ministerial No. 1148-09 emitió el Manual de Normas Sanitarias que Establecen los Procesos y Métodos de Purificación de Agua para Consumo Humano, donde establece como métodos para el proceso de desinfección los siguientes:

- Aplicación de cloro o sus derivados

Para los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, este método se debe aplicar sin excepción alguna. Previo a su aplicación se tiene que verificar que el potencial de hidrogeno (pH) tenga un valor entre 6,5 – 8,5 unidades, así como un valor de turbiedad menor que 15,0 unidades nefelométrías de turbiedad.

Se debe agregar cloro o sus derivados en una cantidad de modo que en el punto más lejano de la red de distribución respecto del punto de aplicación del cloro se produzca una concentración residual de cloro libre no menor de 0,5 mg/L.

- Aplicación de ozono

Este método se utiliza como una opción complementaria, y no se permite que sea sustituto del método de aplicación de cloro o sus derivados, debido que el efecto residual del ozono es casi despreciable. Previo a la aplicación de este método se debe reducir la turbiedad por medio del método de infiltración.

- Aplicación de radiación ultravioleta

Este método se utiliza como una opción complementaria para la destrucción de patógenos presentes en el agua. No se permite que sea sustituto del método de aplicación de cloro o sus derivados, debido a que no cuenta con efecto residual. Para la aplicación de este método se tiene que considerar los niveles esperados de patógenos, sólidos en suspensión y otros factores que inciden en la absorción de la luz ultravioleta, así como los caudales promedio y máximo que determinan el tiempo de retención, previamente se debe reducir la turbiedad del agua por medio del método de infiltración.

Según los resultados del examen bacteriológico solo es necesario un simple sistema de desinfección por lo que para este proyecto se optó por utilizar hipocloradores como método de desinfección y así garantizar que el agua que se suministrará será realmente potable.

Un hipoclorador suministra constantemente una solución de hipoclorito de calcio y agua, este se sitúa por encima del tanque de almacenamiento, sobre la entrada del tubo de la línea de conducción. En este proyecto se utilizará un hipoclorador de pastillas de 200 gramos de peso, 3 pulgadas de diámetro y 1 pulgada de espesor, tiene una concentración de cloro al 90 % y 10 % de estabilizador.

Se procede a calcular la cantidad de gramos de tricloro necesarios en un mes y se calcula con la siguiente ecuación para hipocloritos:

$$G_{tri} = \frac{Q_B * D_{cloro} * N * 86\ 400}{\%C} = \text{gramos al mes}$$

Donde:

G_{tri} = gramos de tricloro

Q_B = caudal a tratar, en este caso es el caudal de bombeo (l/s)

D_{cloro} = miligramos de cloro por litro (0,001 gramos/litro)

N = número de días (30 días)

$\%C$ = concentración de cloro

Sustituyendo:

$$G_{\text{tri}} = \frac{3,94 \text{ l/s} * 0,001 \text{ gr/L} * 30 \text{ días} * 86\ 400}{0,90} = 11\ 335,68 \text{ gramos al mes}$$

Lo que significa que se necesitan 57 pastillas de 200 gramos al mes.

2.1.16. Presupuesto

A continuación, se muestra el presupuesto del sistema de agua potable donde se indica el precio de cada renglón que conforma todo el proyecto, así como su costo total.

Tabla VIII. **Presupuesto del proyecto**

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P,U (Q)	PRECIO TOTAL (Q)
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1,1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN Y DISTRIBUCIÓN	KM	3,05	1 861,55	5 677,73
1,2	BODEGA DE 24.00 M2	UNIDAD	1,00	6 140,31	6 140,31
2	CAPTACIÓN Y LÍNEA DE IMPULSIÓN				
2,1	CAPTACIÓN	UNIDAD	1,00	17 062,93	17 062,93
2,2	TANQUE DE SUCCIÓN DE 12 M3	UNIDAD	1,00	57 963,31	57 963,31
2,3	CAJA REUNIDORA DE CAUDALES	UNIDAD	1,00	8 505,31	8 505,31
2,4	CASETA DE BOMBEO	UNIDAD	1,00	27 444,65	27 444,65
2,5	INSTALACIÓN DE BOMBA DE 25 HP (INCLUYE ACOMETIDA ELÉCTRICA Y PANEL DE CONTROLES ELÉCTRICOS)	UNIDAD	1,00	73 237,46	73 237,46
2,6	LÍNEA DE IMPULSIÓN TUBERÍA HG 3" ASTM A53. (INCLUYE ANCLAJE)	M	1 667,00	201,72	336 267,24
2,7	VÁLVULA DE AIRE	UNIDAD	10,00	3 674,39	36 743,90
2,8	VÁLVULA DE LIMPIEZA DE Ø 3"	UNIDAD	10,00	4 675,01	46 750,10
2,9	VÁLVULA DE COMPUERTA	UNIDAD	3,00	3 617,02	10 851,06
3	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN				
3,1	CAJA ROMPE PRESIÓN Ø 2 1/2" - Ø 2 1/2"	UNIDAD	1,00	8 653,50	8 653,50
3,2	EXCAVACIÓN DE ZANJA (ANCHO 0.70 M Y PROFUNDIDAD 1.00 M)	M3	3 747,00	94,03	352 330,41
3,3	TUBERÍA PVC 3/4" 250 PSI	M	603,00	17,49	10 546,47
3,4	TUBERÍA PVC 1" 160 PSI	M	251,00	20,40	5 120,40
3,5	TUBERÍA PVC 1 1/2" 160 PSI	M	391,00	30,07	11 757,37
3,6	TUBERÍA PVC 2" 160 PSI	M	413,00	42,45	17 531,85
3,7	TUBERÍA PVC 2 1/2" 160 PSI	M	400,00	58,20	23 280,00
3,8	RELLENO DE ZANJA CON EL MISMO MATERIAL DEL LUGAR	M3	3 459,00	107,26	371 012,34
3,9	CLORADOR	UNIDAD	1,00	10 063,27	10 063,27
3,10	CONEXIÓN DOMICILIAR ESTÁNDAR	UNIDAD	113,00	1 360,32	153 716,16
3,11	LIMPIEZA FINAL	GLOBAL	1,00	2 650,26	2 650,26
	TOTAL				Q 1 593 306,03

Fuente: elaboración propia.

2.1.17. Cronograma físico

A continuación, se muestra el cronograma del avance físico del sistema de agua potable, se puede observar el tiempo en semanas que tomará la ejecución de cada renglón del proyecto.

Tabla IX. Cronograma físico del proyecto

		CRONOGRAMA FÍSICO																							
		MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
No.	DESCRIPCIÓN	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	TRABAJOS PRELIMINARES																								
1,1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO DE LA LÍNEA DE IMPULSION Y DISTRIBUCION	■	■																						
1,2	BODEGA DE 24,00 M2	■																							
2	CAPTACIÓN Y LÍNEA DE IMPULSIÓN																								
2,1	CAPTACIÓN			■	■																				
2,2	TANQUE DE SUCCIÓN DE 12 M3			■	■	■																			
2,3	CAJA REUNIDORA DE CAUDALES				■	■																			
2,4	CASETA DE BOMBEO						■	■																	
2,5	INSTALACION DE BOMBA DE 25HP (INCLUYE ACOMETIDA ELECTRICA Y PANEL DE CONTROLES ELECTRICOS)								■	■															
2,6	LÍNEA DE IMPULSIÓN TUBERIA HG 3" ASTM A53. (INCLUYE ANCLAJE)								■	■	■	■	■	■	■										
2,7	VÁLVULA DE AIRE								■	■	■	■	■	■	■										
2,8	VÁLVULA DE LIMPIEZA DE Ø 3"								■	■	■	■	■	■	■										
2,9	VÁLVULA DE COMPUERTA								■	■	■	■	■	■	■										
4	CONEXIONES DOMICILIARES																								
3,1	CAJA ROMPE PRESIÓN Ø 2 1/2" - Ø 2 1/2"									■	■														
3,2	EXCAVACION DE ZANJA (ANCHO 0.70M Y PROFUNDIDAD 1.00M)									■	■	■	■	■	■	■	■								
3,3	TUBERÍA PVC 3/4" 250 PSI										■	■	■	■	■	■	■								
3,4	TUBERÍA PVC 1" 160 PSI										■	■	■	■	■	■	■								
3,5	TUBERÍA PVC 1 1/2" 160 PSI										■	■	■	■	■	■	■								
3,6	TUBERÍA PVC 2" 160 PSI										■	■	■	■	■	■	■								
3,7	TUBERÍA PVC 2 1/2" 160 PSI										■	■	■	■	■	■	■								
3,8	RELLENO DE ZANJA CON EL MISMO MATERIAL DEL LUGAR										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
3,9	CLORADOR										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
3,10	CONEXIÓN DOMICILIAR ESTÁNDAR										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
3,11	LIMPIEZA FINAL																						■	■	

Fuente: elaboración propia.

2.1.18. Operación y mantenimiento

Esta es una parte muy importante del proyecto debido a que este no puede funcionar por sí mismo, y es necesario que sea operado y monitoreado periódicamente para que funcione de forma eficiente durante todo el periodo de diseño.

El encargado del funcionamiento y mantenimiento del sistema de agua potable debe ser alguien que tenga los conocimientos y experiencia en esta área, por tal razón un fontanero es la persona que llena el perfil para realizar las siguientes acciones:

- **Mantenimiento preventivo**

Consiste en revisar de manera periódica el sistema de agua potable para proteger y evitar daños en los componentes, lo que se traduciría en fallas en el sistema. Algunas acciones que se recomiendan son:

- Visitar de manera periódica la caja de captación para revisar si la estructura se encuentra en buen estado, así como para mantener limpio el terreno circundante a esta.
- Caminar por la línea de conducción una vez al mes e inspeccionar si no hay áreas húmedas que indique la presencia de una posible fuga, así como detectar si existen posibles deslizamientos de tierra que pongan en peligro la integridad de la tubería.
- Inspeccionar de manera periódica las válvulas y cajas rompe presión del sistema, verificando su funcionamiento y comprobando no existan fugas.

- Inspeccionar el tanque de almacenamiento revisando que no existan daños en la estructura que puedan comprometer la potabilidad del agua.
- Inspeccionar el sistema de desinfección verificando el buen funcionamiento del alimentador automático de tricolor y recargando las tabletas cuando sea necesario.
- **Mantenimiento correctivo**

Consiste en reparar o cambiar los componentes y partes del sistema de agua potable que han sufrido algún tipo de daño. Entre las acciones del mantenimiento correctivo se pueden mencionar las siguientes:

- Reparar o cambiar las válvulas que presenten fugas o le falten piezas.
- Reparar las fugas en las cajas de válvulas, así como limpiar los candados con gas y engrasarlos.
- En las zonas que presenten humedad hacer una zanja que permita manipular los tubos con facilidad y reparar la parte rota del tubo.

2.1.19. Propuesta de tarifa

Para el cálculo de esta tarifa se toma en cuenta los gastos de mantenimiento, operación, la contratación de un fontanero y el gasto del cloro.

- **Costo de operación**

Representa el pago mensual al fontanero por revisión de tubería, conexiones domiciliarias, mantenimiento y operación de los sistemas de

desinfección y bombeo. Para este caso se asigna un salario mensual en base a las lo que se pagan hoy en día a un fontanero por realizar estas actividades será:

$$\text{Costo}_{\text{operación}} = \text{Q. } 1\,500,00/\text{mes}$$

- Costo de mantenimiento

Es el costo que se utiliza cuando hay piezas o partes de la red de agua potable que se han dañado y se necesitan cambiar, este dinero sirve para comprar y reparar dichas piezas. Se estima como el 4 por millar del costo total del proyecto presupuestado para el periodo de diseño.

$$\text{Costo}_{\text{mantenimiento}} = \frac{0,004 * \text{Costo del proyecto}}{\text{Periodo de diseño (años)}}$$

$$\text{Costo}_{\text{mantenimiento}} = \frac{0,004 * \text{Q } 1\,593,306.03}{21}$$

$$\text{Costo}_{\text{mantenimiento}} = \text{Q. } 303,49$$

- Costo de tratamiento

Es el dinero que se necesita para comprar las tabletas de cloro para el método de desinfección en un mes.

$$\text{Costo}_{\text{tratamiento}} = \text{Costo de cada tableta} * \text{cantidad de tabletas al mes}$$

$$\text{Costo}_{\text{tratamiento}} = \text{Q } 30/\text{tableta} * 57 \text{ tabletas/mes}$$

$$\text{Costo}_{\text{tratamiento}} = \text{Q } 1\,710/\text{mes}$$

- Costo de administración

Es el dinero que sirve para los gastos de sellos, papelería, viáticos, etc. Se calcula como el 15 % de la sumatoria del costo de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$\text{Costo}_{\text{administración}} = 0,15 * (\text{Costo}_{\text{operación}} + \text{Costo}_{\text{mantenimiento}} + \text{Costo}_{\text{tratamiento}})$$

$$\text{Costo}_{\text{administración}} = 0,15 * (\text{Q. } 1\,500,00 + \text{Q. } 303,49 + \text{Q. } 1\,710)$$

$$\text{Costo}_{\text{administración}} = \text{Q } 527,02/\text{mes}$$

- Costo de reserva

Es el dinero que sirve afrontar cualquier imprevisto que se pueda dar en el sistema de agua potable y que no se contempla en los gastos calculados anteriormente. Se calcula como el 12 % de la sumatoria del costo de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$\text{Costo}_{\text{reserva}} = 0,12 * (\text{Costo}_{\text{operación}} + \text{Costo}_{\text{mantenimiento}} + \text{Costo}_{\text{tratamiento}})$$

$$\text{Costo}_{\text{reserva}} = 0,12 * (\text{Q. } 1\,500,00 + \text{Q. } 303,49 + \text{Q. } 1\,710)$$

$$\text{Costo}_{\text{reserva}} = \text{Q } 421,62/\text{mes}$$

- Costo de electricidad

En el diseño de la línea de impulsión se calculó que el costo de electricidad por mes para la bomba que se escogió era de:

$$\text{Costo}_{\text{electricidad}} = \text{Q } 8\,991,08/\text{mes}$$

- Cálculo de tarifa (TAR)

$$TAR = \frac{\text{Sumatoria de los costos calculados en los incisos anteriores}}{\text{Total de casas a servir}}$$

$$TAR = \frac{Q. 1\,500,00 + Q. 303,49 + Q\,1\,710 + Q\,527,02 + Q\,421,62 + Q\,8\,991,08}{113 \text{ casas}}$$

$$TAR = Q\,119,05/\text{mes}$$

Por lo que se propone una tarifa por vivienda de Q 120,00 al mes.

2.1.20. Evaluación socio económica

En esta evaluación se identifica el impacto que un proyecto tiene sobre el bienestar de una población. El valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR) permiten determinar qué tan rentable será el proyecto. En este caso al ser un proyecto de carácter social no se analizará en las ganancias que genere el proyecto sino del beneficio que traerá a la comunidad de San Mauricio.

2.1.20.1. Valor presente neto

Es el método más conocido para evaluar proyectos de inversión a largo plazo debido a que permite determinar si una inversión se puede maximizar. Consiste en transformar la inversión inicial, los ingresos y egreso anuales, así como valores de rescate futuros de un proyecto a un valor presente, lo que permite determinar si este es rentable al término del periodo de diseño.

Para el cálculo del valor presente se utiliza la siguiente ecuación:

$$VP = x * \left[\frac{(i+1)^n - 1}{i * (i+1)^n} \right]$$

Donde:

VP = valor presente

i = tasa de interés (5 %)

n = periodo de diseño del proyecto (21 años)

x = monto (Q)

- Costo de operación y mantenimiento anual (C_{OP})

Se utilizan los valores calculados para la propuesta de tarifa.

$$C_{OP} = \left(\text{Costos} \sum \text{operación+mantenimiento+administración+reserva+electricidad} \right) * 12$$

$$C_{OP} = Q 13 453,21 * 12$$

$$C_{OP} = Q 161 438,52$$

- Tarifa poblacional anual (TPA)

$$TPA = TAR * \text{Cantidad viviendas} * 12 \text{ meses}$$

$$TPA = Q 120,00 * 113 \text{ casas} * 12 \text{ meses}$$

$$TPA = Q 162 720,00$$

- Cálculo de valor presente

- Para egresos, que es el gasto de operación y mantenimiento anual:

$$VP = Q 161 438,52 * \left[\frac{(0,05+1)^{21} - 1}{0,05 * (0,05+1)^{21}} \right]$$

$$VP = Q 2 069 827,92$$

- Para ingresos, que sería la tarifa poblacional anual

$$VP = Q 162 720,00 * \left[\frac{(0,05+1)^{21} - 1}{0,05 * (0,05+1)^{21}} \right]$$

$$VP = Q 2 086 257,97$$

- El valor presente neto es la resta de ingresos y egresos que se tengan durante la vida útil

$$VPN = \text{ingresos} - \text{egresos}$$

$$VPN = Q 2 086 257,97 - Q 2 069 827,92$$

$$VPN = Q 16 430,05$$

Como el valor presente neto es positivo significa que el proyecto será autosustentable durante el periodo de diseño.

2.1.20.2. Tasa interna de retorno

Es la tasa de interés con la cual el valor presente neto (VPN) es igual a cero, se utiliza para saber qué proyecto escoger y cuales rechazar debido que la tasa de interna de retorno (TIR) es un indicador de la rentabilidad de un proyecto, entre mayor sea la TIR mayor es la rentabilidad.

Este proyecto al ser de carácter social, es decir no produce utilidad alguna porque se diseña para promover el desarrollo en la comunidad, no se puede obtener una TIR atractiva por lo que a nivel municipal se analiza la inversión desde el punto de vista costo/beneficio. A continuación, se hace este análisis:

$$\begin{aligned}\text{Costo/beneficio} &= \frac{\text{Costo del proyecto} - \text{VPN}}{\text{habitantes beneficiados}} \\ \text{Costo/beneficio} &= \frac{\text{Q } 1\,593\,306,03 - \text{Q } 16\,430,05}{678 \text{ habitantes}}\end{aligned}$$

$$\text{Costo/beneficio} = \text{Q } 2\,325,78 / \text{habitante}$$

Con este valor el consejo de una municipalidad puede decidir si se realiza o no el proyecto.

2.1.21. Evaluación de impacto ambiental, formato DVGA-GA-002

Las actividades humanas en forma directa o indirecta provocan impactos en el ambiente, estos pueden ser negativos como positivos, por lo que es importante realizar estudios como la evaluación de impacto ambiental que identifica los impactos no deseados y ayuda a seleccionar alternativas para reducirlos.

Una evaluación de impacto ambiental tiene su fundamento legal en la: “La ley de protección y mejoramiento del medio ambiente” donde indica en su artículo 8 lo siguiente: “Para todo proyecto, obra, industria o cualquier actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, el ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicas en la materia y aprobado por la Comisión del Medio Ambiente.

El funcionario que omitiera el estudio de Impacto Ambiental de conformidad con este Artículo será responsable por el incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de Impacto Ambiental será sancionado con una multa de Q. 5 000,00 a Q. 100 000,00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla.”

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales bajo el Acuerdo Ministerial No. 199-2016 presenta un listado taxativo para la clasificación de proyectos en función de su impacto ambiental. El presente proyecto corresponde a la categoría C1 que presenta bajo impacto ambiental por lo que es necesario llenar el formato DVGA-GA-002 que es un formulario de Evaluación Ambiental Inicial para actividades de bajo impacto ambiental

En el apartado de apéndices se muestra el formulario para este proyecto y debe ser presentado en forma física a la ventanilla ambiental de la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales.

2.2. Diseño de sistema de alcantarillado sanitario para la colonia San Mauricio de la aldea Azacualpilla, Palencia

El diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la colonia San Mauricio, se diseñará para todos los lotes de la colonia, es importante mencionar que la mayoría de estos actualmente se encuentran baldíos. Se espera satisfacer a más de 6 000 habitantes al final del periodo de diseño de 25 años.

2.2.1. Descripción del proyecto

El sistema de alcantarillado tendrá una longitud total de aproximadamente 4 200 metros lineales, donde se utilizarán más de 700 tubos de PVC fabricados bajo la norma ASTM-949 con diámetros de 6", 8", 10" y 12". Tiene 83 pozos de visita que están hechos de mampostería de ladrillo y sus alturas varían desde los 1,50 metros a 4,00 metros, y contará con 527 conexiones domiciliarias.

2.2.2. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico tiene como objetivo recabar toda la información sobre un terreno utilizando los instrumentos adecuados para crear una representación gráfica del mismo que permita la construcción de una obra lo más eficiente posible. Se utilizó el equipo topográfico con el que cuenta la municipalidad de Palencia, siendo este un teodolito óptico modelo J2-2 de la marca china POIF, que tiene una desviación estándar horizontal de 2" y vertical de 6", con un ajuste de precisión de 0,3" y un rango de trabajo de 3'.

2.2.2.1. Planimetría

La planimetría es el conjunto de técnicas y operaciones que permiten la representación a escala de un terreno sobre un plano. Para su orientación utiliza el norte como referencia y solo toma en cuenta las variaciones horizontales, es decir, no considera los cambios de alturas del terreno.

Para el proyecto sirvió para definir las tuberías de drenaje del sistema, la ubicación de los diferentes pozos de visita y las viviendas.

2.2.2.2. Altimetría

La altimetría es el conjunto de técnicas y operaciones que permiten la medición de la diferencia de alturas a una escala de un terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia.

2.2.3. Descripción del sistema a utilizar

Existe varios tipos de sistemas de alcantarillado, para la elección de uno de ellos se deben de tomar en cuenta factores como el económico, el funcionamiento que tendrá en alcantarillado y la topografía del lugar. A continuación, se hace una breve descripción de los diferentes sistemas de alcantarillado que existen:

2.2.3.1. Alcantarillado separativo

Este sistema de alcantarillado consta de dos redes de tuberías para conducir de forma independiente las aguas residuales y pluviales. La primera red conduce las aguas residuales hacia una planta de tratamiento para luego

conducirlas hacia el cuerpo receptor que pueden ser ríos, lagos o el mar. La segunda dirige las aguas pluviales de forma directa a los cuerpos receptores mencionados anteriormente.

2.2.3.2. Alcantarillado combinado

Este sistema conduce en la misma tubería las aguas negras y pluviales. Tiene la desventaja que se dificulta el tratamiento de dichas aguas debido al gran tamaño del caudal que se conduce, por esta razón se ha dejado de usar en la actualidad.

2.2.3.3. Alcantarillado sanitario

Es el que conduce únicamente aguas residuales que provienen de las viviendas, así como algunos desechos de industrias y comercios. Este tipo de sistema no se diseña para conducir las aguas pluviales. Factores como el bajo costo de construcción hacen que este sistema sea el más utilizado en zonas rurales.

Para este proyecto se utilizará el sistema de alcantarillado sanitario, como anteriormente se describió, se diseña para conducir únicamente aguas residuales.

2.2.4. Diseño del sistema

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la colonia San Mauricio, se utilizaron como referencia las normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), las cuales tienen los parámetros necesarios para que los

diseños de alcantarillados sanitarios funcionen de una manera eficiente para el periodo de diseño.

2.2.5. Periodo de diseño

El periodo de diseño es tiempo en que el sistema de alcantarillado funcionará de forma óptima y eficiente. Para determinar el periodo de diseño se toman en cuenta diferentes aspectos como:

- Durabilidad de los materiales
- La calidad de construcción y mantenimiento
- El crecimiento poblacional

El Instituto de Fomento Municipal INFOM dentro de su normativa establece que para un sistema de alcantarillado sanitario el periodo de diseño debe ser de 30 a 40 años, y se debe de considerar un tiempo de gestión del proyecto.

Para el presente proyecto se tomará como periodo de diseño una cantidad de 25 años, y no se tomará en cuenta el periodo de diseño que recomienda el INFOM, debido a la posibilidad que existan comerciales e industrias por lo que es necesaria una evaluación de alcantarillado al cumplir su periodo de diseño.

2.2.6. Población actual

Para el cálculo de la población actual para el diseño del sistema de alcantarillado se decidió tomar en cuenta los lotes que tiene una vivienda y los que no tienen ninguna construcción, teniendo un total de 542 lotes y se asignó una densidad de 6 habitantes por lote.

Para calcular la población actual se utilizó la siguiente fórmula:

$$P_o = \text{Lotes} * \text{densidad de habitantes/lote}$$

Sustituyendo valores:

$$P_o = 527 \text{ lotes} * 6 \frac{\text{habitantes}}{\text{lote}} = 3\ 162 \text{ habitantes}$$

2.2.7. Población futura

Para el cálculo de la población futura se utilizó el método de crecimiento geométrico, el cual asume que el crecimiento poblacional es proporcional al tamaño de esta. Se calcula de la siguiente manera:

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

Donde:

P_f = Población futura

P_o = Población actual

r = Tasa de crecimiento poblacional (%) = 2,66 %

n = Periodo de diseño = 25 años

Sustituyendo valores:

$$P_f = 3\ 162 * (1+0,0266)^{25}$$

$$P_f = 6\ 096 \text{ habitantes}$$

2.2.8. Dotación

La dotación es la cantidad de agua asignada a un habitante en un día en una población y comúnmente es expresada en litros por habitante por día: L/hab/día. Para la elección adecuada de este parámetro deben tomarse en cuenta factores como:

- Las condiciones climáticas de la región
- Cultura y costumbres de la población
- Calidad y cantidad de agua proporcionada por la fuente
- Facilidad de drenaje

Si no se cuenta con información de los factores anteriormente mencionados, las normas de diseño de INFOM-UNEPAR proporcionan dotaciones ya definidas que dependen del tipo de servicio que brindara la red de distribución, estas son:

- Servicio a base de llena cantaros exclusivamente: 30 a 60 L/hab/día
- Servicio mixto de llena cantaros y conexiones prediales: 60 a 90 L/hab/día
- Servicio exclusivo de conexiones prediales: 60 a 120 L/hab/día
- Servicio de conexiones intradomiciliares: 90 a 170 L/hab/día
- Servicio de pozo excavado o hincado: 20 L/hab/día
- Servicio de aljibes: 20 L/hab/día

Para el presente proyecto se tomó en cuenta que la red de distribución prestara un servicio de conexiones intradomiciliares, por lo que se estableció una dotación de 90 L/hab/día.

2.2.9. Factor de retorno

Este factor se utiliza únicamente para el caudal domiciliar e indica el porcentaje de agua que retorna al alcantarillado sanitario luego de haber sido utilizado en una vivienda. Se considera entre el 70 % y 90 % de la dotación de agua potable, debido a que por actividades como el riego de terrenos, patios y actividades de higiene no regresa el 100 % del agua al alcantarillado.

Para el diseño de este sistema alcantarillado sanitario no se tomó en cuenta el factor de retorno debido a que el cálculo del caudal de diseño se utilizó un factor de caudal medio de 0,0046, y es propuesto por las normas del Instituto de Fomento Municipal INFOM para el diseño de alcantarillado.

2.2.10. Factor de Harmond

Es conocido también como el factor de flujo instantáneo, y representa la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso del servicio simultáneamente. Este factor no es constante para todo el sistema de alcantarillado, es decir, se analiza un tramo y este valor varía en función de la cantidad de habitantes que se encuentran en dicho tramo y los habitantes acumulados que se traen de tramos anteriores. Se calcula para la población actual y futura.

Este factor debe encontrarse entre 1,5 a 4,50, es un valor adimensional y se calcula con la siguiente ecuación:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{P}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}}$$

Donde:

FH = Factor de Harmond

P = Población del tramo a servir

2.2.11. Caudal sanitario

El caudal sanitario se compone de la sumatoria de los siguientes caudales: domiciliar, comercial, industrial, infiltración y de conexiones ilícitas. Este caudal sirve para calcular el factor de caudal medio que se utiliza en el cálculo del caudal de diseño, con a siguiente ecuación:

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

Donde:

Q_{san} = Caudal sanitario (L/s)

Q_{dom} = Caudal domiciliar (L/s)

Q_{com} = Caudal comercial (L/s)

Q_{inf} = Caudal de infiltración (L/s)

Q_{ci} = Caudal de conexiones ilícitas (L/s)

Q_{ind} = Caudal industrial (L/s)

Como se mencionó, para este proyecto se utilizará un factor de caudal medio de 0,0046 propuesto en las normas de INFOM, por lo que el cálculo del caudal sanitario ya no es necesario. A manera de ejemplo se describirá cada uno de los caudales que compone el caudal sanitario, así como las fórmulas para el cálculo de cada uno de ellos.

2.2.11.1. Caudal domiciliar

Es el caudal de agua que una vez es utilizado se desecha y es conducido hacia la red de alcantarillado sanitario. Es el agua que los habitantes de una vivienda utilizan para limpieza, higiene personal o producción de alimentos, entre otros.

Se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{P_f * \text{Dot} * \text{FR}}{86\ 400} = \left(\frac{\text{L}}{\text{s}}\right)$$

Donde:

Q_{dom} = Caudal domiciliar

P_f = Población futura

Dot = Dotación

FR = Factor de retorno

86 400 = Representa la cantidad de segundo en un día

2.2.11.2. Caudal comercial

Es el agua que desechan los comercios como restaurantes, hoteles, comedores, etc. que se encuentran en el área del proyecto. Se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{\text{com}} = \sum Q_{\text{Tc}} \left(\frac{\text{L}}{\text{s}}\right)$$

Y:

$$Q_{\text{Tc}} = \frac{\text{Dot}_{\text{com}} * x}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{com} = Caudal comercial

Q_{Tc} = Caudal por tipo de comercio

Dot_{com} = Dotación del comercio (L/x/día)

x = Comercio (habitaciones, trabajadores, m², mesas, entre otros)

86 400 = Representa la cantidad de segundo en un día

2.2.11.3. Caudal de infiltración

Es el caudal que se infiltra en litros por segundo a lo largo de toda la línea de tuberías del sistema de alcantarillado. Si la tubería a utilizar es de PVC no se calcula este caudal debido a que es un material impermeable que no puede absorber o ser atravesado por un líquido. Si la tubería fuera de otro material este caudal se calcula en función de la longitud de la tubería del proyecto y un factor de infiltración que tiene un valor entre 12 000 y 18 000 L/km/día, como se muestra en la siguiente fórmula:

$$Q_{inf} = \frac{F_{inf} * (Long_{tub} + (No. casa * 6m))}{86\ 400} = \frac{L}{s}$$

Donde:

Q_{inf} = Caudal de infiltración (L/s)

F_{inf} = Factor de infiltración (12 000 – 18 000 L/km/día)

$Long_{tub}$ = Longitud total de la tubería (km)

86 400 = Representa la cantidad de segundo en un día

2.2.11.4. Caudal de conexiones ilícitas

Es el caudal que se produce cuando las viviendas conectan tuberías que conducen agua pluvial al sistema de alcantarillado sanitario. De acuerdo con las

normas del INFOM se puede calcular tomando como mínimo el 10 % del caudal domiciliar, como se muestra a continuación:

$$Q_{ci} = 0,10 * Q_{dom} = \frac{L}{s}$$

Donde:

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

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

2.2.11.5. Caudal industrial

Es el caudal que se genera por el agua que las industrias utilizan en la producción de productos y luego es desechada al sistema de alcantarillado. Es necesario realizar un estudio para determinar qué tipo de industria se encuentra en el área donde estará el sistema de alcantarillado, algunos ejemplos de estas industrias pueden ser: licoreras, fábrica de textiles, de alimentos, entre otros.

$$Q_{ind} = \sum Q_{Ti} \left(\frac{L}{s} \right)$$

Y:

$$Q_{Ti} = \frac{Dot_{ind} * No. ind}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{ind} = Caudal industrial

Q_{Ti} = Caudal por tipo de industria (L/s)

Dot_{ind} = Dotación de industria (L/producto/día)

No. ind = número de industrias.

86 400 = Representa la cantidad de segundo en un día

2.2.11.6. Factor de caudal medio

El factor de caudal medio indica la cantidad de caudal sanitario que se produce por habitante en el área de estudio. Se utiliza en el cálculo del caudal de diseño, y la fórmula es la siguiente:

$$f_{qm} = \frac{Q_{san}}{P_f} = \frac{\frac{L}{s}}{\text{habitante}}$$

Donde:

f_{qm} = Factor de caudal medio (L/s por habitante)

Q_{san} = Caudal sanitario (L/s)

P_f = Población futura (habitantes)

El instituto de fomento municipal INFOM en sus normas establece que el valor del factor de caudal medio debe de estar entre 0,002 y 0,005. Si no se encuentra en entre esos dos limites se utilizará el límite más cercano.

Hay instituciones que utilizan un mismo valor de f_{qm} para todo el sistema, por ejemplo, la Empresa Municipal de Agua EMPAGUA recomienda un valor de 0,003 y el INFOM un valor de 0,0046. En el presente diseño se utilizará un $f_{qm} = 0,0046$.

2.2.12. Caudal de diseño

Es el caudal que se utiliza para el diseño de cada tramo del alcantarillado sanitario, se calcula multiplicando el factor de caudal medio (f_{qm}), el factor de

Harmond (FH), y el número de habitantes acumulados en el tramo que se está diseñando, utilizando la siguiente ecuación:

$$Q_{dis} = fqm * FH * P$$

Donde:

Q_{dis} = Caudal de diseño (L/s)

fqm = Factor de caudal medio (L/s por habitante)

FH = Factor de Harmond actual y futuro

P = Población actual y futura acumulada (habitantes)

2.2.13. Tipo de tubería a utilizar

Para la selección del tipo de tubería a utilizar en un sistema de alcantarillado se deben tomar en cuenta varios factores como: facilidad de transporte, almacenamiento e instalación; debe ser económica y cumplir con la condición de auto limpieza para que no exista sedimentación dentro de la tubería y evitar taponamientos dentro de la misma.

El presente proyecto se diseñará con la misma tubería que la Municipalidad de Palencia utiliza para este tipo de proyectos, la cual es una tubería de PVC que cumple con la norma ASTM F-949.

2.2.14. Diseño de secciones y pendientes

Las secciones que se utilizarán en el diseño son circulares debido a que las tuberías de PVC tienen esta forma. A diferencia de un sistema de agua potable, la tubería en un sistema de alcantarillado trabaja como un canal abierto, es decir, dentro de la tubería no habrá presión y el flujo circula por acción de la gravedad.

En cuanto a las pendientes a utilizar en el diseño se recomienda que sea parecida a la del terreno, con el fin de evitar un alto costo por excavación excesiva. Siempre tienen que cumplir con las relaciones hidráulicas y las velocidades de diseño que más adelante se detallan. Para el diseño del alcantarillado sanitario se necesita calcular la velocidad del flujo, el diámetro y pendientes. Para esto se emplea la fórmula de Manning en el sistema internacional, la que a continuación se describe:

$$V = \frac{0,03429 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Donde:

V = Velocidad del flujo a sección llena (m/s)

D = Diámetro de la tubería (pulgadas)

S = Pendiente que se escogió

n = coeficiente de rugosidad de la tubería (n = 0,01)

A continuación, se presenta en una tabla con los valores de los coeficientes de rugosidad de algunos materiales.

Tabla X. **Coefficientes de rugosidad para la fórmula de Manning**

Material	n
Concreto, diámetro < 24"	0,011 – 0,016
Concreto, diámetro > 24"	0,013 – 0,018
PVC	0,006 – 0,011
Hierro galvanizado	0,013 – 0,015

Fuente. elaboración propia.

El INFOM en sus normas establece que el diámetro mínimo a utilizar en un sistema de alcantarillado es de 6" y deberá ir aumentando conforme el diseño lo amerite.

2.2.14.1. Velocidades máximas y mínimas de diseño

Las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal INFOM establece un rango en el que se debe de encontrar la velocidad del flujo que existe dentro de la tubería, estas son:

$$0,60 \text{ m/s} \leq V \leq 4,00 \text{ m/s}.$$

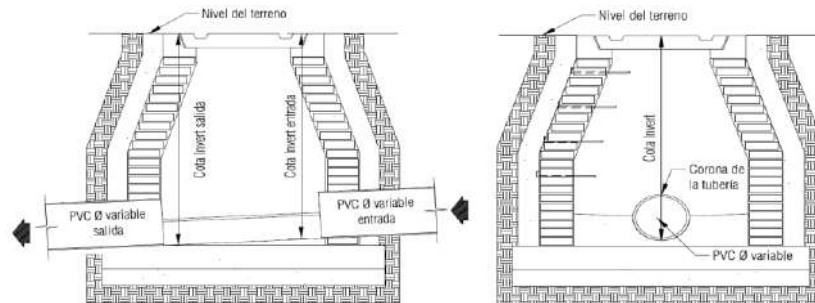
Las velocidades se deben de encontrar en ese rango con el fin de evitar que ocurra decantación de sólidos por velocidades muy bajas y deterioro por velocidades muy altas.

2.2.14.2. Cotas invert

Es la cota que indica el nivel al que se encontrara la parte inferior de la tubería respecto al nivel de la rasante del suelo. Es importante que la cota invert sea al menos igual que el recubrimiento de la tubería.

Se dividen en cota invert de entrada y cota invert de salida del pozo de visita. Para el cálculo de las cotas invert se hace en base a la pendiente del terreno y la distancia que habrá entre los pozos de visita del tramo a analizar, tomando en cuenta los diferentes casos que se pueden presentar durante el diseño, estos se explicaran más adelante:

Figura 8. Descripción cotas invert



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Fórmulas para el cálculo de cotas invert:

$$CIE = CT - (DH * S_{tub})$$

$$CIS = CIE - x$$

Donde:

CT = Cota del terreno.

CIE = Cota invert de entrada.

CIS = Cota invert de salida.

S_{tub} = pendiente de la tubería (%).

DH = Distancia horizontal entre pozos de vista.

$x = 0,03$ m o dependiendo de los siguientes casos.

- Caso 1

Para tramos iniciales la cota invert de salida se calculará de la siguiente manera:

$$CIS = CT - \text{profundidad mínima de la tubería}$$

- Caso 2

Cuando el diámetro de la tubería que ingresa a un pozo es igual al que sale, la cota invert de salida estará como mínimo a 3 centímetros por debajo de la cota invert de entrada.

$$\emptyset \text{ entrada} = \emptyset \text{ salida}$$

$$\text{CIS} = \text{CIE} - 0,03 \text{ m}$$

- Caso 3

Cuando el diámetro de la tubería que sale de un pozo de visita es diferente al diámetro que ingresa, entonces la cota invert de salida será igual a la cota invert de entrada menos la diferencia entre los dos diámetros.

$$\emptyset \text{ entrada} < \emptyset \text{ salida}$$

$$\text{CIS} = \text{CIE} - ((\emptyset \text{ salida} - \emptyset \text{ entrada}) * 0,0254 \text{ m/pulg})$$

- Caso 4

Cuando ingresan varias tuberías a un pozo de visita y estas tienen el mismo diámetro de la tubería que sale, la cota invert de salida estará a 0,03 m por debajo de la cota invert entrada más baja que ingresa al pozo de visita.

- Caso 5

Para el cálculo de la cota invert de entrada de un pozo B, se tiene que haber calculado antes la cota invert de salida del pozo anterior, pozo A, se calcula de la siguiente manera:

$$CIE_{\text{pozoB}} = CIS_{\text{pozoA}} - \left[\left(DH - \frac{\emptyset_{\text{pozoA}}}{2} - \frac{\emptyset_{\text{pozoB}}}{2} \right) * S_{\text{tub}} \right]$$

Donde:

CIE_{pozoB} = Cota invert de entrada pozo B

CIS_{pozoA} = Cota invert de salida pozo A

DH = Distancia horizontal de pozo a pozo

\emptyset_{pozo} = Diámetro del pozo de visita

Stub = Pendiente de la tubería (%)

2.2.15. Profundidad de la tubería

Es la distancia medida desde la superficie del terreno hasta la corona de la tubería, debe de estar a una profundidad de manera que proteja a la tubería de daños provocados por las cargas transmitidas en el suelo debido al paso de vehículos. A continuación, se muestra una tabla con las profundidades mínimas según el tipo de tráfico.

Tabla XI. **Profundidad mínima en centímetros para tuberías según su diámetro y tipo de tráfico**

Ø tubería	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"
Trafico Normal	123	128	138	141	150	158	166
Tráfico Pesado	143	148	158	161	170	176	186

Fuente: CABRERA, Ricardo. *Apuntes de ingeniería sanitaria 2*. p. 37.

Para este proyecto se optó por utilizar una profundidad mínima de 150 centímetros debido a la topografía y las condiciones de tráfico que tendrá la colonia.

Otro factor importante para el diseño del alcantarillado es el ancho de zanja, este valor se escoge según el diámetro de la tubería y debe permitir que la instalación sea fácil, así mismo, al escoger un ancho óptimo de zanja se evita excavar de más, lo que se traduce en una reducción de costos en el proyecto.

En este proyecto es escogió el ancho de zanja dependiendo de la profundidad que tendría la tubería y el diámetro de esta. A continuación, se muestra los anchos mínimos que se utilizaron:

Tabla XII. **Ancho mínimo de zanja**

Profundidad de tubería		Menos de 1,86 m	Menos de 2,86 m	Menos de 3,86 m	Menos de 5,36 m	Menos de 6,36 m
Ø tubería	6"	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m	0,80 m
	8"	0,60 m	0,65 m	0,70 m	0,75 m	0,80 m
	10"	0,70 m	0,70 m	0,70 m	0,75 m	0,80 m
	12"	0,75 m	0,75 m	0,75 m	0,75 m	0,80 m
	15"	0,90 m	0,90 m	0,90 m	0,90 m	0,90 m
	18"	1,10 m	1,10 m	1,10 m	1,10 m	1,10 m
	21"	1,10 m	1,10 m	1,10 m	1,10 m	1,10 m
	24"	1,35 m	1,35 m	1,35 m	1,35 m	1,35 m

Fuente: CABRERA, Ricardo. *Apuntes de ingeniería sanitaria 2*. p. 37.

2.2.16. Pozos de visita

Son estructuras que se utilizan para inspeccionar y dar manteniendo a la red de alcantarillado, además permiten la ventilación de la red eliminando los gases. Deben de estar contruidos con materiales impermeables para evitar

filtración de las aguas residuales, lo que provocaría la contaminación de los suelos que están alrededor del pozo de visita, esto representaría un peligro para los usuarios.

Las normas del INFOM establecen que se deben de localizar pozos de visita en los siguientes casos:

- En cada inicio de cualquier ramal.
- A distancias no mayores a 100 metros en tuberías de hasta 24 pulgadas y 300 metros para tuberías con diámetro superior a 24 pulgadas.
- En la intersección de dos o más tuberías.
- Cuando existan cambios de pendiente.
- Cuando exista cambio de diámetro de la tubería.
- Cuando exista un cambio en la dirección horizontal.

En este proyecto se utilizarán pozos con un diámetro interno de 1,50 metros, este valor se escogió en base a los diámetros de las tuberías que tendrá el alcantarillado sanitario y para garantizar el fácil acceso para realizar las labores de inspección o reparación de las tuberías.

2.2.17. Principios hidráulicos

El alcantarillado sanitario se diseña para que trabaje como un canal abierto, el cual se caracteriza por tener una superficie libre expuesta a la presión atmosférica. Conduce las aguas residuales mediante la acción de la fuerza de gravedad, y está determinado por la pendiente y el material del que este hecho el canal, puede ser de sección abierta o cerrada, en este caso se usa una sección circular cerrada.

2.2.17.1. Relaciones hidráulicas

Un alcantarillado se debe diseñar para que cumpla con las velocidades de diseño y la relación de tirantes, tanto para la población actual como para la futura. Las relaciones hidráulicas permiten calcular dichos valores, primero se debe calcular el caudal y velocidad que se presentaría si condujera un caudal a sección llena. Luego se hace una relación de caudales, se busca un valor parecido en las tablas de relaciones hidráulicas, se escoge el valor que está en la misma fila de la columna que tiene la relación de velocidades (v/V), obtenido este valor se multiplica con la velocidad de sección llena y se tiene la velocidad a sección parcialmente llena. Por último, se verifica que el valor de la columna de relación de tirantes este entre: $0,10 \leq d/D \leq 0,75$.

Las tablas de relaciones hidráulicas se adjuntan en el apartado de anexos.

2.2.18. Cálculo hidráulico

En base a las normas del Instituto de Fomento Municipal todos los parámetros que se han detallado se utilizaron para el cálculo del diseño del sistema de alcantarillado en zonas rurales, lo que significa que para el alcantarillado sanitario de la colonia San Mauricio se diseñara para que funcione de manera eficiente durante el periodo de diseño. En el siguiente ejemplo se diseña un tramo aplicando todos estos conceptos.

2.2.18.1. Ejemplo de diseño de un tramo

A continuación, a manera de ejemplo se diseñará el tramo de alcantarillado sanitario que va del PV-37 a PV-38.

Tabla XIII. **Parámetros de diseño para el tramo de PV-37 a PV-38**

Datos de diseño	
Ubicación del proyecto	San Mauricio, Azacualpilla, Palencia
Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Tipo de tubería	PVC ASTM F-949
Diámetro de tubería	6 pulgadas
Diámetro de pozo de visita	1,50 m
Periodo de diseño	25 años
Densidad de habitantes	6 habitantes/lote
Tasa de crecimiento poblacional	2,66 % (INE)
Factor de caudal medio	0,0046 (INFOM)
Coefficiente de rugosidad (n)	0,010
Cota de terreno inicial	63,468 m
Cota de terreno final	60,179 m
Distancia horizontal	60,00 m

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de población actual

$$P_o = \text{Lotes} * \text{densidad de habitantes/lote}$$

$$P_o = 10 \text{ lotes} * 6 \frac{\text{habitantes}}{\text{lote}} = 60 \text{ habitantes}$$

- Cálculo de población futura

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

$$P_f = 60 * (1+0,0266)^{25}$$

$$P_f = 116 \text{ habitantes}$$

- Factor de Harmond

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{P}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{P}{1\,000}}}$$

- Factor de Harmond para población actual

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{60}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{60}{1\,000}}} = 4,30$$

- Factor de Harmond para población futura

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{116}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{116}{1\,000}}} = 4,23$$

- Caudal de diseño

$$Q_{dis} = f_{qm} * FH * P$$

- Caudal de diseño para población actual

$$Q_{dis} = 0,00460 * 4,30 * 60 \text{ habitantes} = 1,19 \text{ L/s}$$

- Caudal de diseño para población futura

$$Q_{\text{dis}} = 0,00460 * 4,23 * 116 \text{ habitantes} = 2,25 \text{ l/s}$$

- Pendiente del terreno

$$S_{\text{terr}} = \frac{CT_o - CT_f}{DH} * 100$$

Donde:

S_{terr} = Pendiente del terreno (%)

CT_o = Cota de terreno inicial

CT_f = Cota de terreno final

DH = Distancia horizontal

Sustituyendo valores:

$$S_{\text{terr}} = \frac{63,468 - 60,179}{60,00} * 100$$

$$S_{\text{terr}} = 5,48 \%$$

Al utilizar la pendiente del terreno la altura del pozo PV-38 no cumple con el recubrimiento mínimo de la tubería que es de 1,50 metros. Se utilizará una pendiente de tubería de: $S_{\text{tub}} = 5,60 \%$.

- Velocidad a sección llena

$$V = \frac{0,03429 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

$$V = \frac{0,03429 * 6^{2/3} * 5,60\%^{1/2}}{0,010} = 2,68 \text{ m/s}$$

- Caudal a sección llena

$$Q = V * A_{\text{tub}} * 1\,000 \text{ L/m}^3$$

Donde:

Q = caudal a sección llena (L/s)

A_{tub} = área de la sección del tubo (m²)

V = velocidad a sección llena (m/s)

$$Q = 2,68 \text{ m/s} * \left(\left(6'' * 0,0254 \frac{\text{m}}{\text{pulg}} \right)^2 * \frac{\pi}{4} \right) * 1\,000 \text{ L/m}^3$$

$$Q = 48,88 \text{ L/s}$$

- Relaciones hidráulicas
 - Relación de caudales

- Actual

$$\frac{q}{Q} \text{ actual} = \frac{1,19}{48,88}$$

$$\frac{q}{Q} \text{ actual} = 0,02427$$

- Futuro

$$\frac{q}{Q} \text{ futuro} = \frac{2,25}{48,88}$$

$$\frac{q}{Q} \text{ futuro} = 0,04613$$

- Relación de velocidades

- Actual

$$\frac{v}{V} \text{ actual} = 0,419$$

$$v \text{ actual} = 0,419 * V$$

$$v \text{ actual} = 0,419 * 2,68 \text{ m/s}$$

$$v \text{ actual} = 1,12 \text{ m/s}$$

- Futuro

$$\frac{v}{V} \text{ futura} = 0,508$$

$$v \text{ futura} = 0,508 * V$$

$$v \text{ futura} = 0,508 * 2,68 \text{ m/s}$$

$$v \text{ futura} = 1,36 \text{ m/s}$$

Como se puede observar tanto la velocidad actual, como la futura se encuentran en el rango de velocidades de diseño que propone el INFOM, $0,60 \text{ m/s} \leq v \leq 4,00 \text{ m/s}$.

- Relaciones de tirantes

$$\frac{d}{D} \text{ actual} = 0,11$$

$$\frac{d}{D} \text{ futura} = 0,15$$

En ambos casos la relación de tirantes se encuentra en el rango que establecen las normas del INFOM, que es el siguiente: $0,10 \leq d/D \leq 0,75$.

- Cotas invert
 - Cota invert de salida de PV-37

Para el pozo de visita PV-37 se calcula utilizando el caso 1 que se explicó anteriormente donde dice que para tramos iniciales la cota invert de salida se calculará de la siguiente manera:

$$CIS = CT - \text{profundidad mínima de la tubería}$$

$$CIS_{PV-37} = 63,468 \text{ m} - 1,50 \text{ m} = 61,97 \text{ m}$$

- Cota invert de entrada de PV-38

$$CIE_{\text{pozoB}} = CIS_{\text{pozoA}} - \left[\left(DH - \frac{\varnothing_{\text{pozoA}}}{2} - \frac{\varnothing_{\text{pozoB}}}{2} \right) * S_{\text{tub}} \right]$$

$$CIE_{PV-38} = 61,97 \text{ m} - \left[\left(60 \text{ m} - \frac{1,50 \text{ m}}{2} - \frac{1,50 \text{ m}}{2} \right) * 5,60 \% \right] = 58,69 \text{ m}$$

- Cota de invert de salida de PV-38

Como se explicó anteriormente cuando el diámetro de la tubería que ingresa a un pozo es igual al que sale, la cota invert de salida estará como mínimo a 3 centímetros por debajo de la cota invert de entrada. Así como se calcula a continuación:

$$CIS_{PV-38} = CIE_{PV-38} - 0,03 \text{ m}$$

$$CIS_{PV-38} = 58,69 \text{ m} - 0,03 \text{ m} = 58,66 \text{ m}$$

- Altura de pozo de visita
 - Altura de pozo PV-37

$$H_{PV-37} = \text{Cota del terreno} - \text{Cota invert de salida de PV-37}$$

$$H_{PV-37} = 63,468 \text{ m} - 61,97 \text{ m} = 1,50 \text{ m}$$

- Altura de pozo PV-38

$$H_{PV-38} = \text{Cota del terreno} - \text{Cota invert de salida de PV-38}$$

$$H_{PV-38} = 60,179 \text{ m} - 58,66 \text{ m} = 1,52 \text{ m}$$

En el apéndice del presente trabajo se encuentran las tablas de diseño de todo el sistema de alcantarillado sanitario para la colonia San Mauricio.

2.2.19. Conexiones domiciliarias

Tiene la función de conducir las aguas residuales de las vivienda o edificios hacia el colector principal de la red de alcantarillado sanitario. Comúnmente en cada lote donde habrá una casa se deja provista de una conexión en Y o en T.

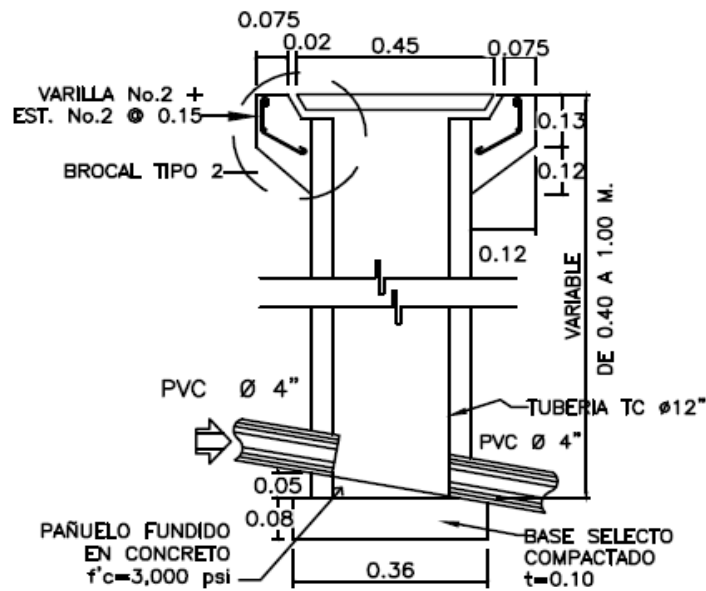
Se recomienda que para colectores pequeños se use una conexión tipo Y, debido a que permite que el flujo entre al colector principal de una manera menos violenta. Una conexión tipo T tiene la ventaja que su instalación es menos complicada a comparación de la de tipo Y, por lo que actualmente la hace la conexión más utilizada en los sistemas de alcantarillado sanitario. En cualquiera de los dos casos, la unión con el colector principal debe hacerse en la parte superior para evitar que las aguas residuales retornen por la conexión domestica al momento que el colector funcione en su máxima capacidad.

- Las conexiones domiciliarias están conformadas por las siguientes partes:
 - Candela o caja

La conexión doméstica comúnmente se hace mediante una caja de inspección, construida de mampostería o con una estructura compuesta de un tubo vertical de concreto colado con diámetro de 12 pulgadas. En ambos casos tendrán una altura mínima de 1 metro y para la caja de inspección su lado menor será de 0,45 metros.

La estructura debe estar impermeabilizada por dentro, tener una tapadera que permita realizar las inspecciones y el fondo será de concreto con una pendiente que permita que las aguas fluyan por la tubería secundaria hacia el colector.

Figura 9. **Ejemplo de candela**

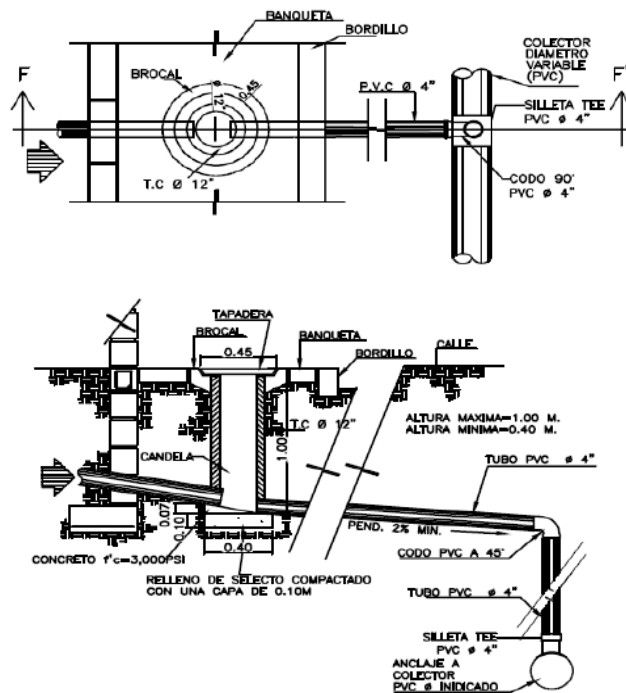


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

- Tubería de secundaria

Es la tubería que conecta la candela domiciliar con el colector principal, se utilizan con un diámetro de 6 pulgadas cuando la tubería es de concreto y de 4 pulgadas para las tuberías de PVC. Se instalan con una pendiente mínima del 2,00 % y una máxima de 6,00 %, con el fin de evacuar de manera adecuada las aguas residuales, se debe de tomar en cuenta la altura a la que se encuentra la vivienda con respecto del colector principal, evitando profundizar demasiado la conexión domiciliar. La conexión con el colector principal se hace en medio del diámetro superior a un ángulo de 45 grados aguas abajo.

Figura 10. Ejemplo de conexión domiciliar



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

2.2.20. Tratamiento de aguas residuales

La importancia de realizar un tratamiento a las aguas residuales que son recogidas por un sistema de alcantarillado sanitario radica en la protección de la salud pública y del medio ambiente.

Al realizar un tratamiento correcto de las aguas servidas se logra mejorar las características de dichas aguas eliminando los parásitos, bacterias y virus patógenos, lo que permite proteger y recuperar los cuerpos receptores de agua que por lo general son ríos, lagos y mares.

En el año 2006 el ejecutivo emitió el Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 que da vida al “Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos” el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales es el encargado de vigilar que se cumpla con todos los requisitos y procedimientos establecidos en dicho reglamento.

En base a lo anterior para el sistema de alcantarillado sanitario de la colonia San Mauricio, se proponen dos puntos de descarga, ambos se encuentran en terrenos municipales donde la municipalidad de Palencia tiene contemplado construir plantas de tratamiento que según el Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 deben ser diseñadas y construidas por un ingeniero sanitaria. Razón por la cual en el diseño no se incluyen fosas sépticas, pozos de absorción u otro tipo de tratamiento previo. Solo se dará una breve descripción de este tipo de tratamientos.

2.2.20.1. Fosa séptica

Son tanques que combinan los procesos de sedimentación y digestión anaerobia de la materia orgánica. El tanque puede tener dos o más compartimientos que trabajan en serie. En el primero se produce la sedimentación, biodigestión y el almacenamiento de lodos, en este proceso se eliminan aproximadamente entre 40 % y 60 % de los sólidos suspendidos, por lo que en el segundo compartimiento se sigue con el proceso de remoción de sólidos. Es importante mencionar que dicho afluente se encuentra en condiciones séptica por lo que requiere un tratamiento posterior.

2.2.20.2. Pozos de absorción

Un pozo de absorción proporciona un tratamiento físico y biológico a las aguas que recibe provenientes de una fosa séptica a través de sus paredes y piso permeable esto gracias a que es revestido con grava por donde puede ingresar el agua superficial y se filtra en el suelo circundante.

Para determinar la profundidad del pozo es importante conocer la permeabilidad del suelo, mediante pruebas de percolación y de infiltración. Otro factor importante por tomar en cuenta es la profundidad del nivel freático, este debe estar como mínimo a 1,50 metros por debajo del fondo del pozo.

2.2.21. Plan de operación y mantenimiento del sistema

Para este proyecto es importante que exista un comité que se encargue de administrar las actividades de operación y mantenimiento para mantener en buenas condiciones y garantizar un óptimo funcionamiento del sistema. A continuación, se describen las técnicas para lograr lo anterior:

- Técnicas de inspección

Sirven para determinar la condición en la que se encuentra trabajando el alcantarillado, se recomienda que deben de realizarse cada 4 meses como mínimo y bajo condiciones de caudal bajo, para esto se crean taponamientos temporales en el colector para reducir el caudal.

Los colectores pueden inspeccionarse utilizando cámaras de inspección visual o por iluminación con lámparas, estos son los métodos más económicos y permiten conocer la condición real en la que se encuentra el alcantarillado.

- Técnicas de limpieza y reparación

Algunos de los problemas más frecuentes en este tipo de sistemas es el taponamiento parcial o total de las tuberías y la acumulación de residuos o lodos en los pozos de visita. Por lo que es muy importante realizar programas de educación y prevención para que la población conozca que sustancias de uso doméstico no deben ser vertidas en el alcantarillado.

Cuando existe taponamiento en la tubería se vierte agua en forma brusca para despejar la tubería y si el problema persiste se introduce una guía metálica para quitar el taponamiento y luego se vierte el agua en forma brusca. En cuanto a los pozos de visita se procede a quitar los lodos y residuos para deja que las aguas corran libremente.

2.2.22. Elaboración de planos

Los planos constructivos del sistema de alcantarillado sanitario para la colonia San Mauricio se presentan en el apartado apéndices y están conformados por:

- Planta general del alcantarillado sanitario
- Planta- perfil del alcantarillado sanitario
- Detalle de pozos de visita y conexiones domiciliarias
- Planta general de curvas de nivel y densidad de vivienda

2.2.23. Presupuesto

A continuación, se muestra el presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario donde se indica el precio de cada renglón que conforma todo el proyecto, así como su costo total.

Tabla XIV. Presupuesto del proyecto

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P,U (Q)	PRECIO TOTAL (Q)
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1,1	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	KM	4,20	2 110,77	8 866,30
1,2	TRAZO Y ESTAQUEADO	M	7 363,00	2,92	21 476,10
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
2,1	EXCAVACIÓN	M3	6 389,00	65,74	420 034,62
2,2	RELLENO	M3	5 407,00	93,62	506 216,60
2,3	RETIRO DE MATERIAL SOBRENTE	M3	3 537,60	15,93	56 364,69
3	ALCANTARILLADO SANITARIO				
3,1	TUBERÍA PVC CORRUGADA PARA ALCANTARILLADO SANITARIO DE 6" NORMA ASTM 949 (TUBO DE 6,00 M)	ML	2 203,52	158,27	348 751,11
3,2	TUBERÍA PVC CORRUGADA PARA ALCANTARILLADO SANITARIO DE 8" NORMA ASTM 949 (TUBO DE 6,00 M)	ML	1 369,74	228,04	312 355,51
3,3	TUBERÍA PVC CORRUGADA PARA ALCANTARILLADO SANITARIO DE 10" NORMA ASTM 949 (TUBO DE 6,00 M)	ML	363,22	346,27	125 772,19
3,4	TUBERÍA PVC CORRUGADA PARA ALCANTARILLADO SANITARIO DE 12" NORMA ASTM 949 (TUBO DE 6,00 M)	ML	158,88	426,99	67 840,17
4	CONEXIONES DOMICILIARES				
4,1	CONEXIONES DOMICILIARES	UNIDAD	527,00	1 946,13	1 025 610,51
5	POZOS DE VISITA				
5,1	CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA (DIÁMETRO INTERNO 1,5 M) PROFUNDIDAD COMPRENDIDA ENTRE 1,5 M Y 2,0 M	UNIDAD	72,00	14 544,78	1 047 224,16
5,2	CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA (DIÁMETRO INTERNO 1.5 M) PROFUNDIDAD COMPRENDIDA ENTRE 2,01 M Y 2,5 M	UNIDAD	3,00	17 326,93	51 980,79
5,3	CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA (DIÁMETRO INTERNO 1.5 M) PROFUNDIDAD COMPRENDIDA ENTRE 2,51 M Y 3,0 M	UNIDAD	2,00	19 232,62	38 465,24
5,4	CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA (DIÁMETRO INTERNO 1.5 M) PROFUNDIDAD COMPRENDIDA ENTRE 3,5 M Y 4,0 M	UNIDAD	6,00	23 312,11	139 872,66
6	PAVIMENTO FLEXIBLE				
6,1	TRABAJOS DE CORTE DE PAVIMENTO (ASFALTO)+RETIRO DE MATERIAL	M2	254,00	90,47	27 234,57
6,2	REPOSICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE 0,05 M + BASE GRANULAR DE 0,20 M.	M2	254,00	392,48	99 689,25
	TOTAL				Q 4 293 754,47

Fuente: elaboración propia.

2.2.24. Cronograma físico

A continuación, se muestra el cronograma del avance físico del sistema de alcantarillado sanitario, se puede observar el tiempo en semanas que tomará la ejecución de cada renglón del proyecto.

Tabla XV. Cronograma físico del proyecto

		CRONOGRAMA FISICO																							
		MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
No.	DESCRIPCIÓN	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	TRABAJOS PRELIMINARES																								
1.01	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO																								
1.02	TRAZO Y ESTACQUEADO																								
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS																								
2.01	EXCAVACIÓN																								
2.02	RELLENO																								
2.03	RETIRO DE MATERIAL SOBRENTE																								
3	ALCANTARILLADO SANITARIO																								
3.01	TUBERÍA PVC CORRUGADA PARA ALCANTARILLADO SANITARIO DE 6" NORMA ASTM 949 (TUBO DE 6,00 M)																								
3.02	TUBERÍA PVC CORRUGADA PARA ALCANTARILLADO SANITARIO DE 8" NORMA ASTM 949 (TUBO DE 6,00 M)																								
3.03	TUBERÍA PVC CORRUGADA PARA ALCANTARILLADO SANITARIO DE 10" NORMA ASTM 949 (TUBO DE 6,00 M)																								
3.04	TUBERÍA PVC CORRUGADA PARA ALCANTARILLADO SANITARIO DE 12" NORMA ASTM 949 (TUBO DE 6,00 M)																								
4	CONEXIONES DOMICILIARES																								
4.01	CONEXIONES DOMICILIARES																								
5	POZOS DE VISITA																								
5.01	CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA (DIÁMETRO INTERNO 1,5 M) PROFUNDIDAD COMPRENDIDA ENTRE 1,5 M Y 2,0 M																								
5.02	CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA (DIÁMETRO INTERNO 1,5 M) PROFUNDIDAD COMPRENDIDA ENTRE 2,01 M Y 2,5 M																								
5.03	CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA (DIÁMETRO INTERNO 1,5 M) PROFUNDIDAD COMPRENDIDA ENTRE 2,51 M Y 3,0 M																								
5.04	CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA (DIÁMETRO INTERNO 1,5 M) PROFUNDIDAD COMPRENDIDA ENTRE 3,5 M Y 4,0 M																								
6	PAVIMENTO																								
6.01	TRABAJOS DE CORTE DE PAVIMENTO (ASFALTO)+RETIRO DE MATERIAL																								
6.02	REPOSICIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE 0,05 M + BASE GRANULAR DE 0,20 M.																								

Fuente: elaboración propia.

2.2.25. Evaluación socio económica

En esta evaluación se identifica el impacto que un proyecto tiene sobre el bienestar de una población. El valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR) permiten determinar qué tan rentable será el proyecto. En este caso al ser un proyecto de carácter social no se analizará en las ganancias que genere el proyecto sino del beneficio que traerá a la comunidad de San Mauricio.

2.2.25.1. Valor presente neto

Es el método más conocido para evaluar proyectos de inversión a largo plazo debido a que permite determinar si una inversión se puede maximizar. Consiste en transformar la inversión inicial, los ingresos y egreso anuales, así como valores de rescate futuros de un proyecto a un valor presente, lo que permite determinar si este es rentable al término del periodo de diseño.

Como el proyecto de alcantarillado sanitario para la colonia San Mauricio es de carácter social, es decir para beneficio de población. La municipalidad de Palencia no contempla tener ganancias o utilidades, por lo que en este caso solo existe el monto de egresos que es igual al costo total del proyecto. Por lo que el valor presente neto queda de la siguiente forma:

$$\text{VPN} = \text{ingresos} - \text{egresos}$$

$$\text{VPN} = \text{Q } 0,00 - \text{Q } 4\,293\,754,47$$

$$\text{VPN} = -\text{Q } 4\,293\,754,47$$

2.2.25.2. Tasa interna de retorno

Es la tasa de interés con la cual el valor presente neto (VPN) es igual a cero, se utiliza para saber qué proyecto escoger y cuales rechazar debido que la tasa de interna de retorno (TIR) es un indicador de la rentabilidad de un proyecto, entre mayor sea la TIR mayor es la rentabilidad.

Este proyecto al ser de carácter social, es decir no produce utilidad alguna porque se diseña para promover el desarrollo en la comunidad, no se puede obtener una TIR atractiva, por lo que a nivel municipal se analiza la inversión desde el punto de vista costo/beneficio. A continuación, se hace este análisis:

$$\text{Costo/beneficio} = \frac{\text{Costo del proyecto}}{\text{habitantes beneficiados}}$$

$$\text{Costo/beneficio} = \frac{\text{Q 4 293 754,25}}{3 162 \text{ habitantes}}$$

$$\text{Costo/beneficio} = \text{Q 1 357,92 / habitante}$$

Con este valor el consejo de una municipalidad puede decidir si se realiza o no el proyecto.

2.2.26. Evaluación de impacto ambiental, formato DVGA-GA-002

Las actividades humanas en forma directa o indirecta provocan impactos en el ambiente, estos pueden ser negativos como positivos, por lo que es importante realizar estudios como la evaluación de impacto ambiental que identifica los impactos no deseados y ayuda a seleccionar alternativas para reducirlos.

Una evaluación de impacto ambiental tiene su fundamento legal en la: Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, donde indica en su artículo 8 que para todo proyecto, obra, industria o cualquier actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, el ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicas en la materia y aprobado por la Comisión del Medio Ambiente.

El funcionario que omitiera el estudio de Impacto Ambiental de conformidad con este artículo será responsable por el incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de Impacto Ambiental será sancionado con una multa de Q. 5 000.00 a Q. 100 000.00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales bajo el Acuerdo Ministerial No. 199-2016 presenta un listado taxativo para la clasificación de proyectos en función de su impacto ambiental. El presente proyecto corresponde a la categoría C1 que presenta bajo impacto ambiental por lo que es necesario llenar el formato DVGA-GA-002 que es un formulario de Evaluación Ambiental Inicial para actividades de bajo impacto ambiental

En el apartado de apéndices se muestra el formulario para este proyecto el cual debe ser presentado en forma física a la ventanilla ambiental de la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales.

CONCLUSIONES

1. La colonia San Mauricio no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario y tiene un deficiente sistema de agua potable, por lo que la realización de estos proyectos traerá beneficios que se traducen en salud y mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores. Además, contribuirán al cuidado de los recursos hídricos del municipio de Palencia.
2. El diseño del sistema de agua potable se hizo cumpliendo con los requisitos que establecen las normas y reglamentos del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR) y del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), con el fin de garantizar un buen servicio a población a lo largo de la vida útil del proyecto y de esta forma contribuir en la mejora del nivel de desarrollo de la comunidad.
3. El diseño del sistema de alcantarillado sanitario se hizo cumpliendo con los requisitos que establecen las normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), con el fin de garantizar un buen servicio a población a lo largo de la vida útil del proyecto y de esta forma contribuir en la mejora del nivel de desarrollo de la comunidad.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Palencia:

1. La etapa de construcción de ambos proyectos debe ser supervisada por profesionales en esta área para garantizar la correcta ejecución de acuerdo con las especificaciones presentadas en los planos.
2. Tener un estricto control de la calidad de los materiales de construcción, para garantizar que sus características físicas, químicas y mecánicas cumplen las especificaciones de los proyectos.
3. Reforestar las áreas cercanas donde se ubicarán las plantas de tratamiento en el caso del sistema de alcantarillado sanitario y para el sistema de agua potable donde se ubicará la fuente de captación para garantizar el agua en época de estiaje.
4. En coordinación con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social realizar una campaña para concienciar a los pobladores de la colonia San Mauricio sobre la importancia del uso adecuado y responsable del agua.
5. Capacitar a los miembros del COCODE de la colonia San Mauricio sobre la operación y mantenimiento de ambos proyectos con el fin de optimizar los recursos y conservar la infraestructura.
6. Tener un control y si es necesario actualizar los precios que se encuentran en los presupuestos de los proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria 1*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 170 p.
2. CHÁVEZ ROCA, Pedro. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en aldea los Cubes y sistema de alcantarillado sanitario para cantones Rincón de Piedra, Agua Tibia y caserío El Encinón, cabecera municipal, municipio de Palencia, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2017. 211 p.
3. Comisión Guatemalteca de Normas. *Agua para consumo humano*. 1a ed. Guatemala: COGUANOR, Edificio Centro Nacional de Metrología, 2013. 12 p.
4. Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de Palencia y Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia. *Plan de desarrollo de Palencia, Guatemala*. Guatemala: SEGEPLAN/DPT, 2010. 118 p.
5. Empresa Municipal de Agua de la ciudad de Guatemala. *Reglamento de diseño de alcantarillados para la ciudad de Guatemala*. 2a ed. Guatemala: EMPAGUA, 2006. 74 p.

6. Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, INFOM-MSPAS. *Guía de normas para la disposición final de excretas y aguas residuales de Guatemala*. Guatemala: MSPAS, 2011. 37 p.
7. _____. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. Guatemala: MSPAS, 2011. 64 p.
8. Instituto de Fomento Municipal y Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales, INFOM-UNEPAR. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. 2da ed. Guatemala: INFOM, 1997. 103 p.
9. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2001. 30 p.

APÉNDICE

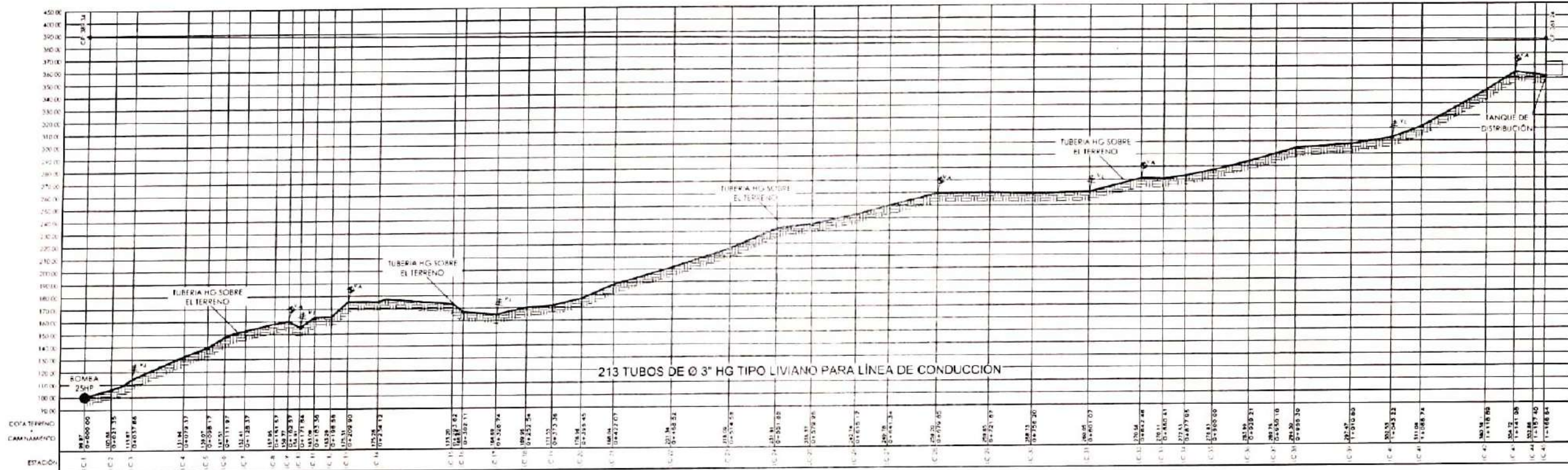
A continuación, se muestra las hojas de diseño y los planos de los dos proyectos que contiene este informe los cuales son: Sistema de abastecimiento de agua potable y Sistema de alcantarillado sanitario para la colonia San Mauricio.

En este apartado se encuentran los formularios de Evaluación Ambiental Inicial que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales exige para proyectos de categoría C1 y que en esta ocasión los dos proyectos que contiene este informe se encuentran en dicha categoría.

Apéndice 1. **Diseño hidráulico de la red de distribución del sistema de abastecimiento de agua potable para la colonia San Mauricio**

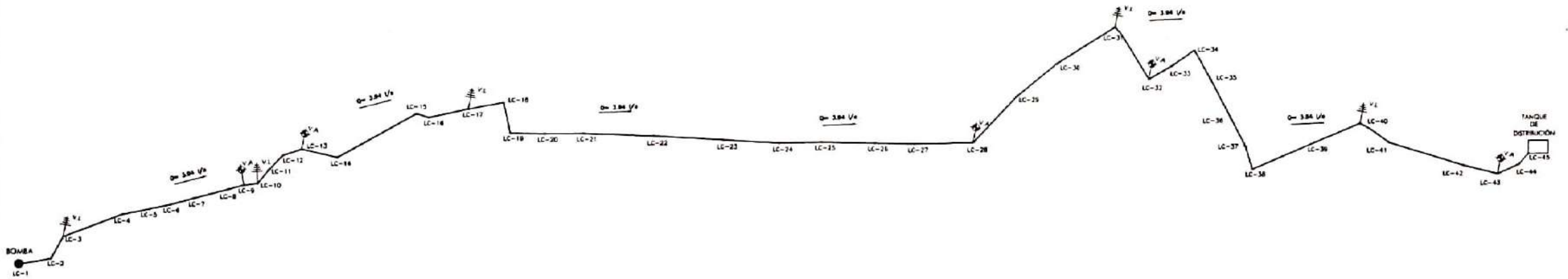
Listado de planos del sistema de agua potable

- PLANTA PERFIL LÍNEA DE IMPULSIÓN
- PLANTA DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN
- PLANTA PERFIL LÍNEA PRINCIPAL DE DISTRIBUCIÓN
- PLANTA PERFIL LÍNEA PRINCIPAL DE DISTRIBUCIÓN
- PLANTA PERFIL RAMALES
- PLANTA PERFIL RAMALES
- PLANTA PERFIL RAMALES
- DENSIDAD POBLACIONAL
- CURVAS DE NIVEL
- DETALLES DE VÁLVULAS
- DETALLES DE VÁLVULAS
- SISTEMA DE CLORACIÓN
- CAPTACIÓN TÍPICA DE UN BROTE DEFINIDO
- DETALLE TANQUE DE SUCCIÓN
- DETALLE CASETA DE BOMBEO
- DETALLE DOMICILIAR Y ANCLAJE DE TUBERÍA HG



PERFIL LÍNEA DE IMPULSIÓN
ESC : 1/3000

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	BOMBA
□	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
LC	ESTACION EN LA LINEA DE CONDUCCIÓN
Q	CAUDAL DE BOMBEO
↑	VALVULA DE AIRE
↑	VALVULA DE LIMPIEZA
⊠	VALVULA DE COMPUERTA
—	TUBERIA HG DE Ø 3"



PLANTA LÍNEA DE IMPULSIÓN
ESC : 1/3200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN MAURICIO

UBICACIÓN:
ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA

FECHA:
ENE 2020

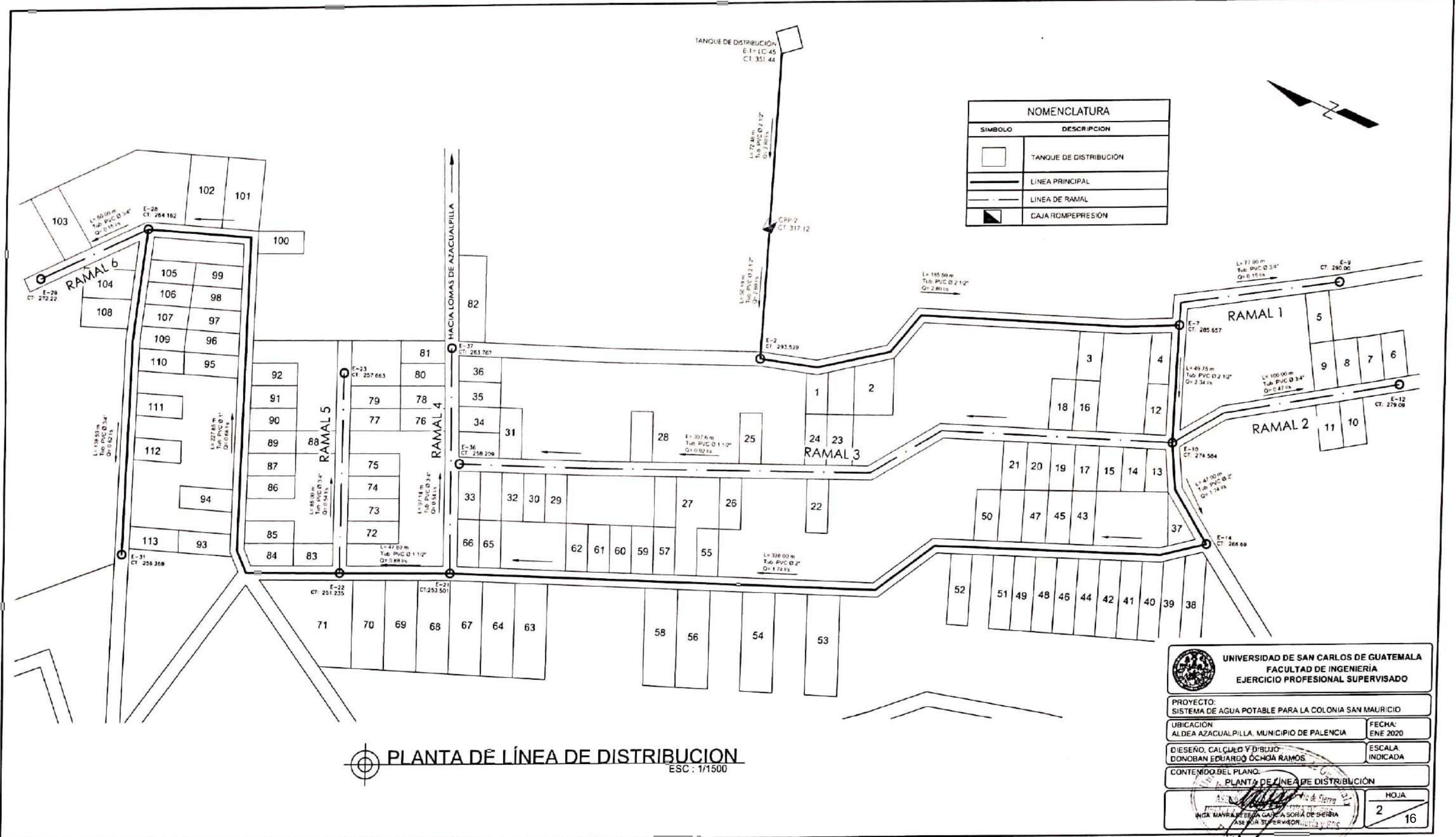
DISEÑO, CALCULO Y DIBUJO:
DONOBA EDUARDO OCHOA RAMOS

ESCALA:
INDICADA

CONTENIDO DEL PLANO:
PLANTA PERIFERIA DE IMPULSION

ASISTENTE TECNICO DE EPS
ING. MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA
INGENIERO SUPERVISOR

HOJA:
1
16



NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	LÍNEA PRINCIPAL
	LÍNEA DE RAMAL
	CAJA ROMPEPRESIÓN

PLANTA DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN
ESC: 1/1500

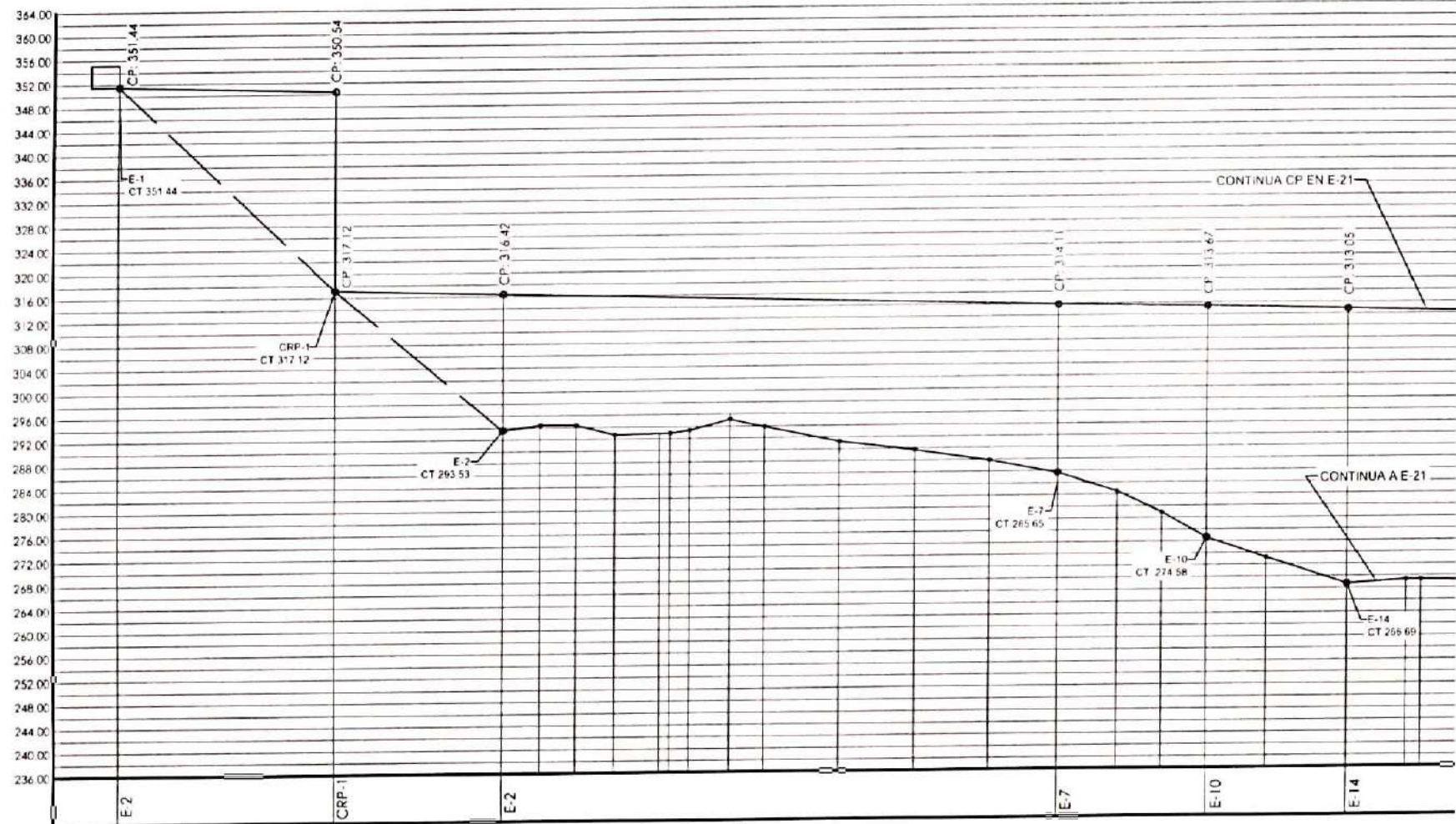
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
 SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN MAURICIO

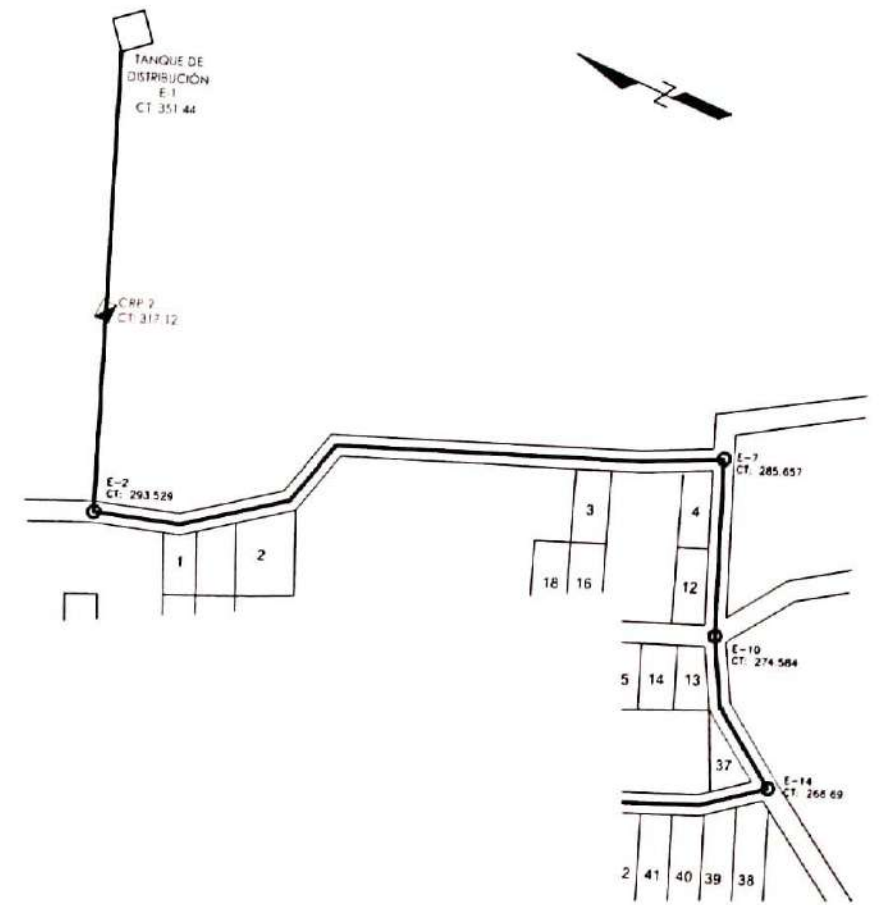
UBICACIÓN: ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA: ENE 2020
DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO: DONOBA EDUARDO OCHOA RAMOS	ESCALA: INDICADA

CONTENIDO DEL PLANO:
 PLANTA DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN


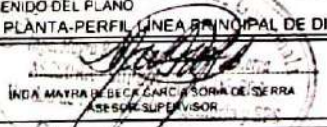
 ASISTENTE DE INGENIERÍA DONOBA EDUARDO OCHOA RAMOS INGENIERÍA CIVIL	HOJA 2 16
---	-----------------

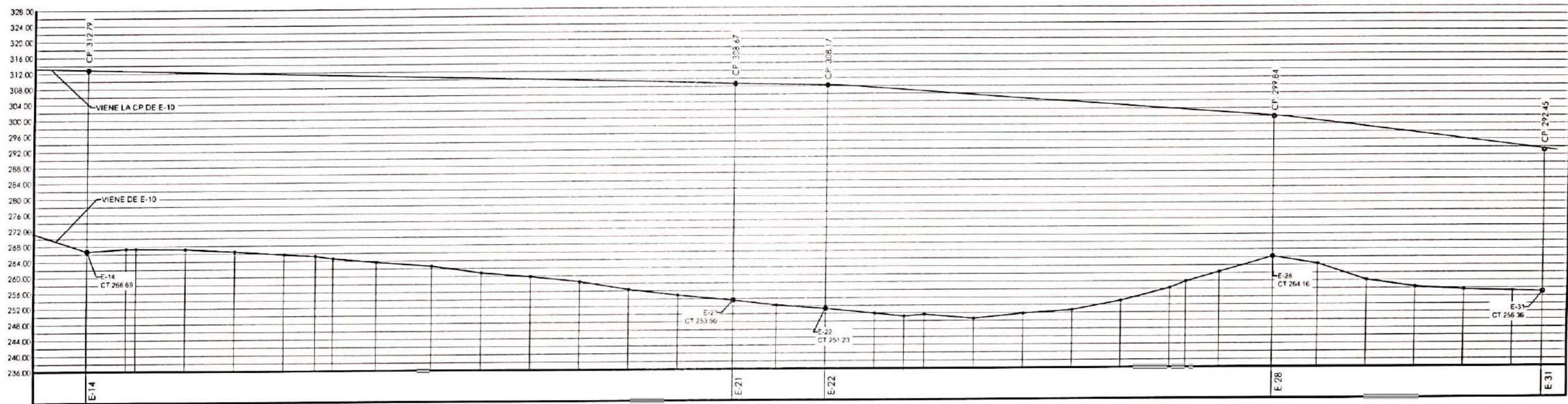



PERFIL LÍNEA PRINCIPAL
 TRAMO DE E-1 A E-14
 ESC V : 1/1000
 ESC H : 1/2000

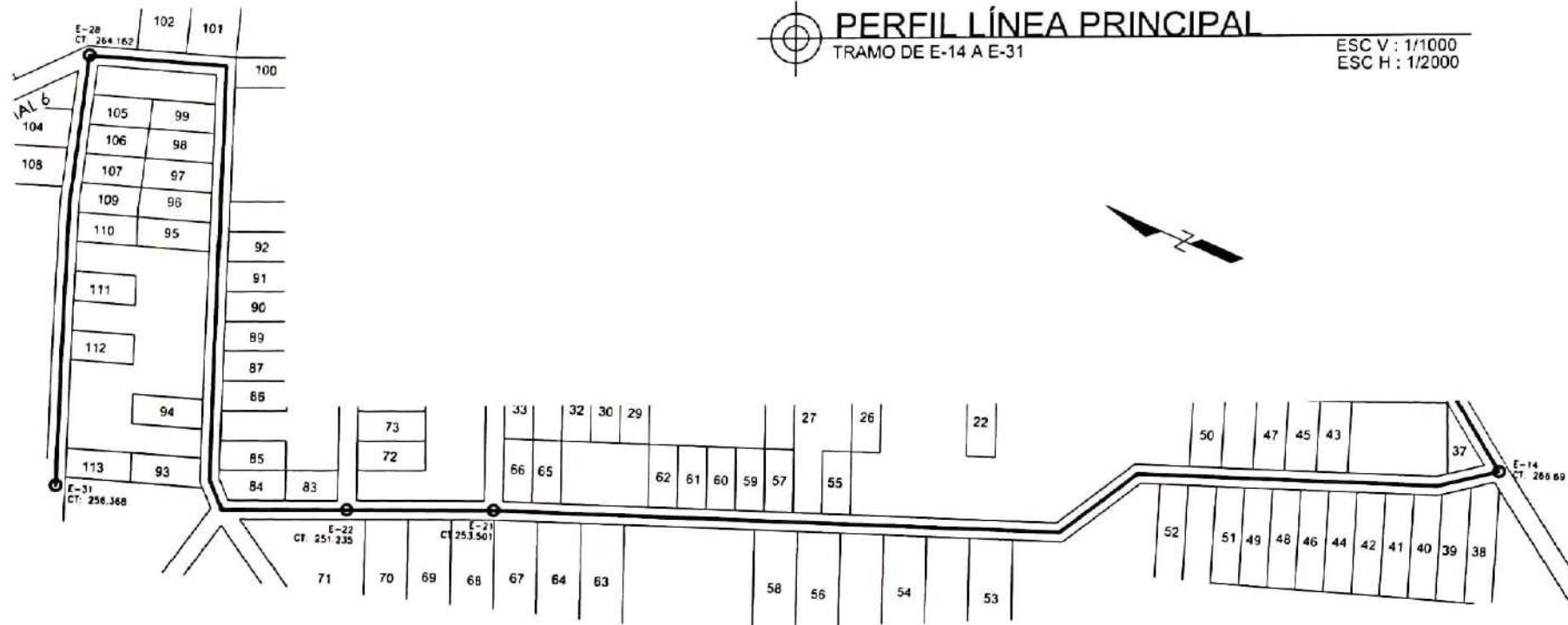



PLANTA LÍNEA PRINCIPAL
 TRAMO DE E-1 A E-14
 ESC : 1/2000



 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN MAURICIO	
UBICACIÓN: ALDEA AZACUALPILLA MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA: ENE 2020
DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO: DONOBAN EDUARDO OCHOA RAMOS	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO DEL PLANO: PLANTA-PERFIL LÍNEA PRINCIPAL DE DISTRIBUCIÓN	
 INÉS MATRA DE BECK ZARCO ROSA DE SERRA ASSESOR SUPERVISOR	HOJA: 3 / 16

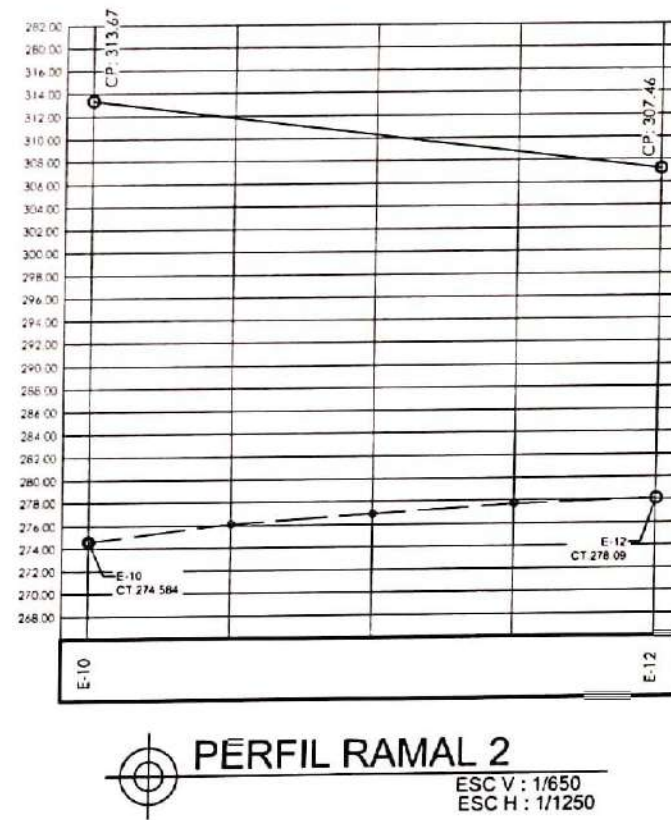
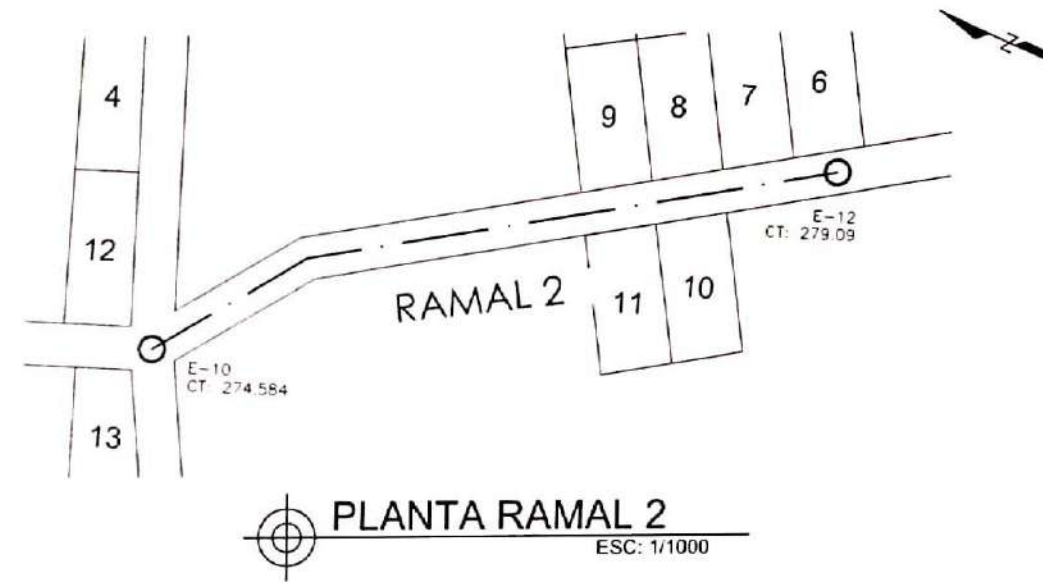
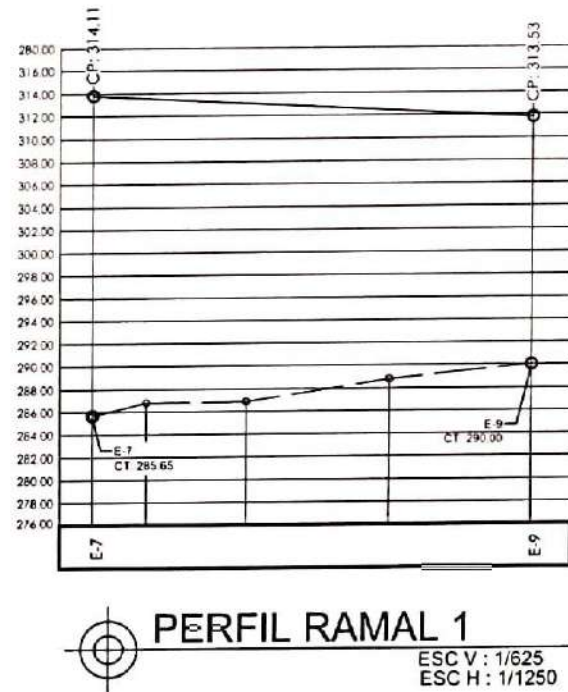
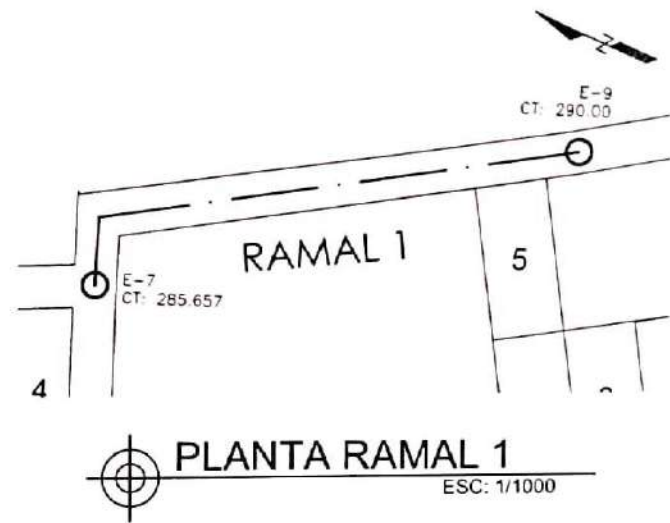




PERFIL LÍNEA PRINCIPAL
 TRAMO DE E-14 A E-31
 ESC V : 1/1000
 ESC H : 1/2000

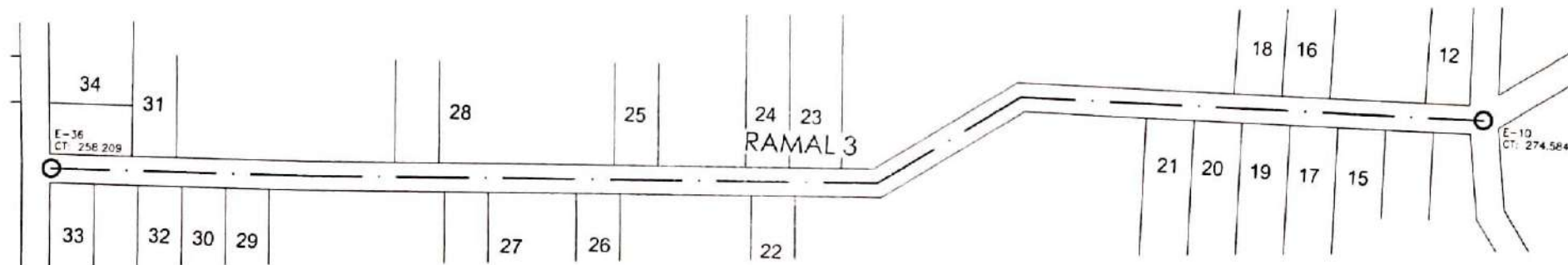



PLANTA LÍNEA PRINCIPAL
 TRAMO DE E-14 A E-31
 ESC : 1/2000

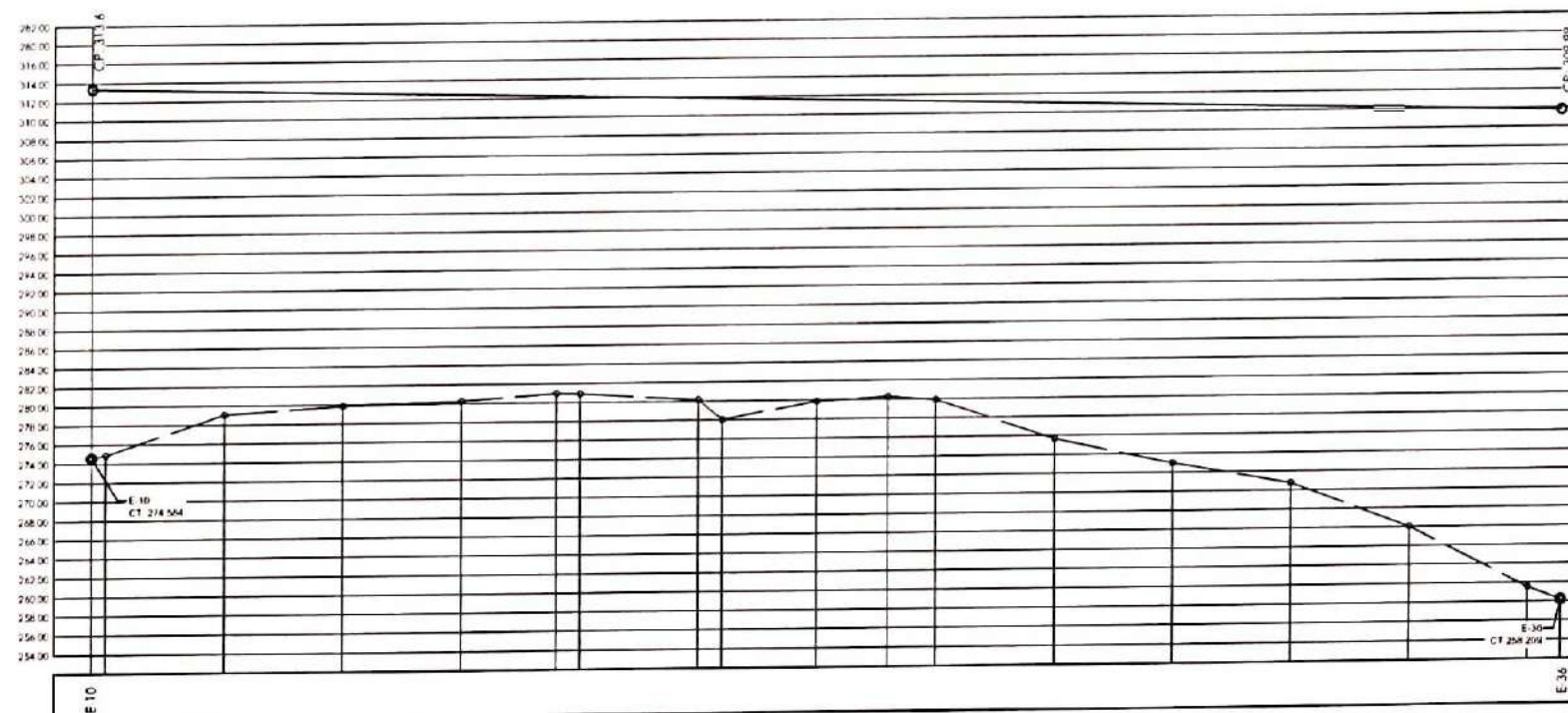
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN MAURICIO	
UBICACIÓN: ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA: ENE 2020
DISEÑO, CALCULO Y DIBUJO: DONOBA EDUARDO OCHOA RAMOS	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO DEL PLANO: PERFIL LÍNEA PRINCIPAL DE DISTRIBUCIÓN	
 INGA MAYRA REBECA SORIAL DE SERPA DISTRITO DE INGENIEROS SUPERVISORES	HOJA: 4 / 16



 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN MAURICIO	
UBICACIÓN: ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA: ENE 2020
DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO: DONOBAN EDUARDO OCHOA RAMOS	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO DEL PLANO: PLANTA PERFIL RAMALES	
ANEXO INGA MAYA REBECA DÍAZ ROSALES DE SERRA ASISTENTE SUPERVISOR	HOJA: 5 / 16

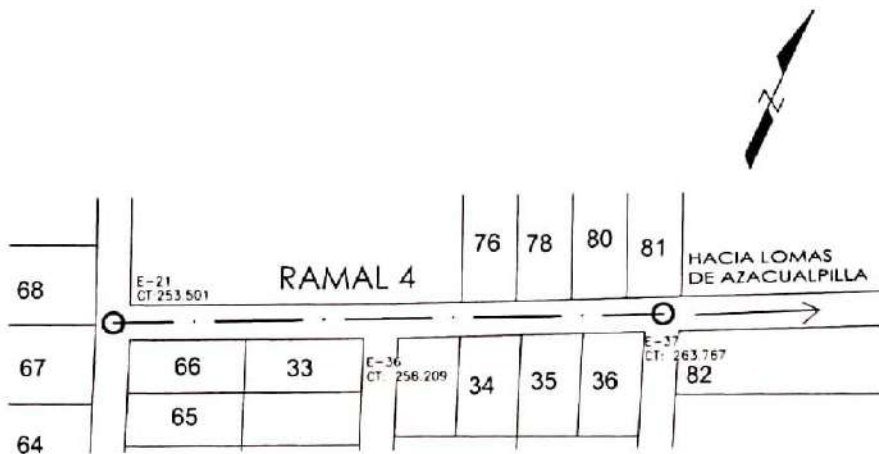


PLANTA RAMAL 3
ESC. 1/1250

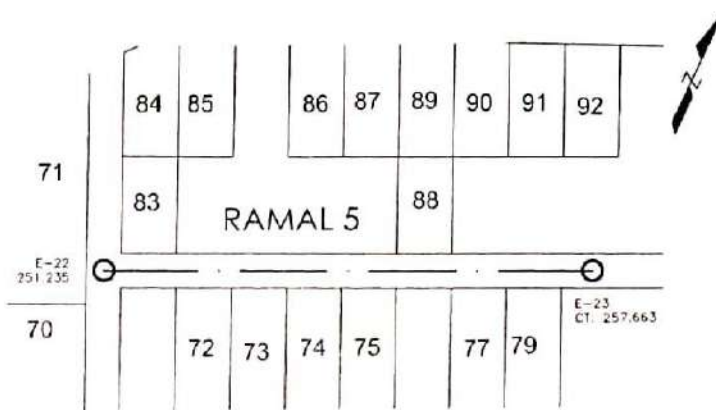


PERFIL RAMAL 3
ESC V : 1/750
ESC H : 1/1500

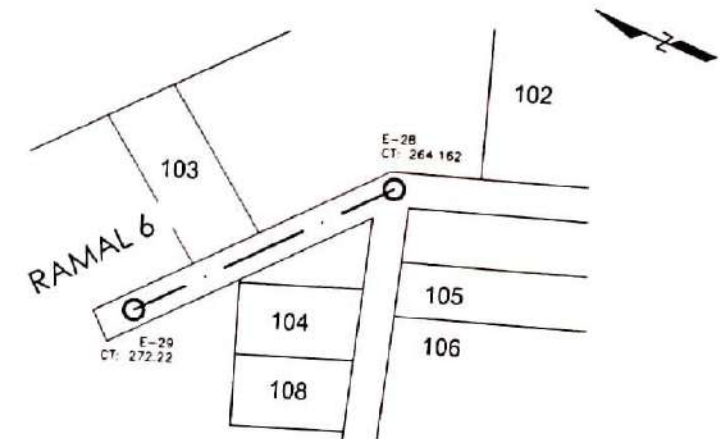
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN MAURICIO	
UBICACIÓN: ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA: ENE 2020
DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO: DONOBIAN EDUARDO OCHOA RAMOS	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO DEL PLANO: PLANTA PERFIL RAMALES	
	
HOJA 6 / 16	



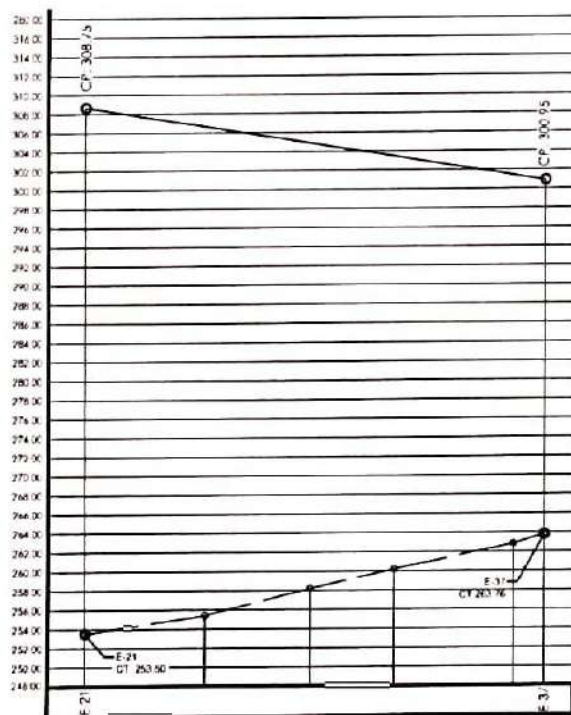
PLANTA RAMAL 4
ESC: 1/1250



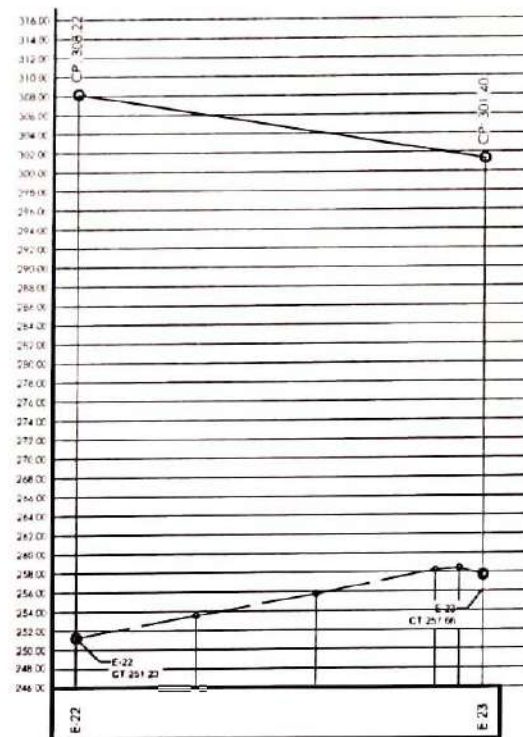
PLANTA RAMAL 5
ESC: 1/1250



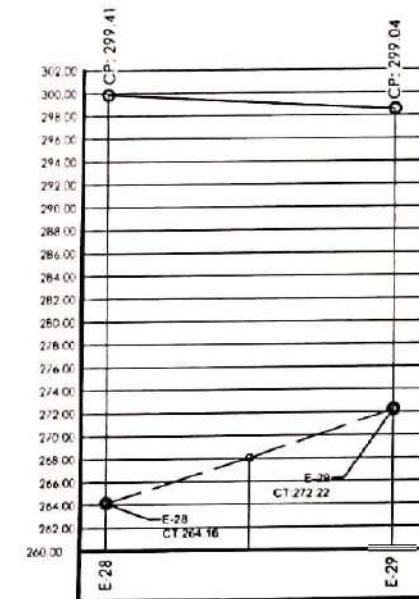
PLANTA RAMAL 6
ESC: 1/1250




PERFIL RAMAL 4
ESC V: 1/750
ESC H: 1/1500

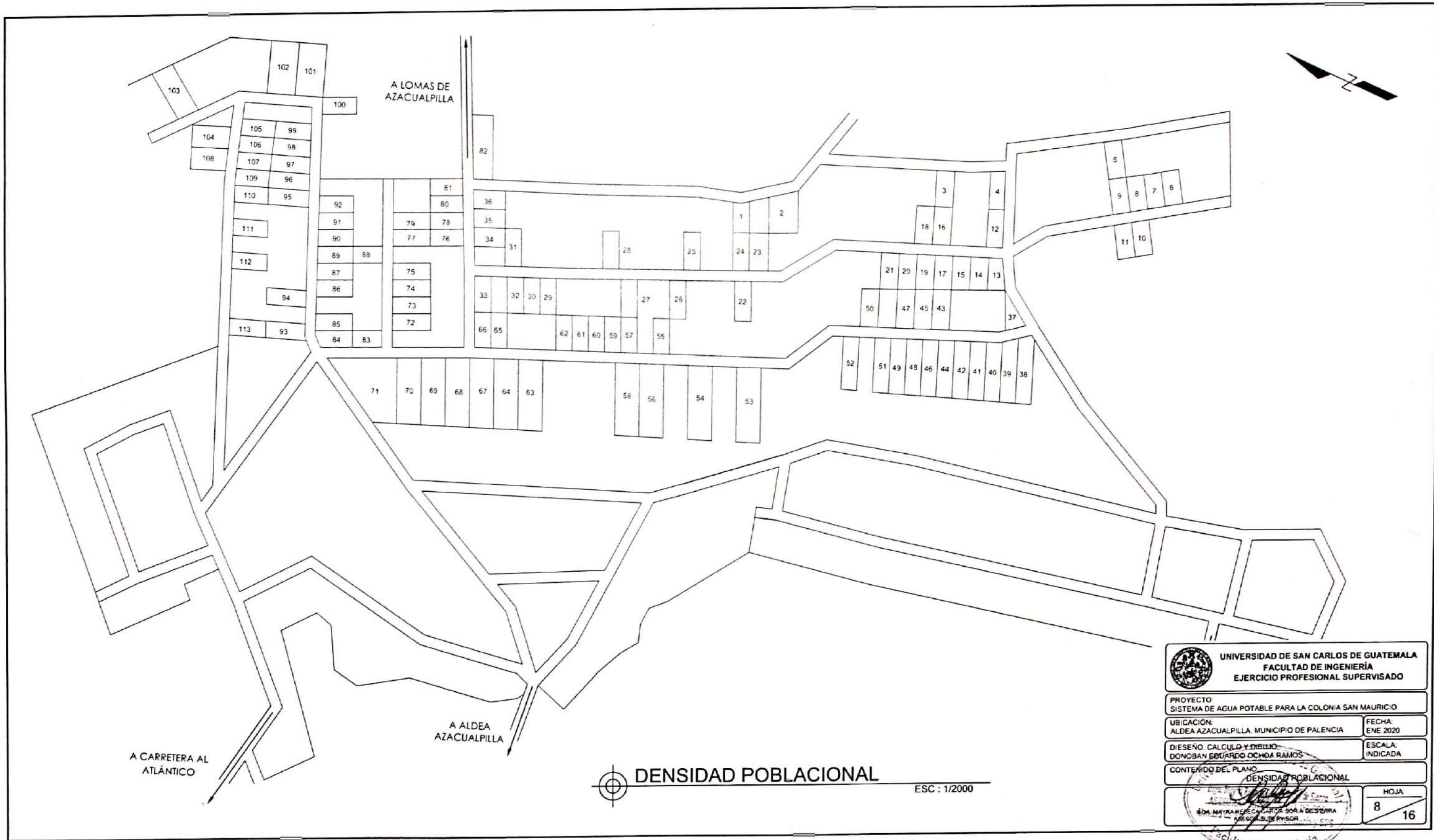


PERFIL RAMAL 5
ESC V: 1/750
ESC H: 1/1500


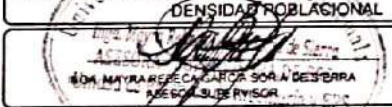


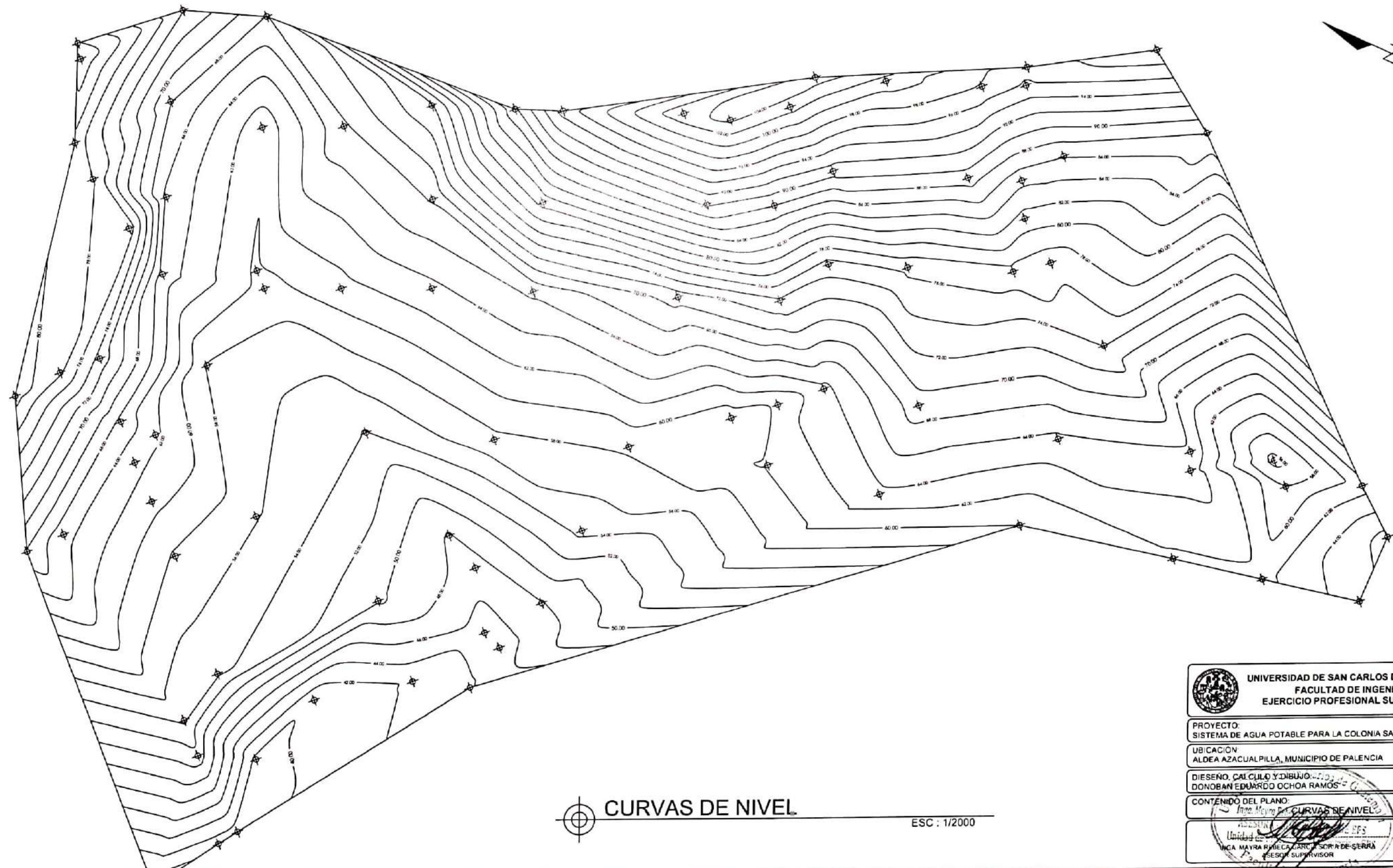
PERFIL RAMAL 6
ESC V: 1/625
ESC H: 1/1250

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN MAURICIO	
UBICACIÓN: ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA: ENE 2020
DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO: DONOBIAN EDUARDO OCHOA RAMOS	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO DEL PLANO: PLANTA-PERFIL RAMALES	
	
HOJA 7 / 16	



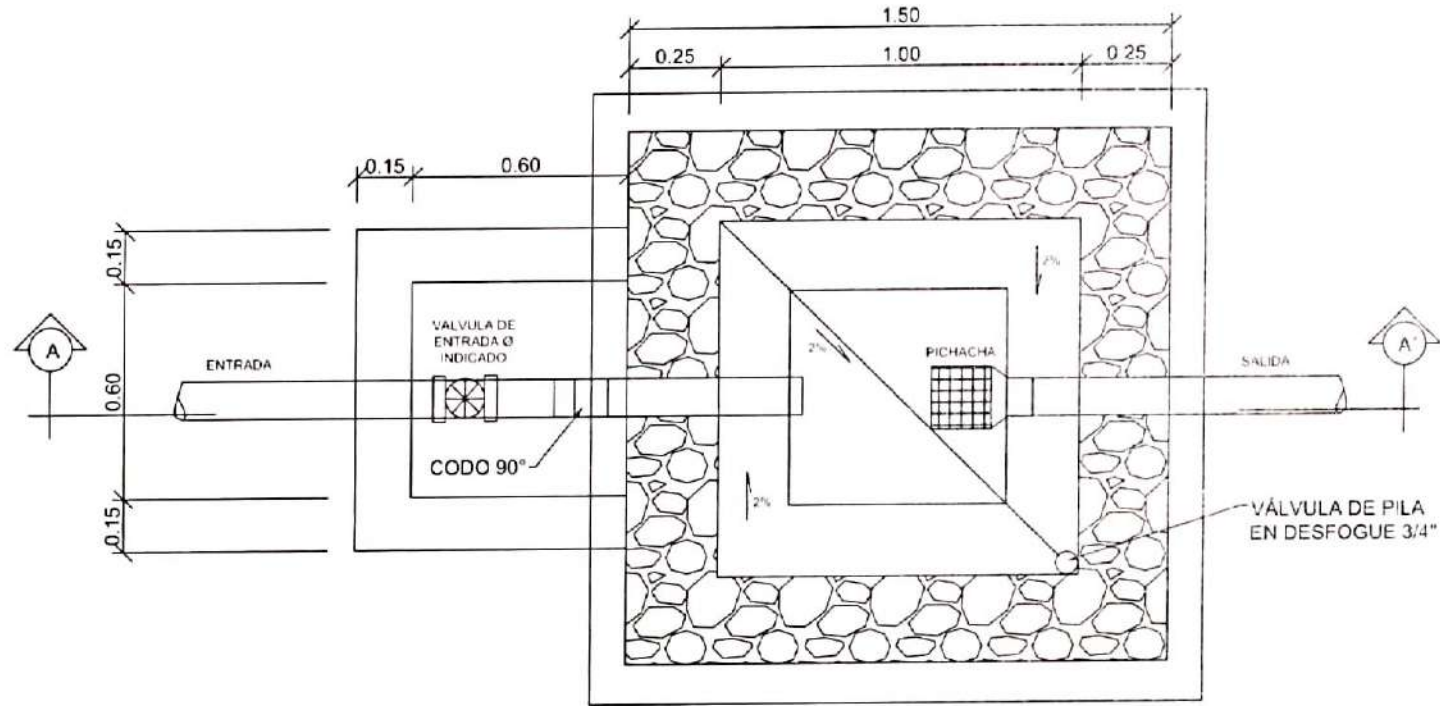

DENSIDAD POBLACIONAL
 ESC : 1/2000

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN MAURICIO	
UBICACIÓN: ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA: ENE 2020
DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO: DONOBAN EDUARDO OCHOA RAMOS	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO DEL PLANO: DENSIDAD POBLACIONAL	
	
HOJA 8 / 16	

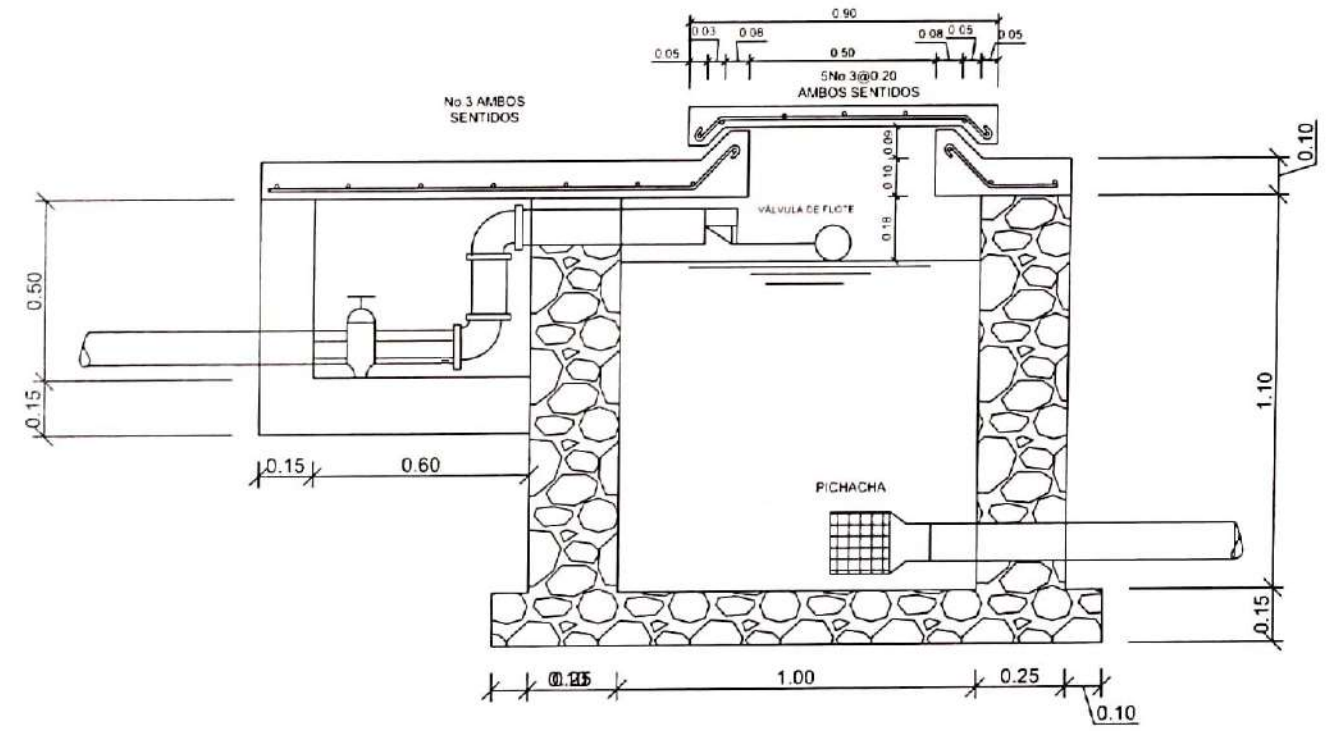



CURVAS DE NIVEL
ESC : 1/2000

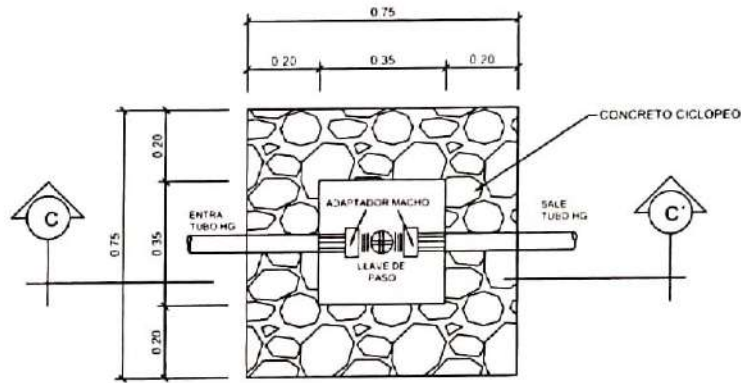
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN MAURICIO.	
UBICACION: ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA: ENE 2020
DISEÑO, CALCULO Y DIBUJO: DONOBA EDUARDO OCHOA RAMOS	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO DEL PLANO: Inga Mayra P. CURVAS DE NIVEL	
Inga Mayra P. OCHOA RAMOS Unidad de Ingeniería de Agua INGA MAYRA REBECA OCHOA RAMOS EJECUTOR SUPERVISOR	HOJA 9 / 16



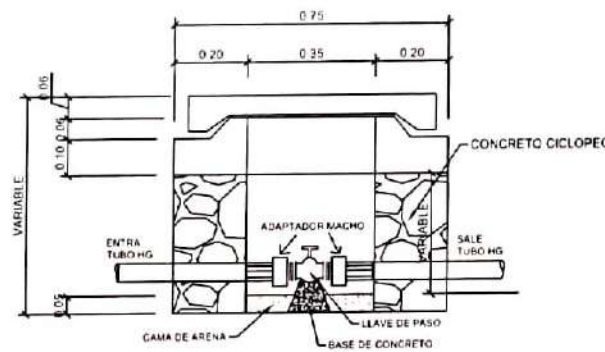
PLANTA CAJA ROMPEPRESIÓN
ESC : 1/20



SECCIÓN A-A'
CAJA ROMPEPRESIÓN
ESC : 1/20



PLANTA VÁLVULA DE COMPUERTA
ESC : 1/20





SECCIÓN C-C'
VALVULA DE COMPUERTA
ESC : 1/20

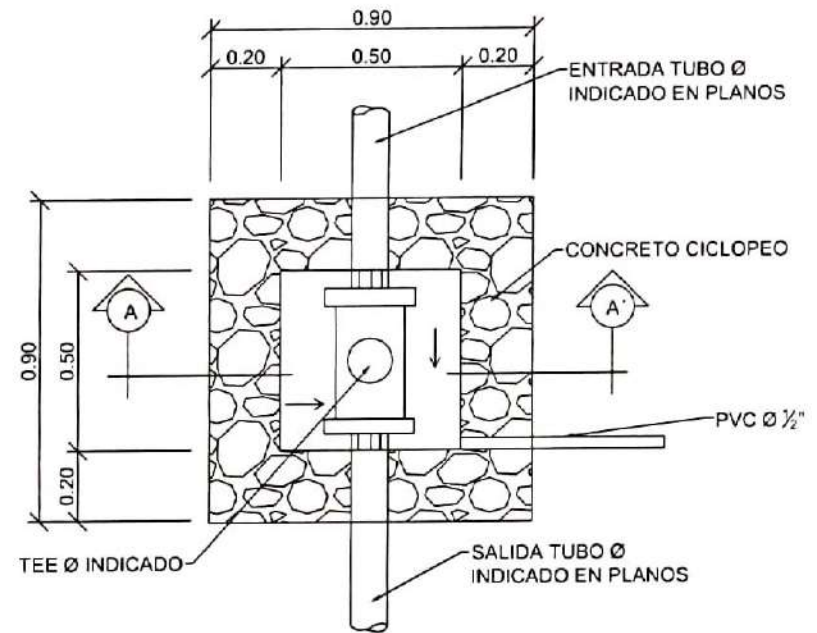
NOTA:

- MAMPOSTERIA DE PIEDRA:**
- PIEDRA BOLA 33%
 - MORTERO A UTILIZAR, SABIETA
 - PROPORCIÓN DE MEZCLA CEMENTO-ARENA 2:1, LO QUE EQUIVALE EN PROPORCIÓN VOLUMÉTRICA EN CUBETA DE 5 GALONES: 2 CUBETAS DE CEMENTO 1 CUBETA DE ARENA DE RÍO

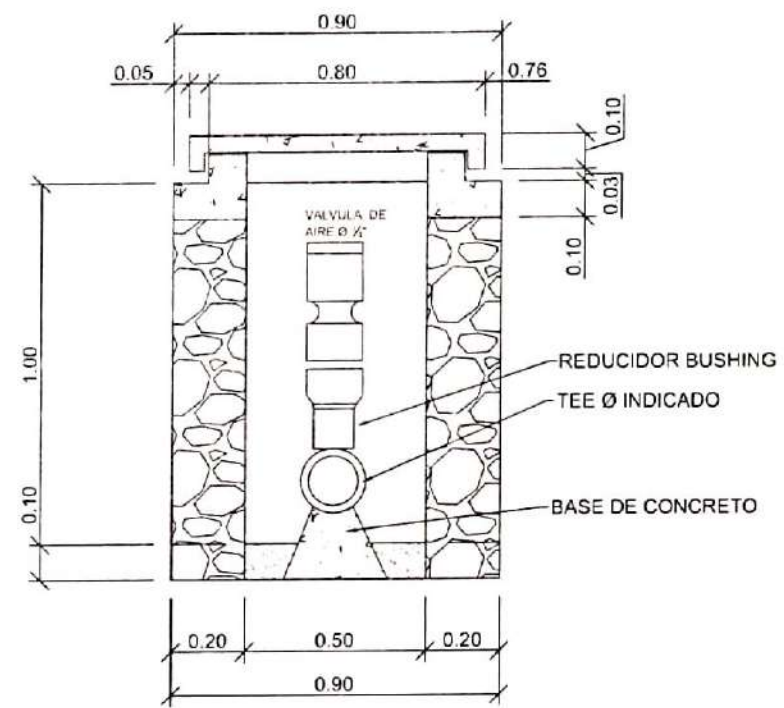
- CONCRETO:**
- 1 C = 210 kg/m² = 3000 PSI
 - PROPORCIÓN DE MEZCLA CEMENTO-ARENA-PIEDRIN 1:2:3

- REFUERZO:**
- ACERO GRADO 40 (f_y = 2810 kg/cm²)

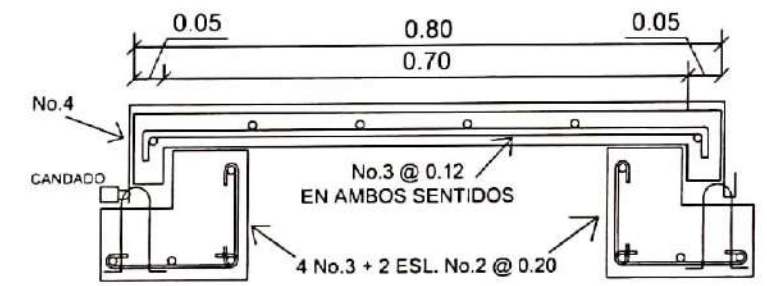
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN MAURICIO	
UBICACIÓN: ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA: ENE 2020
DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO: DONOBA EDUARDO GONZÁLEZ RAMOS	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO DEL PLANO: DETALLE DE VÁLVULAS	
 INCA MAYRA BECECA GARCÍA SORIANO DE SIERRA INGENIERO SUPERVISOR	
HOJA 10 / 16	



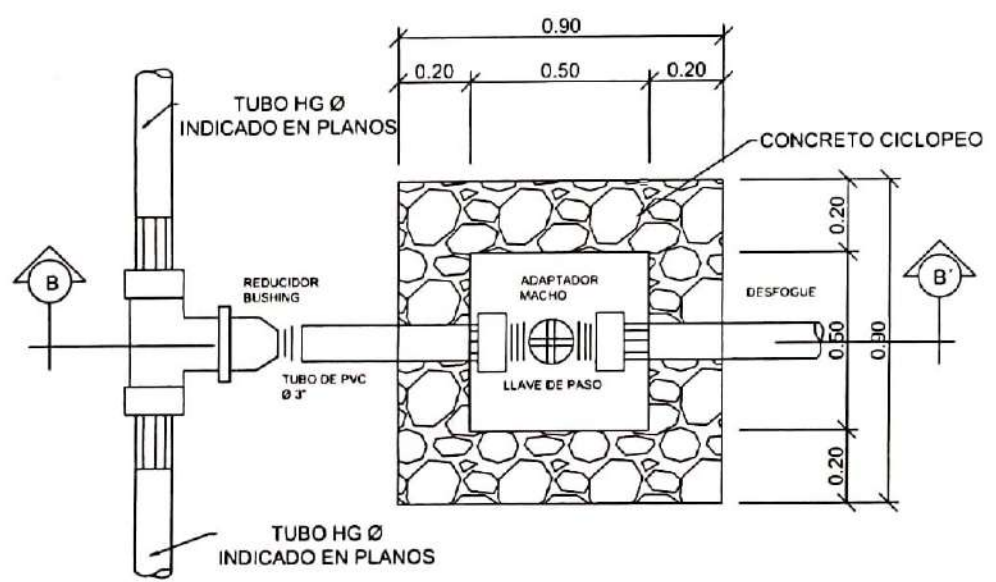
PLANTA VÁLVULA DE AIRE
ESC : 1/20



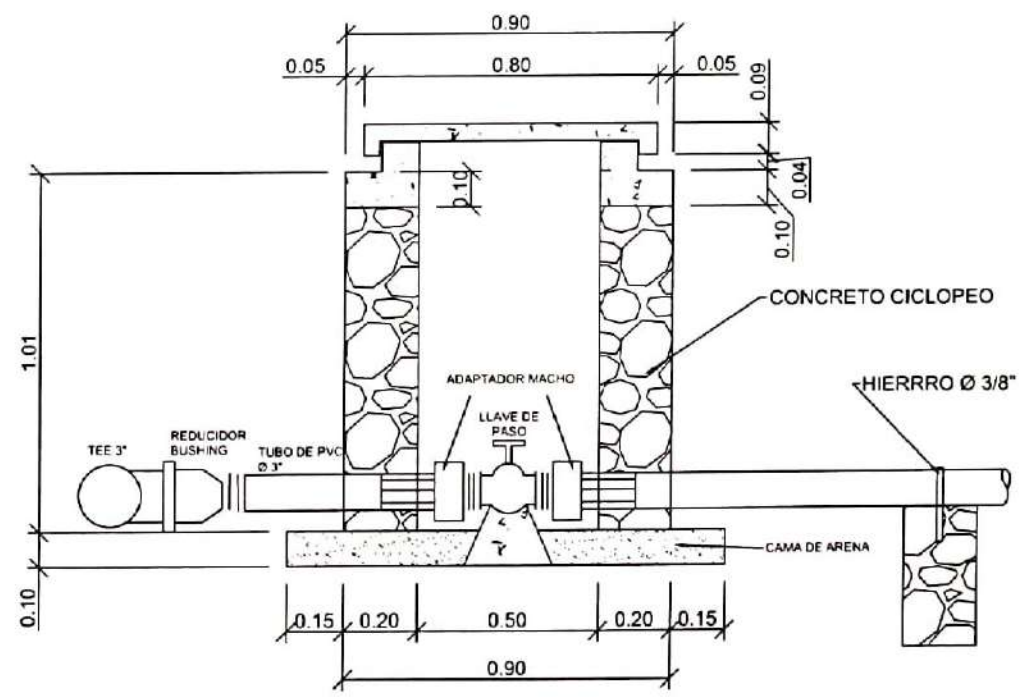
SECCION A-A'
VÁLVULA DE AIRE
ESC : 1/20



DETALLE TAPADERA
ESC : 1/10





PLANTA VÁLVULA DE LIMPIEZA
ESC : 1/20

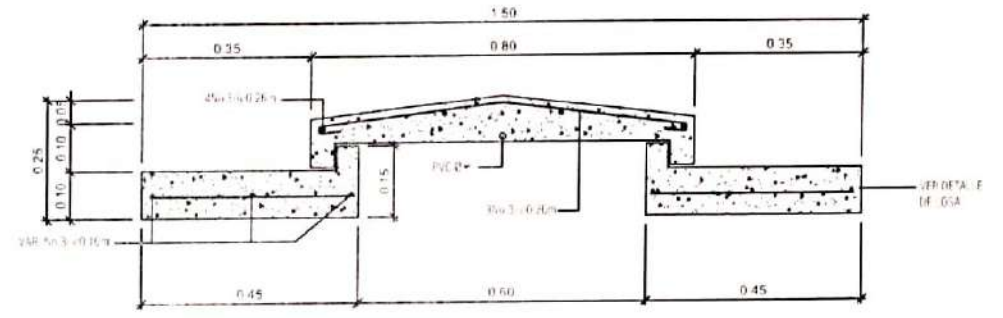
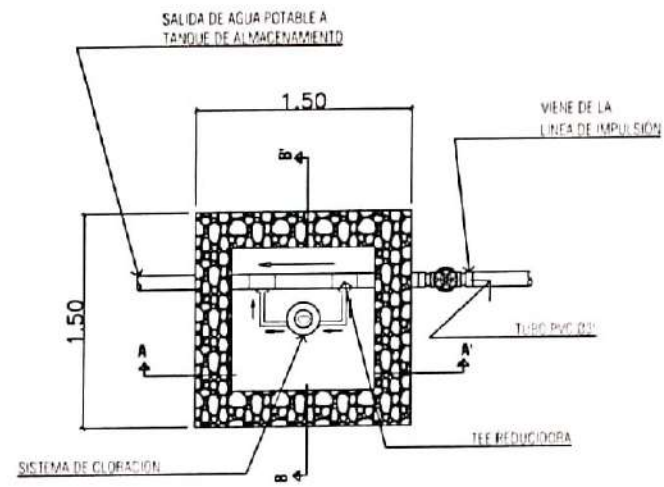


SECCION A-A'
VÁLVULA DE AIRE
ESC : 1/20

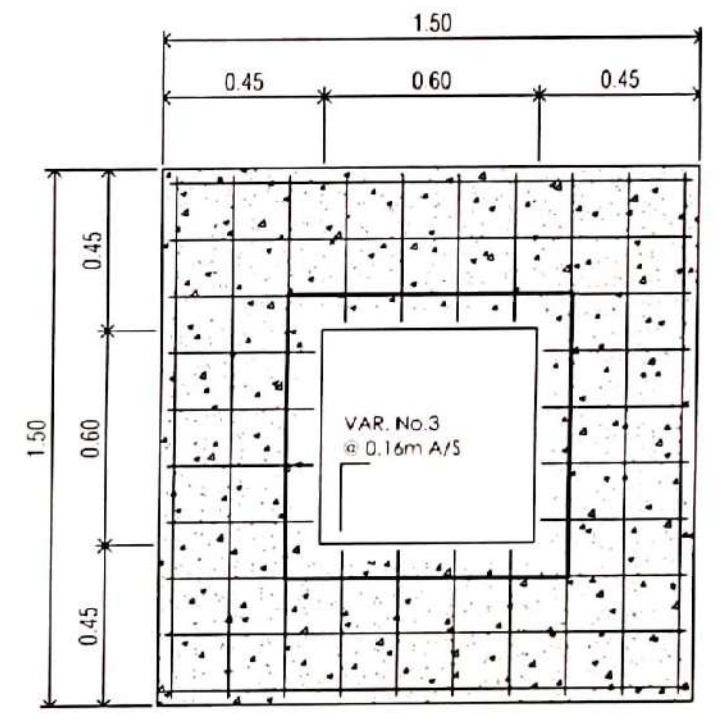
NOTA:

- MAMPOSTERIA DE PIEDRA:
 - PIEDRA BOLA 33%
 - MORTERO A UTILIZAR, SABIETA
 - PROPORCIÓN DE MEZCLA CEMENTO-ARENA 2:1, LO QUE EQUIVALE EN PROPORCIÓN VOLUMÉTRICA EN CUBETA DE 5 GALONES 2 CUBETAS DE CEMENTO 1 CUBETA DE ARENA DE RÍO
- CONCRETO:
 - f'c = 210 kg/m² = 3000 PSI
 - PROPORCIÓN DE MEZCLA: CEMENTO-ARENA-PIEDRIN 1 2 3
- REFUERZO:
 - ACERO GRADO 40 (f' y = 2810 kg/cm²)

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN MAURICIO	
UBICACION: ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA: ENE 2020
DISEÑO, CALCULO Y DIBUJO: DONOBA EDUARDO DICHIA RAMOS	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO DEL PLANO: DETALLE DE VÁLVULAS	
	
HOJA: 11 / 16	



PLANTA SISTEMA DE CLORACION ESC: 1/15



PLANTA LOSA ESC: 1/20

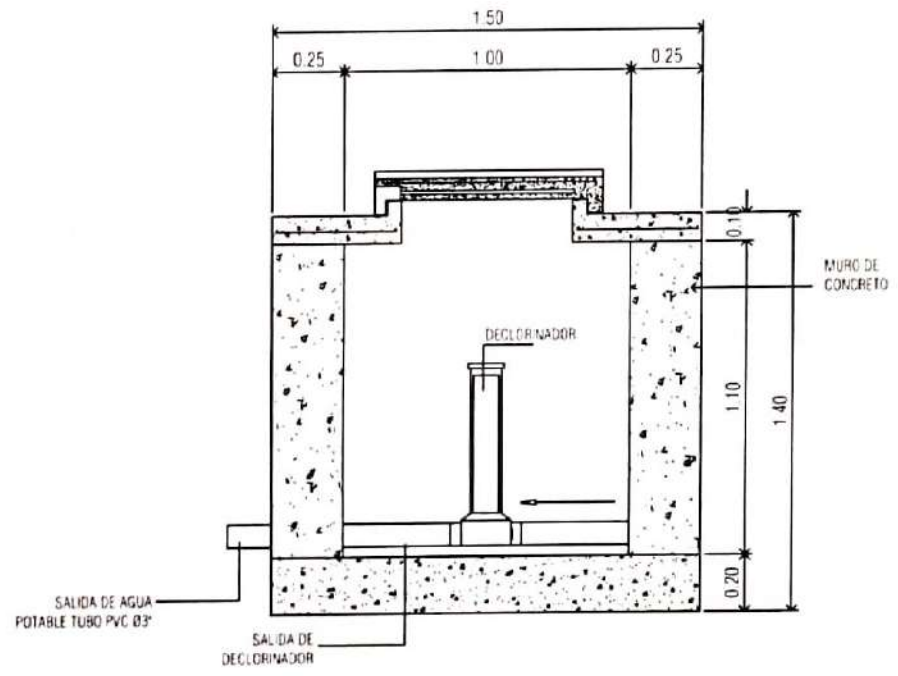
NOTA:

CONCRETO
 f'c = 210 kg/m² = 3000 PSI
 PROPORCION DE MEZCLA
 CEMENTO-ARENA-PIEDRIN 1:2:3

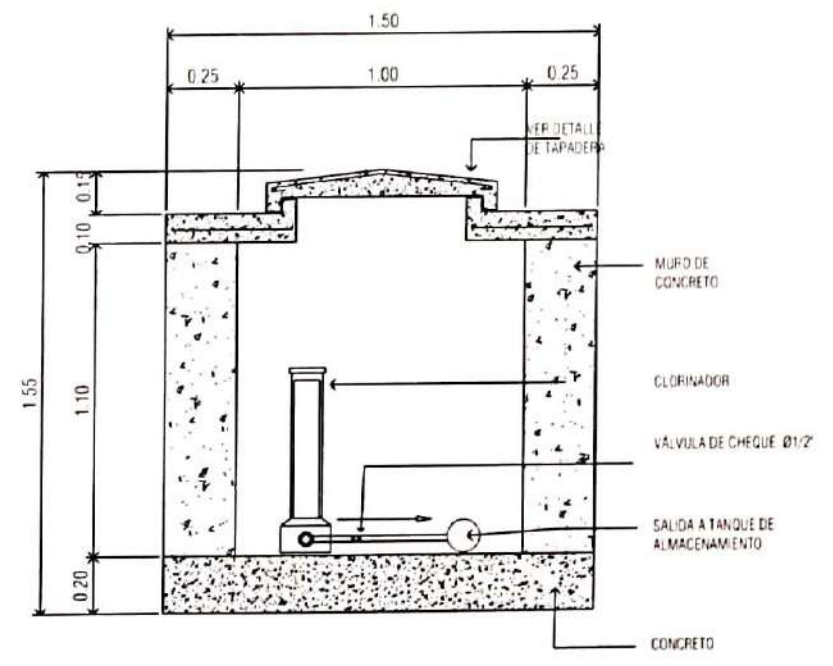
REFUERZO
 • ACERO GRADO 40 (f'y = 2810 kg/cm²)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN MAURICIO	
UBICACION ALDEA AZACUALPILLA MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA ENE 2020
DISEÑO, CALCULO Y DIBUJO DONOBAN EDUARDO OCHOA RAMOS	ESCALA INDICADA
CONTENIDO DEL PLANO SISTEMA DE CLORACION	
	HOJA 12 / 16

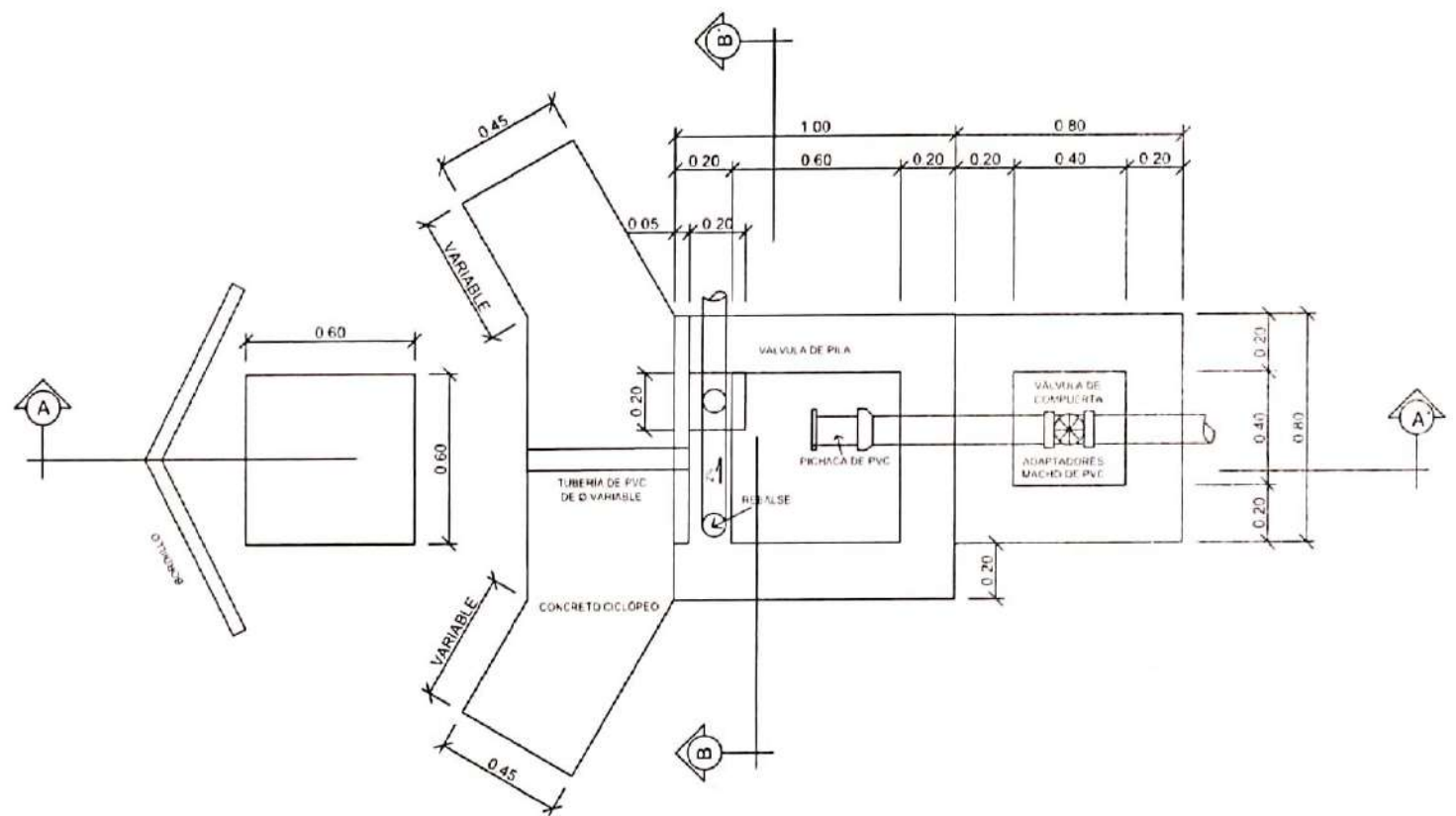
PLANTA SISTEMA DE CLORACION ESC: 1/50



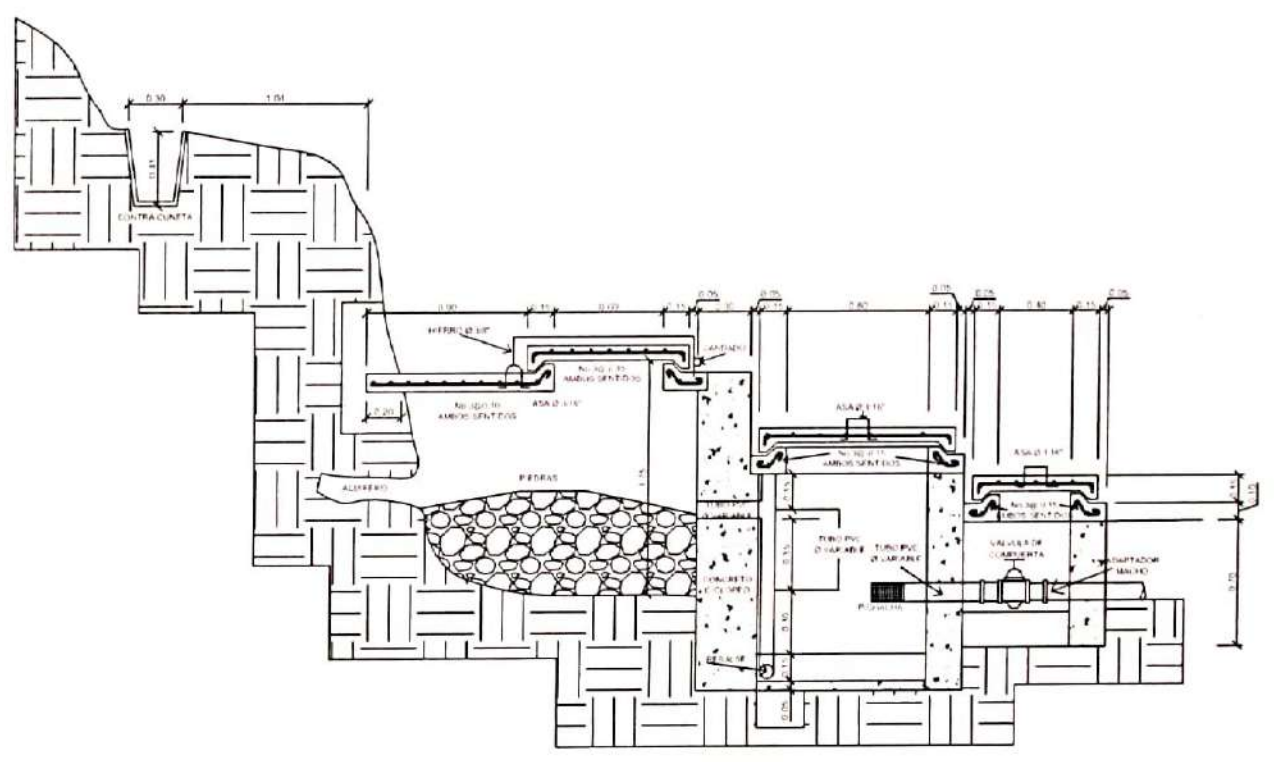
SECCION A-A' ESC: 1/25



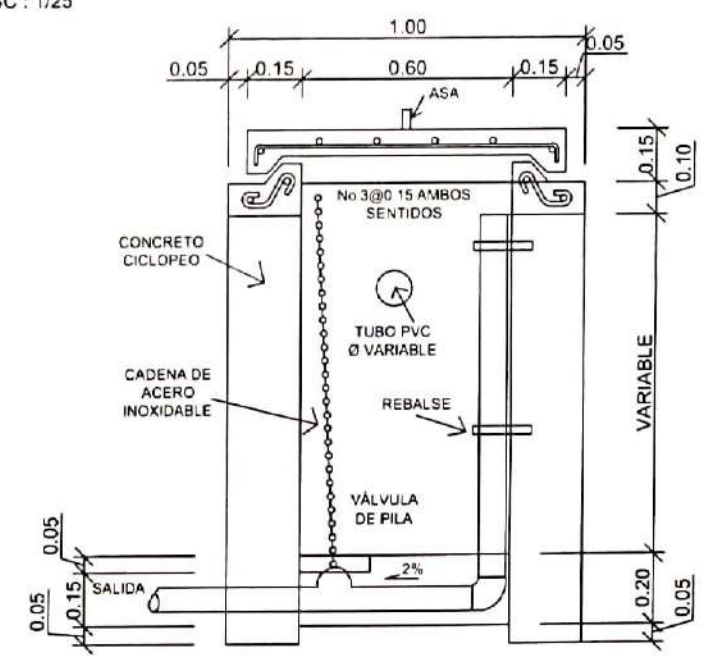
SECCION B-B' ESC: 1/25




PLANTA CAPTACIÓN DE UN BROTE DEFINIDO
ESC : 1/25



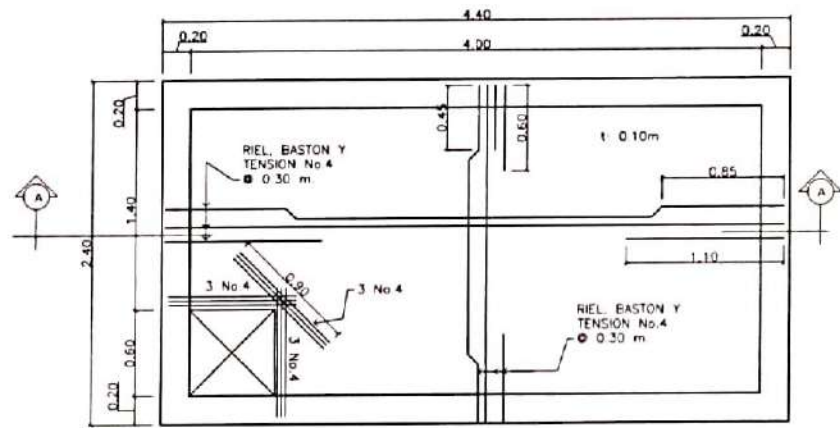
SECCIÓN A-A'
ESC : 1/40



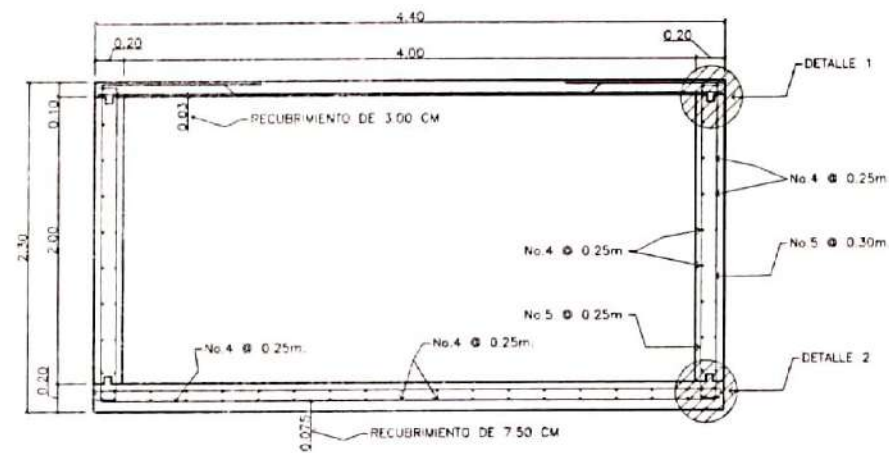
SECCIÓN B-B'
ESC : 1/20

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN MAURICIO	
UBICACIÓN: ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA: ENE 2020
DISEÑO, CALCULO Y DIBUJO: DONOBAN EDUARDO OCHOA RAMOS	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO DEL PLANO: CAPTACIÓN TÍPICA DE UN BROTE DEFINIDO	
HOJA: 13	16

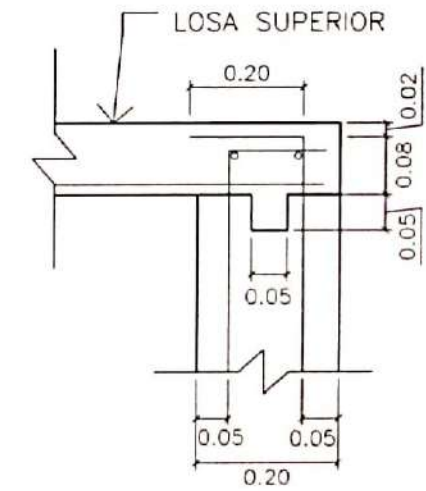




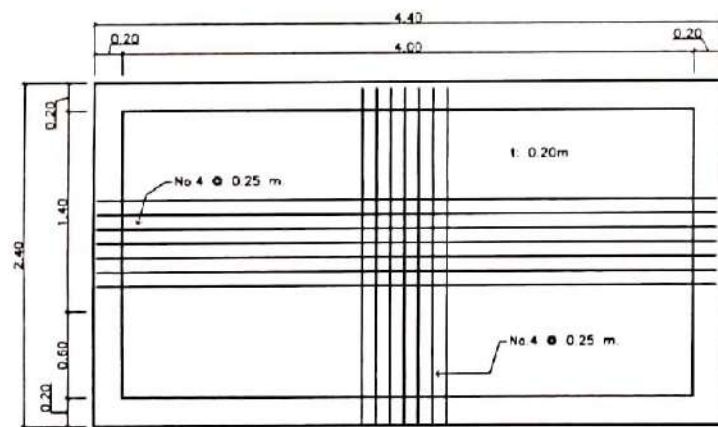
PLANTA ARMADO DE LOSA SUPERIOR
ESC : 1/50



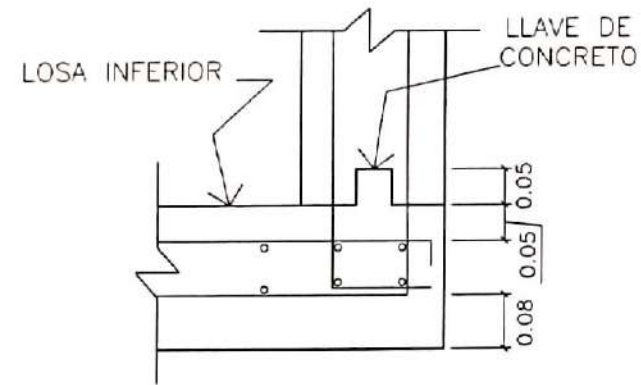
SECCIÓN A-A'
ESC : 1/50



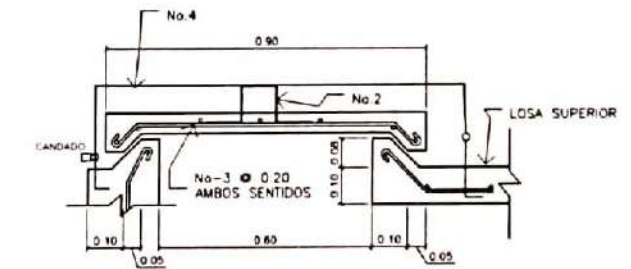
DETALLE 1
ESC : 1/10





PLANTA ARMADO DE LOSA INFERIOR
ESC : 1/50

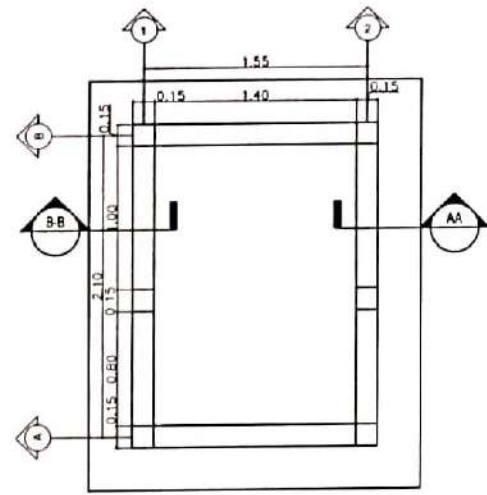


DETALLE 2
ESC : 1/10

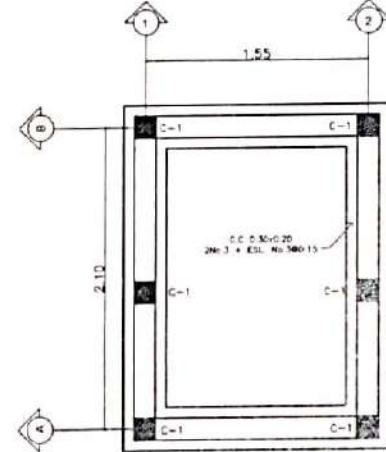


DETALLE TAPADERA
ESC : 1/20

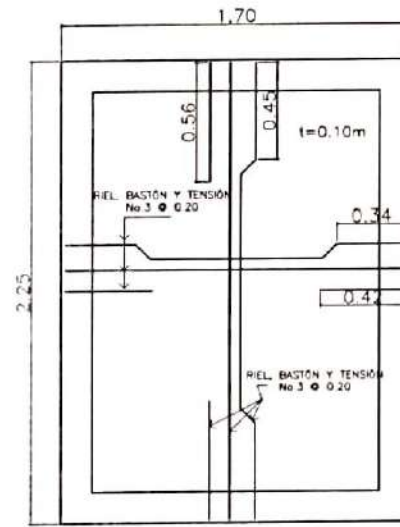
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN MAURICIO	
UBICACIÓN: ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA: ENE 2020
DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO: DONOBA EDUARDO OCHOA RAMOS	
ESCALA: INDICADA	
CONTENIDO DEL PLANO: DETALLE TAPADERA DE SUCCIÓN	
 DONOBA EDUARDO OCHOA RAMOS ASESOR SUPERVISOR	
HOJA 14	16



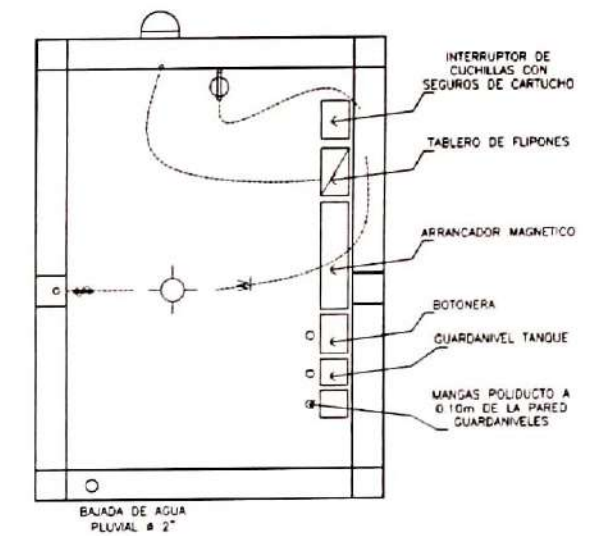
PLANTA ACOTADA
ESC: 1/50



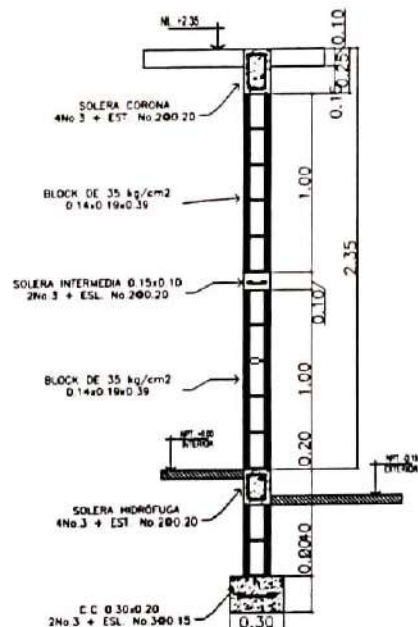
PLANTA CIMENTACIÓN
ESC: 1/50



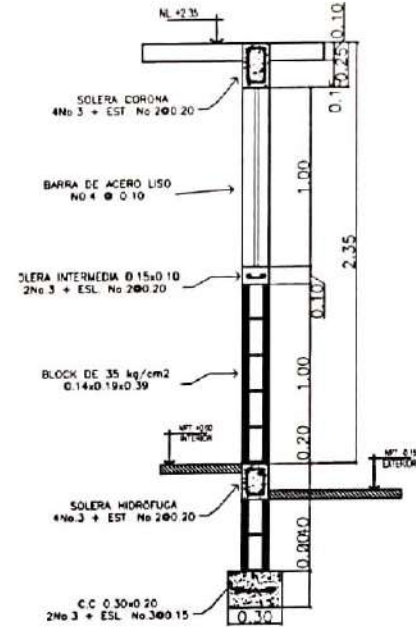
PLANTA ARMADO LOSA
ESC: 1/35



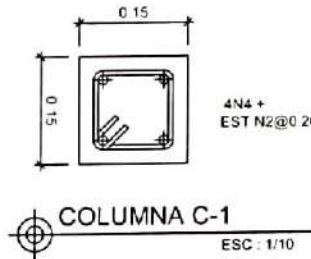
PLANTA INSTALACIÓN ELÉCTRICA
ESC: 1/35



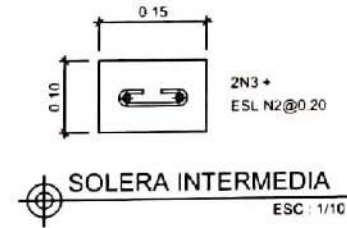
SECCIÓN A-A
ESC: 1/40



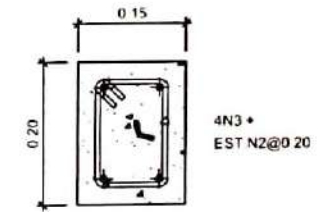
SECCIÓN B-B
ESC: 1/40



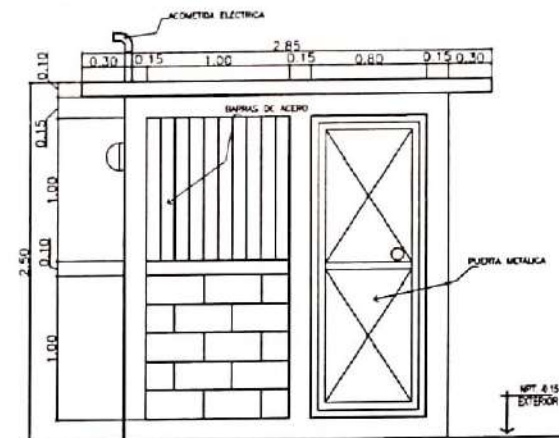
COLUMNNA C-1
ESC: 1/10



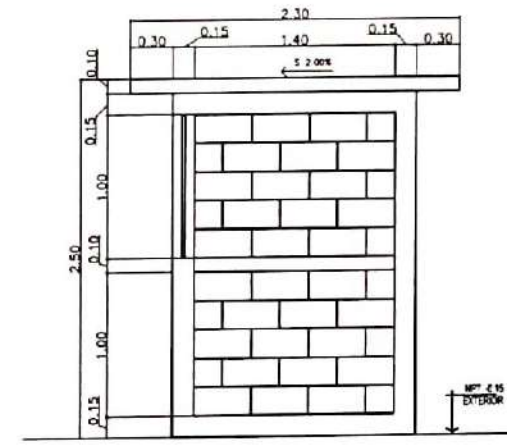
SOLERA INTERMEDIA
ESC: 1/10



SOLERA HIDRÓFUGA Y CORONA
ESC: 1/10

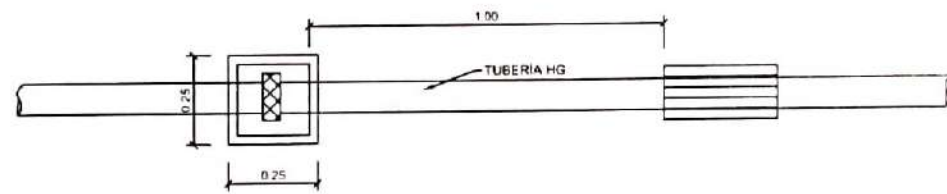


FACHADA FRONTAL
ESC: 1/50

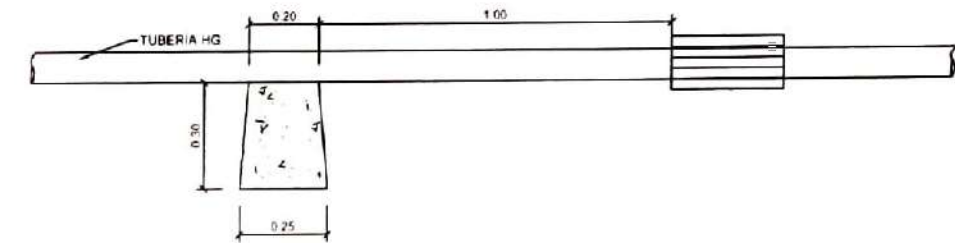


FACHADA LATERAL
ESC: 1/50

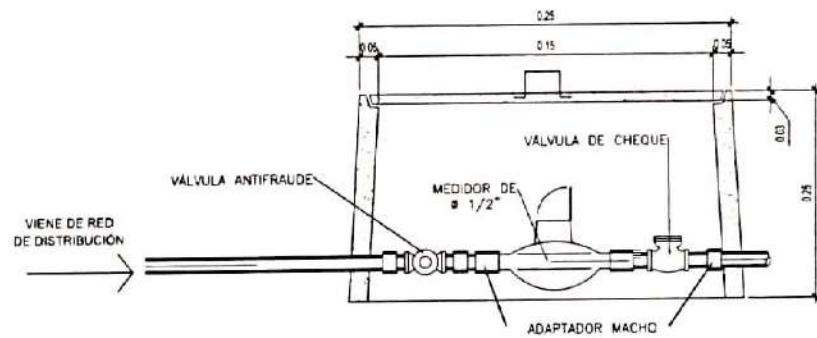
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN MAURICIO	
UBICACIÓN: ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA: ENE 2020
DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO: DONOBIAN EDUARDO OCHOA RAMOS	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO DEL PLANO: DETALLE CAJETA DE BOMBEO	
	
INGA MAYRA BERtha CARRASQUILLA DE SIERRA ASESOR SUPERVISOR	
HOJA 15	16



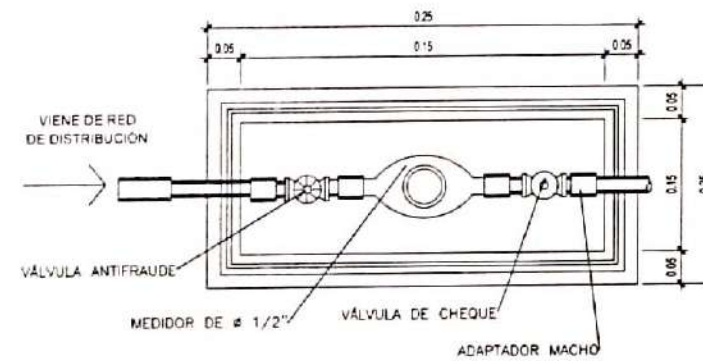
PLANTA ANCLAJE DE TUBERÍA HG
SIN ESCALA



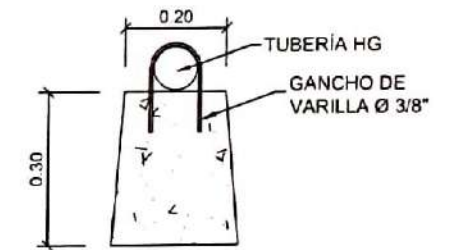
ELEVACION ANCLAJE DE TUBERÍA HG
SIN ESCALA



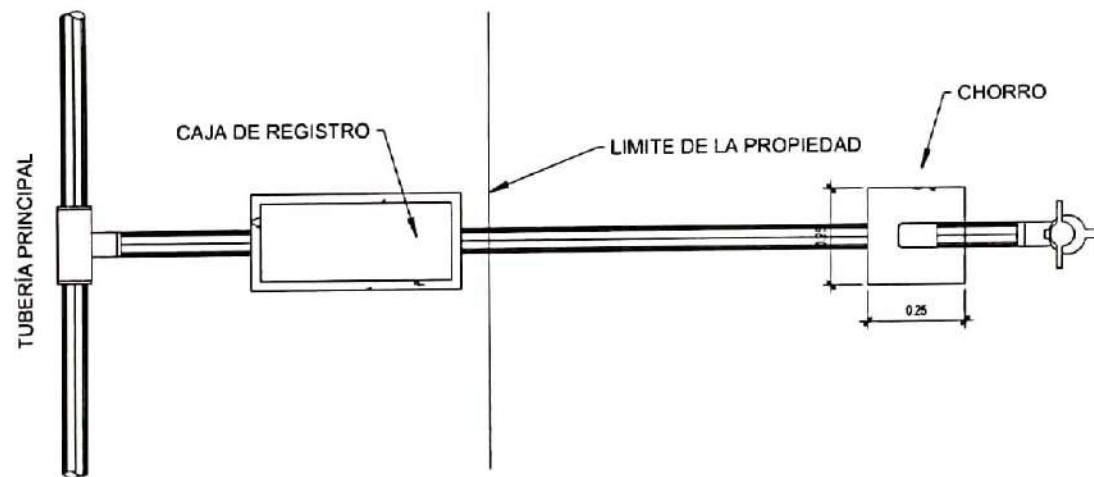
ELEVACION CAJA DE REGISTRO
SIN ESCALA



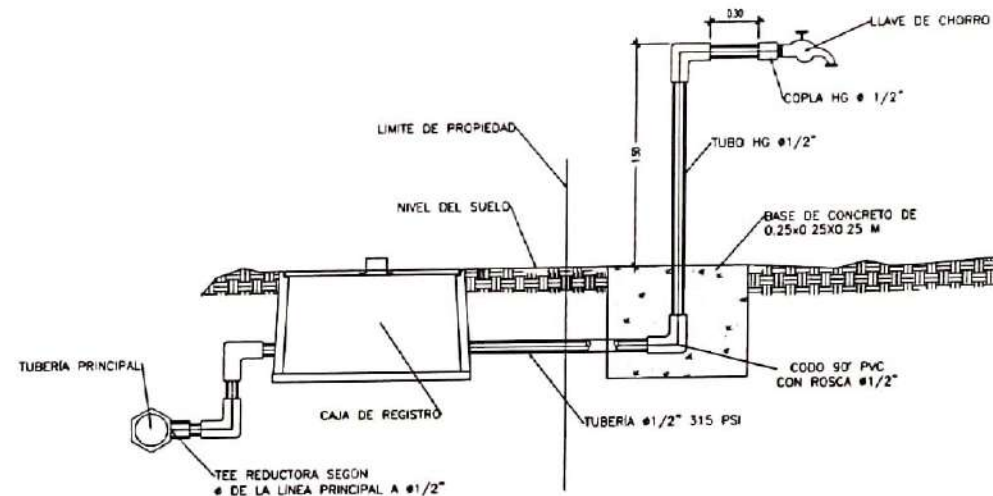
PLANTA CAJA DE REGISTRO
SIN ESCALA



DETALLE ANCLAJE
SIN ESCALA



PLANTA CONEXIÓN DOMICILIAR ESTÁNDAR
ESC: SIN ESCALA



ELEVACION CONEXIÓN DOMICILIAR ESTÁNDAR
SIN ESCALA

ESPECIFICACIONES

1. CONCRETO:
f'c = 210 kg/m² = 3000 PSI
PROPORCIÓN DE MEZCLA:
CEMENTO-ARENA-PIEDRIN 1:2:3
2. REFUERZO:
ACERO GRADO 40 (f y = 2810 kg/cm²)
3. TUBERÍA Y ACCESORIOS DE PVC DEBERÁ CUMPLIR CON LA PRESIÓN MÍNIMA DE TRABAJO DE 315 PSI
LA LLAVE DE PASO SERÁ DE BRONCE QUE RESISTA UNA PRESIÓN DE TRABAJO DE 315 PSI, CON UNA UNIÓN DE ROSCA HEMBRA.

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN MAURICIO	
UBICACIÓN: ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA: ENE 2020
DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO: DONOBA EDUARDO OSCAR RAMOS	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO DEL PLANO: DETALLE DOMICILIAR Y ANCLAJE DE TUBERÍA HG	
	
HOJA: 16 / 16	

Hoja de cálculo de la línea de distribución del sistema de abastecimiento de agua potable para la colonia San Mauricio

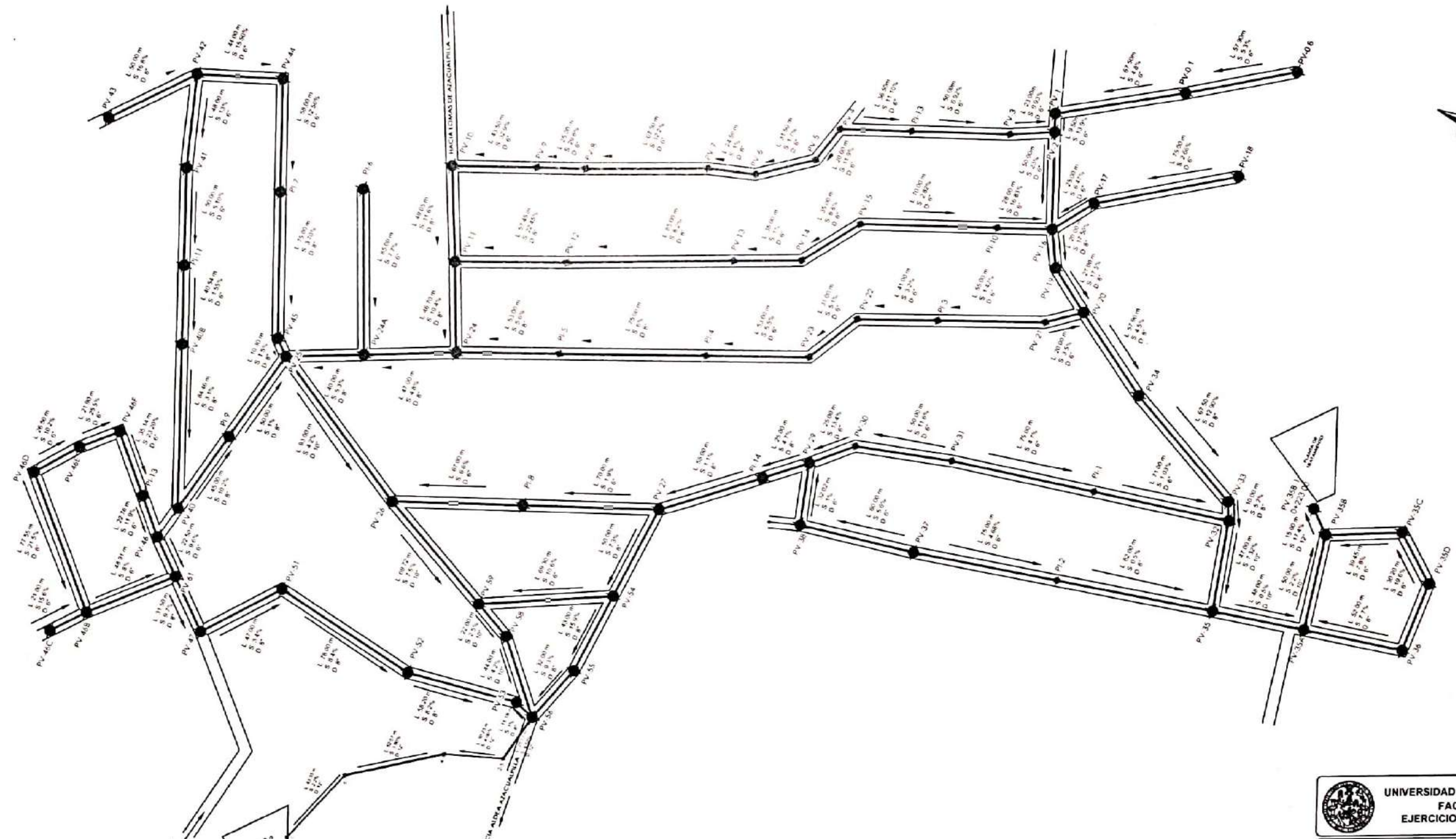
DISEÑO HIDRÁULICO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN														
DISEÑO RAMAL PRINCIPAL														
Estación	Posición	Cota Inicial	Cota Final	DH (m)	Vientas acumuladas	Q medio (diseño) (l/s)	Q máx. (horario) (l/s)	Q de diseño (l/s)	Diferencia de alturas (m)	Diam Tubo (in)	Diam con pérdidas (in)	Velocidad (m/s)	Velocidad (ft/s)	Perdida H (m)
E-1	GRP	381.44	371.12	72.48	113	1.23	2.46	2.80	34.32	1.20	2.12	2.537	0.90	0.86
E-2	E-7	371.12	293.529	56.19	113	1.23	2.46	2.80	23.91	1.23	2.12	2.537	0.70	0.86
E-3	E-7	293.529	289.657	195.15	113	1.23	2.46	2.80	7.972	1.97	2.12	2.537	0.31	0.86
E-4	E-7	289.657	289.657	49.52	108	1.17	2.34	2.74	7.972	1.97	2.12	2.537	0.31	0.86
E-5	E-10	289.657	289.657	49.52	108	1.17	2.34	2.74	7.972	1.97	2.12	2.537	0.31	0.86
E-6	E-10	289.657	289.657	49.52	108	1.17	2.34	2.74	7.972	1.97	2.12	2.537	0.31	0.86
E-7	E-10	289.657	289.657	49.52	108	1.17	2.34	2.74	7.972	1.97	2.12	2.537	0.31	0.86
E-8	E-21	289.657	251.235	328	30	0.87	1.74	2.35	17.4	13.189	1.66	2.095	0.42	0.78
E-9	E-21	251.235	251.235	47.8	41	0.44	0.88	1.69	8.88	1.24	1.12	1.676	0.53	0.62
E-22	E-28	251.235	264.182	227.85	30	0.33	0.66	1.08	6.66	1.07	1.161	0.81	0.37	0.81
E-23	E-31	264.182	258.388	138.59	10	0.11	0.22	0.62	7.94	1.05	3.4	0.926	14.38	1.43
DISEÑO RAMAL 1														
Estación	Posición	Cota Inicial	Cota Final	DH (m)	Vientas acumuladas	Q medio (diseño) (l/s)	Q máx. (horario) (l/s)	Q de diseño (l/s)	Diferencia de alturas (m)	Diam Tubo (in)	Diam con pérdidas (in)	Velocidad (m/s)	Velocidad (ft/s)	Perdida H (m)
E-7	E-9	285.657	280	77	1	0.01	0.02	0.15	4.343	0.61	3.4	0.926	0.56	0.35
DISEÑO RAMAL 2														
Estación	Posición	Cota Inicial	Cota Final	DH (m)	Vientas acumuladas	Q medio (diseño) (l/s)	Q máx. (horario) (l/s)	Q de diseño (l/s)	Diferencia de alturas (m)	Diam Tubo (in)	Diam con pérdidas (in)	Velocidad (m/s)	Velocidad (ft/s)	Perdida H (m)
E-10	E-12	274.584	278.09	100	6	0.07	0.14	0.47	3.506	1.04	3.4	0.926	6.21	1.08
DISEÑO RAMAL 3														
Estación	Posición	Cota Inicial	Cota Final	DH (m)	Vientas acumuladas	Q medio (diseño) (l/s)	Q máx. (horario) (l/s)	Q de diseño (l/s)	Diferencia de alturas (m)	Diam Tubo (in)	Diam con pérdidas (in)	Velocidad (m/s)	Velocidad (ft/s)	Perdida H (m)
E-10	E-36	274.584	259.209	307.6	22	0.24	0.48	0.92	16.375	1.23	1.12	1.676	3.68	0.65
DISEÑO RAMAL 4														
Estación	Posición	Cota Inicial	Cota Final	DH (m)	Vientas acumuladas	Q medio (diseño) (l/s)	Q máx. (horario) (l/s)	Q de diseño (l/s)	Diferencia de alturas (m)	Diam Tubo (in)	Diam con pérdidas (in)	Velocidad (m/s)	Velocidad (ft/s)	Perdida H (m)
E-21	E-37	253.3	263.707	97.13	8	0.09	0.18	0.54	10.267	0.88	3.4	0.926	7.80	1.24
DISEÑO RAMAL 5														
Estación	Posición	Cota Inicial	Cota Final	DH (m)	Vientas acumuladas	Q medio (diseño) (l/s)	Q máx. (horario) (l/s)	Q de diseño (l/s)	Diferencia de alturas (m)	Diam Tubo (in)	Diam con pérdidas (in)	Velocidad (m/s)	Velocidad (ft/s)	Perdida H (m)
E-22	E-23	251.235	257.683	65	8	0.09	0.18	0.54	6.426	0.94	3.4	0.926	6.62	1.24
DISEÑO RAMAL 6														
Estación	Posición	Cota Inicial	Cota Final	DH (m)	Vientas acumuladas	Q medio (diseño) (l/s)	Q máx. (horario) (l/s)	Q de diseño (l/s)	Diferencia de alturas (m)	Diam Tubo (in)	Diam con pérdidas (in)	Velocidad (m/s)	Velocidad (ft/s)	Perdida H (m)
E-28	E-29	264.182	272.225	50	1	0.01	0.02	0.15	8.063	0.49	3.4	0.926	0.38	0.35

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 365 ProPlus.

**Apéndice 3. Diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario
para la colonia San Mauricio**


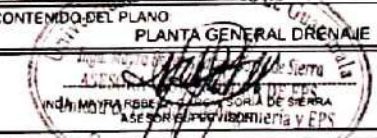
Listado de planos del sistema de alcantarillado

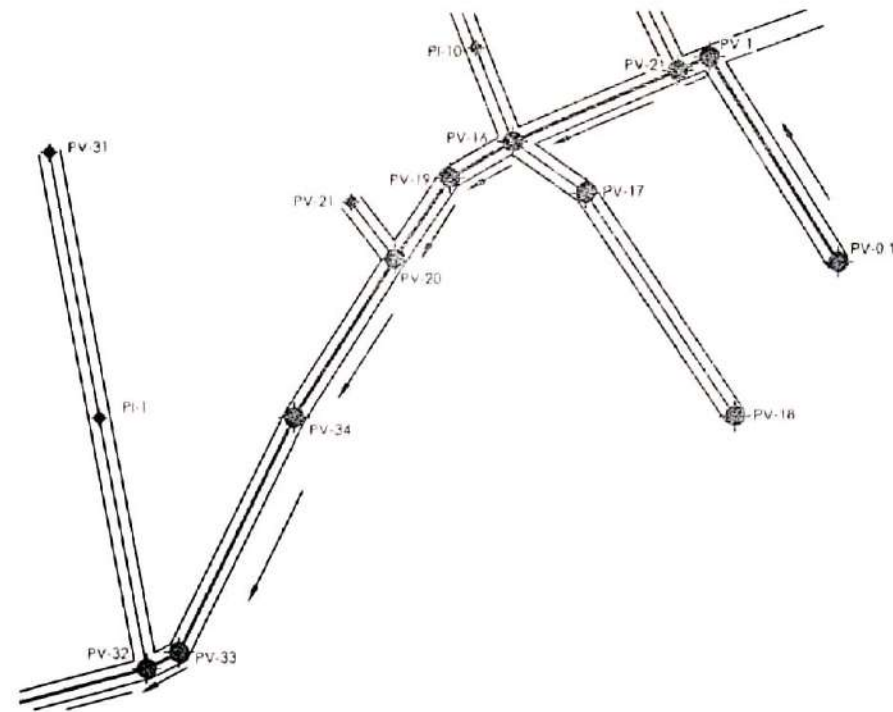
- PLANTA GENERAL DRENAJE
- PLANTA-PERFIL
- PLANTA-PERFIL
- PLANTA-PERFIL
- PLANTA-PERFIL
- PLANTA-PERFIL
- PLANTA-PERFIL
- PLANTA-PERFIL
- PLANTA-PERFIL
- PLANTA-PERFIL
- PLANTA-PERFIL
- PLANTA-PERFIL
- PLANTA-PERFIL
- PLANTA-PERFIL
- PLANTA-PERFIL
- PLANTA-PERFIL
- PLANTA-PERFIL
- PLANTA-PERFIL
- PLANTA-PERFIL
- PLANTA-PERFIL
- PLANTA-PERFIL
- DETALLE DE POZOS Y DOMICILIARES
- CURVAS DE NIVEL Y DENSIDAD DE VIVIENDA



PLANTA GENERAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

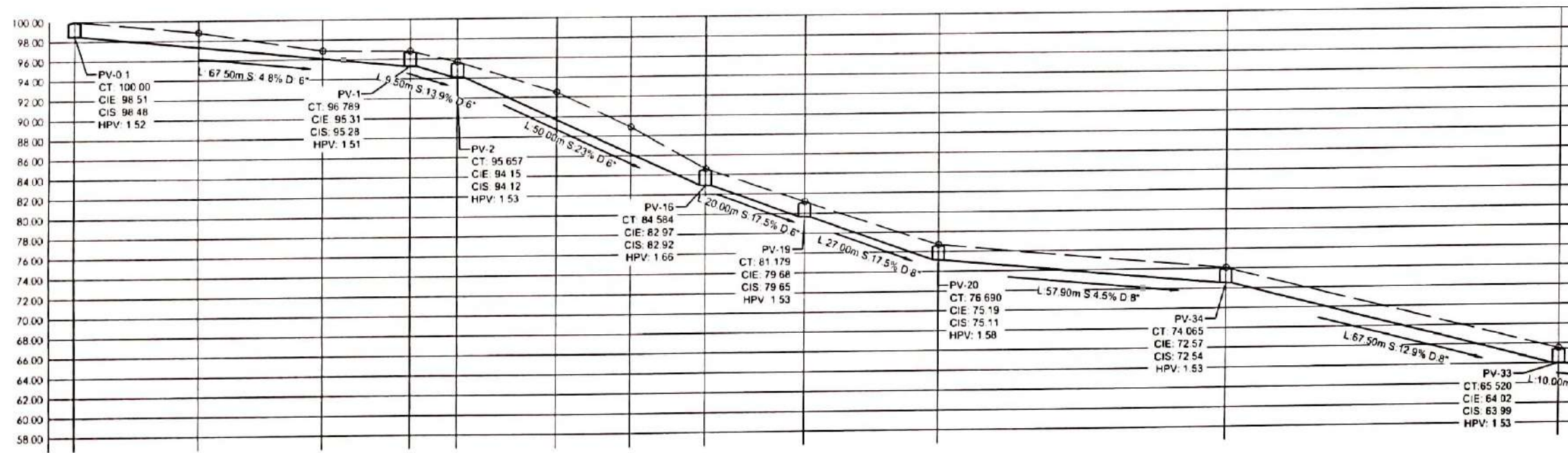
ESC: 1/2250

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO	
UBICACIÓN: ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA: SEP 2018
DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO: DONOBA EDUARDO OCHOA RAMOS	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO DEL PLANO: PLANTA GENERAL DRENAJE	
	HOJA: 1 / 24



PLANTA COLECTOR PRINCIPAL DE PV-0.1 A PV-33
RAMAL 1 ESC: 1/2000

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA EN VISTA PERFIL
	POZO DE VISITA EN VISTA PLANTA
	SENTIDO DEL CAUDAL
PV	NUMERO DE POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
HPV	ALTURA DE POZO DE VISITA
D	DIAMETRO EN PULGADAS DE LA TUBERIA
S	PENDIENTE DE TUBERIA EN PORCENTAJE
L	LONGITUD DE TRAMO EN METROS



PERFIL COLECTOR PRINCIPAL DE PV-0.1 A PV-33
RAMAL 1 ESC V: 1/500 ESC H: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO

UBICACION:
ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA

FECHA:
SEP 2018

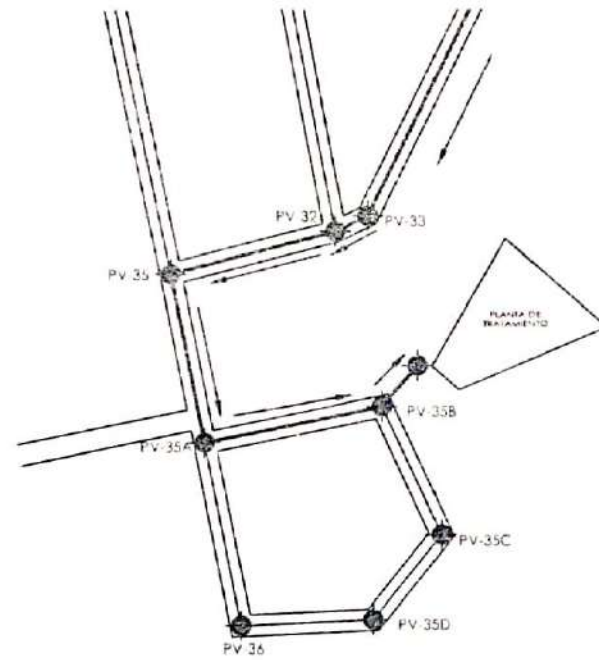
DISEÑO, CALCULO Y DIBUJO:
DONOBAN EDUARDO OCHOA RAMOS

ESCALA:
INDICADA

CONTENIDO DEL PLANO:
PLANTA - PERFIL

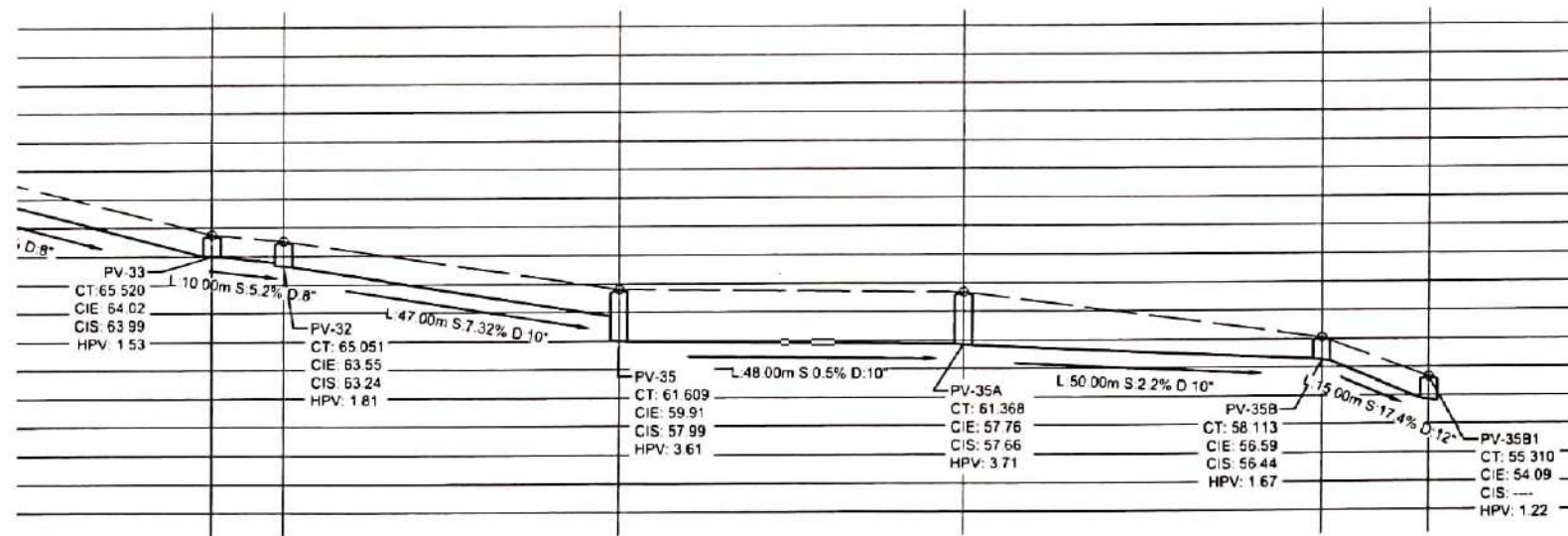
INGA MAYRA REBECA FERRAZ ROMERA DE GERRERA y EPS
ASESOR SUPERVISOR

HOJA:
2
24



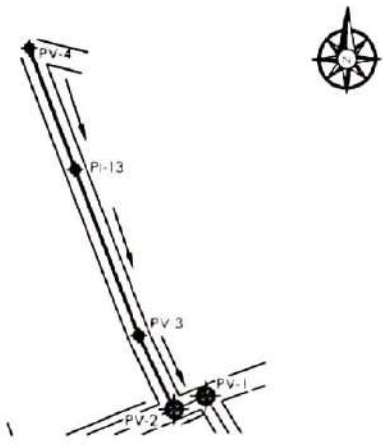
NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	POZO DE VISITA EN VISTA PERFIL
	POZO DE VISITA EN VISTA PLANTA
	SENTIDO DEL CAUDAL
PV	NÚMERO DE POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
HPV	ALTURA DE POZO DE VISITA
D	DIÁMETRO EN PULGADAS DE LA TUBERÍA
S	PENDIENTE DE TUBERÍA EN PORCENTAJE
L	LONGITUD DE TRAMO EN METROS

PLANTA COLECTOR PRINCIPAL DE PV-33 A PV-35B1
 RAMAL 1 ESC: 1/2000

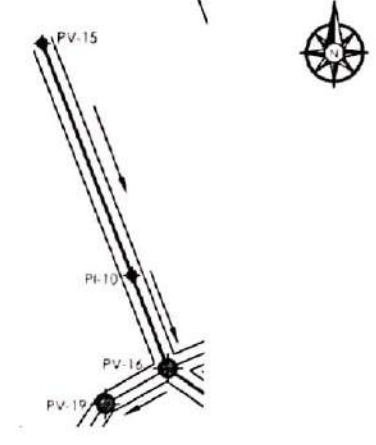


PERFIL COLECTOR PRINCIPAL DE PV-33 A PV-35B1
 RAMAL 1 ESC V: 1/500
ESC H: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO	
UBICACIÓN: ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA: SEP 2018
DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO: DONOBA EDUARDO OCHOA RAMOS	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO DEL PLANO: PLANTA Y PERFIL	
HOJA: 3 / 24	

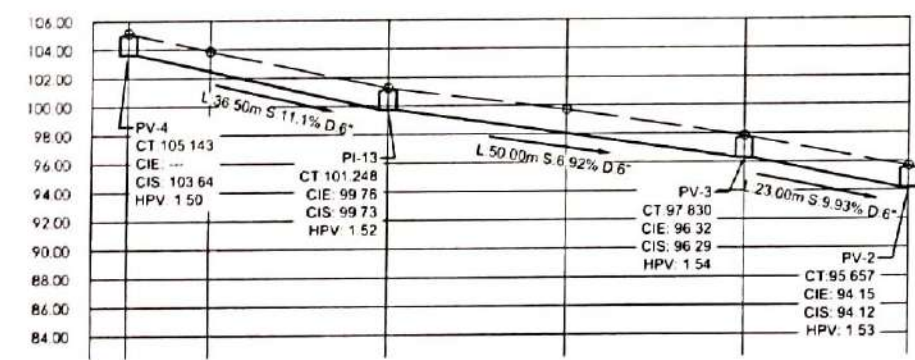


PLANTA COLECTOR DE PV-4 A PV-2
RAMAL 1 ESC: 1/2000

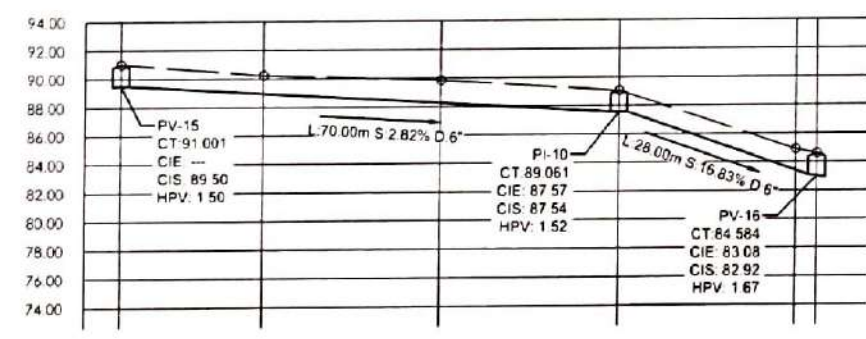


PLANTA COLECTOR DE PV-15 A PV-16
RAMAL 1 ESC: 1/2000

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA EN VISTA PERFIL
	POZO DE VISITA EN VISTA PLANTA
	SENTIDO DEL CAUDAL
PV	NUMERO DE POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
HPV	ALTURA DE POZO DE VISITA
D	DIAMETRO EN PULGADAS DE LA TUBERIA
S	PENDIENTE DE TUBERIA EN PORCENTAJE
L	LONGITUD DE TRAMO EN METROS



PERFIL COLECTOR DE PV-4 A PV-2
RAMAL 1 ESC V: 1/500 ESC H: 1/1000



PERFIL COLECTOR DE PV-15 A PV-16
RAMAL 1 ESC V: 1/500 ESC H: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

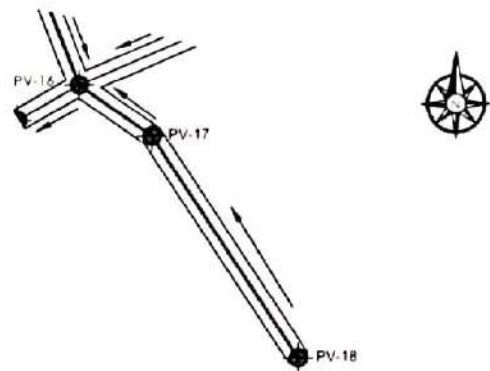
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO

UBICACION: ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA FECHA: SEP 2018

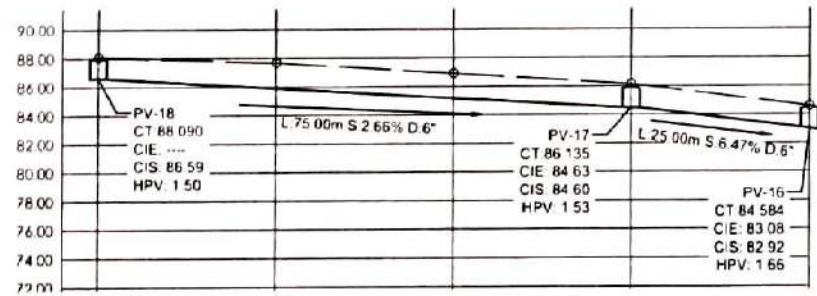
DISENO, CALCULO Y DIBUJO: DONOBAN EDUARDO OCHOA RAMOS ESCALA: INDICADA

CONTENIDO DEL PLANO: PLANTA PERFIL

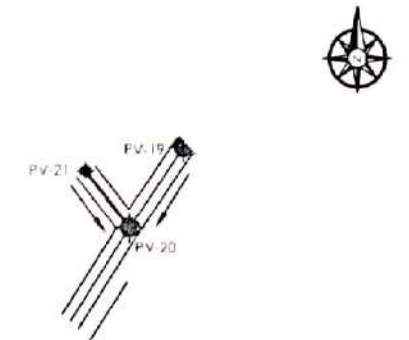
HOJA: 4 / 24



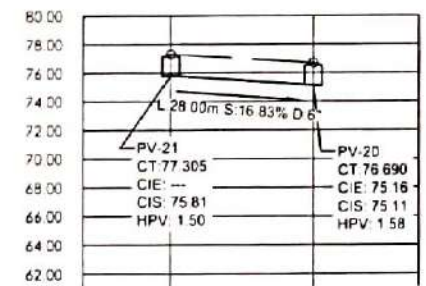
PLANTA COLECTOR DE PV-18 A PV-16
RAMAL 1
ESC: 1/2000



PERFIL COLECTOR DE PV-18 A PV-16
RAMAL 1
ESC V: 1/500
ESC H: 1/1000



PLANTA COLECTOR DE PV-21 A PV-22
RAMAL 1
ESC: 1/2000



PERFIL COLECTOR DE PV-21 A PV-22
RAMAL 1
ESC V: 1/500
ESC H: 1/1000

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA EN VISTA PERFIL
	POZO DE VISITA EN VISTA PLANTA
	SENTIDO DEL CAUDAL
PV	NUMERO DE POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
HPV	ALTURA DE POZO DE VISITA
D	DIAMETRO EN PULGADAS DE LA TUBERIA
S	PENDIENTE DE TUBERIA EN PORCENTAJE
L	LONGITUD DE TRAMO EN METROS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO

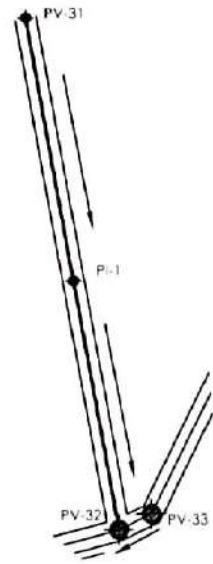
UBICACION: ALDEA AZACUALPILLA MUNICIPIO DE PALENCIA
FECHA: SEP 2018

DISEÑO, CALCULO Y DIBUJO: DONOBAN EDUARDO OCHOA RAMOS
ESCALA: INDICADA

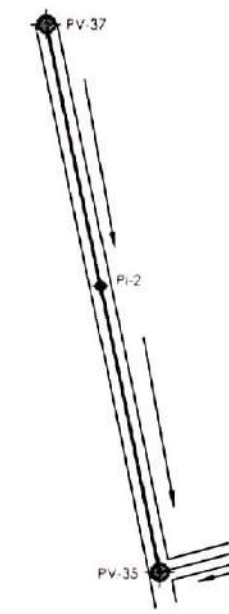
CONTENIDO DEL PLANO:
PLANTA / PERFIL

HOJA: 5 / 24



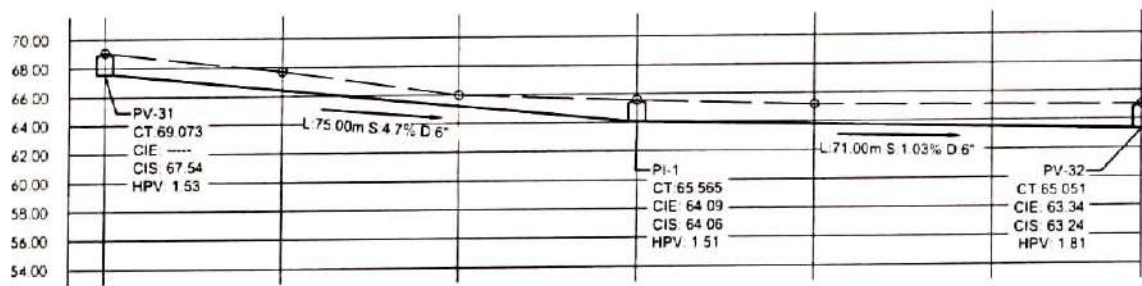


PLANTA COLECTOR DE PV-31 A PV-32
RAMAL 1
ESC: 1/2000

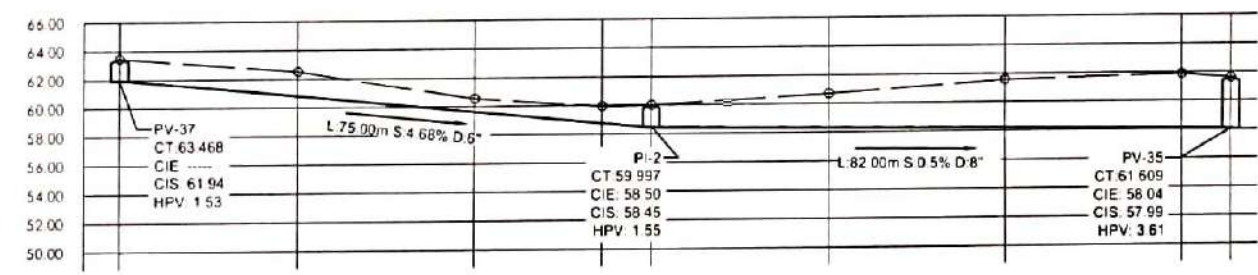


PLANTA COLECTOR DE PV-37 A PV-35
RAMAL 1
ESC: 1/2000

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA EN VISTA PERFIL
	POZO DE VISITA EN VISTA PLANTA
	SENTIDO DEL CAUDAL
PV	NUMERO DE POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
HPV	ALTURA DE POZO DE VISITA
D	DIAMETRO EN PULGADAS DE LA TUBERIA
S	PENDIENTE DE TUBERIA EN PORCENTAJE
L	LONGITUD DE TRAMO EN METROS



PERFIL COLECTOR DE PV-31 A PV-32
RAMAL 1
ESC V: 1/500
ESC H: 1/1000



PERFIL COLECTOR DE PV-37 A PV-35
RAMAL 1
ESC V: 1/500
ESC H: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO

UBICACION:
ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA

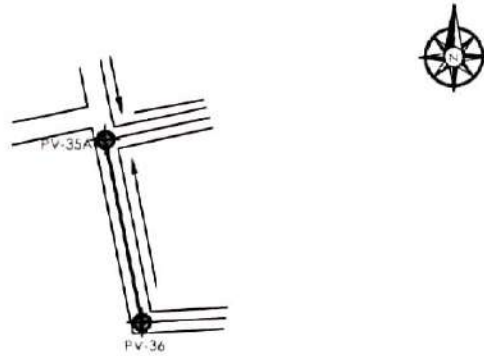
FECHA:
SEP 2018

DISENO, CALCULO Y DIBUJO:
DONOBA EDUARDO OCHOA RAMOS

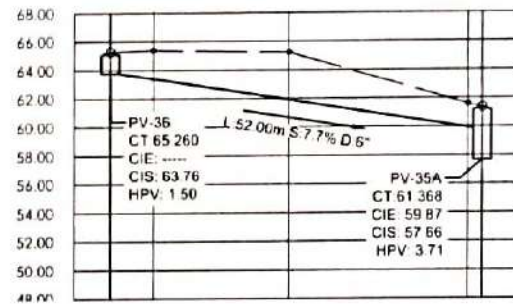
ESCALA:
INDICADA

CONTENIDO DEL PLANO:
PLANTA - PERFIL

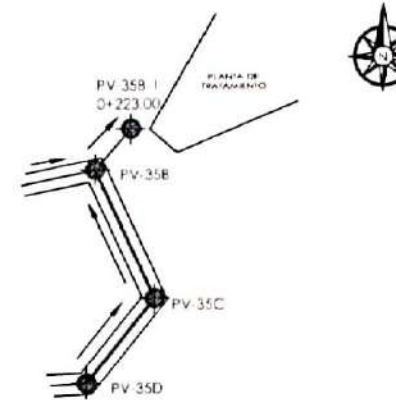
HOJA:
6 / 24



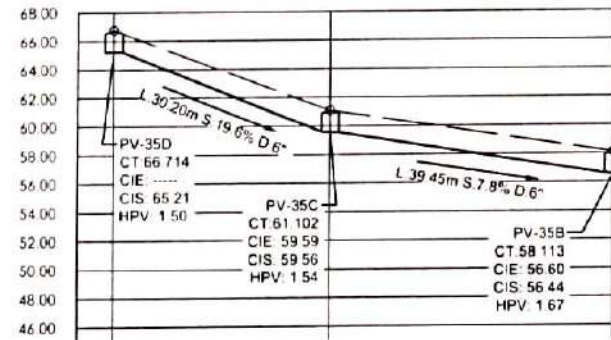

PLANTA COLECTOR DE PV-36 A PV-35A
 RAMAL 1 ESC: 1/2000







PERFIL COLECTOR DE PV-36 A PV-35A
 RAMAL 1 ESC V: 1/500
 ESC H: 1/1000




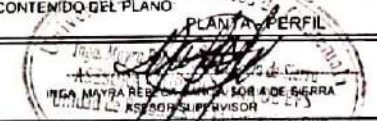

PLANTA COLECTOR DE PV-35D A PV-35B
 RAMAL 1 ESC: 1/2000

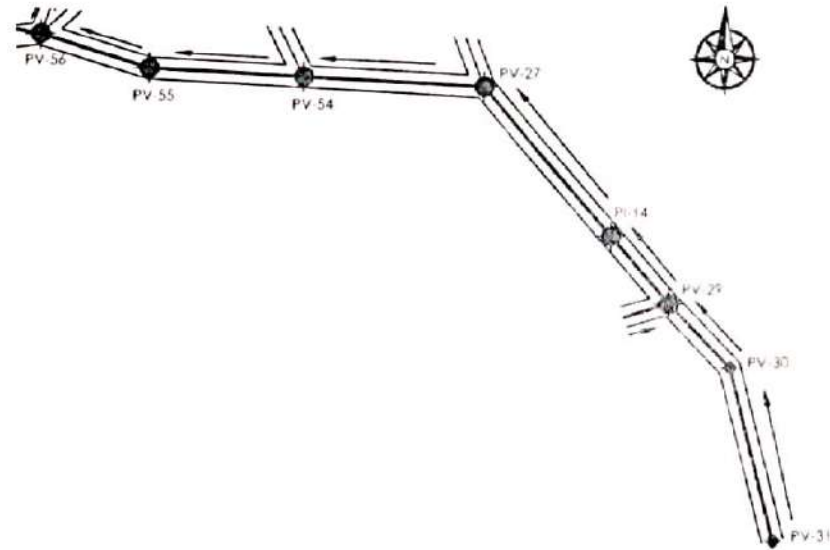



PERFIL COLECTOR DE PV-35D A PV-35B
 RAMAL 1 ESC V: 1/500
 ESC H: 1/1000

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA EN VISTA PERFIL
	POZO DE VISITA EN VISTA PLANTA
	SENTIDO DEL CAUDAL
PV	NUMERO DE POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
HPV	ALTURA DE POZO DE VISITA
D	DIAMETRO EN PULGADAS DE LA TUBERIA
S	PENDIENTE DE TUBERIA EN PORCENTAJE
L	LONGITUD DE TRAMO EN METROS

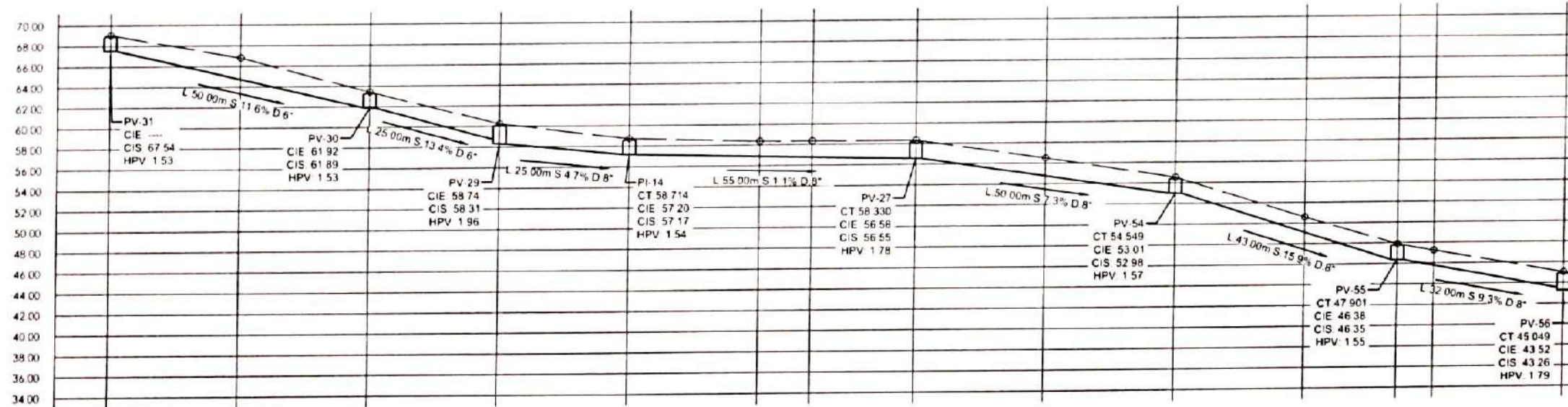

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO	
UBICACION ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA SEP 2018
DISENO, CALCULO Y DIBUJO DONOBA EDUARDO OCHOA RAMOS	ESCALA INDICADA
CONTENIDO DEL PLANO PLANTA PERFIL	
 ING. MAYRA RESERVA OCHOA RAMOS INGENIERA SUPERVISOR	HOJA 7 / 24



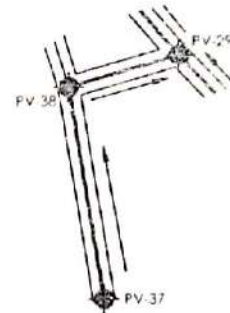
PLANTA COLECTOR PRINCIPAL DE PV-31 A PV-56
RAMAL 2 ESC: 1/2000

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	POZO DE VISITA EN VISTA PERFIL
	POZO DE VISITA EN VISTA PLANTA
	SENTIDO DEL CAUDAL
PV	NÚMERO DE POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
HPV	ALTURA DE POZO DE VISITA
D	DIÁMETRO EN PULGADAS DE LA TUBERÍA
S	PENDIENTE DE TUBERÍA EN PORCENTAJE
L	LONGITUD DE TRAMO EN METROS






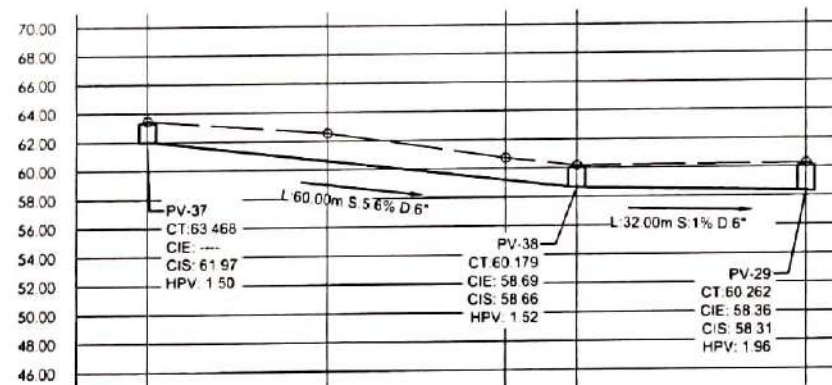
PERFIL COLECTOR PRINCIPAL DE PV-31 A PV-56
RAMAL 2 ESC V: 1/500 ESC H: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO	
UBICACIÓN ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA SEP 2018
DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO DONOBA EDUARDO OCHOA RAMOS	ESCALA INDICADA
CONTENIDO DEL PLANO PLANTA Y PERFIL	
HOJA 8	24



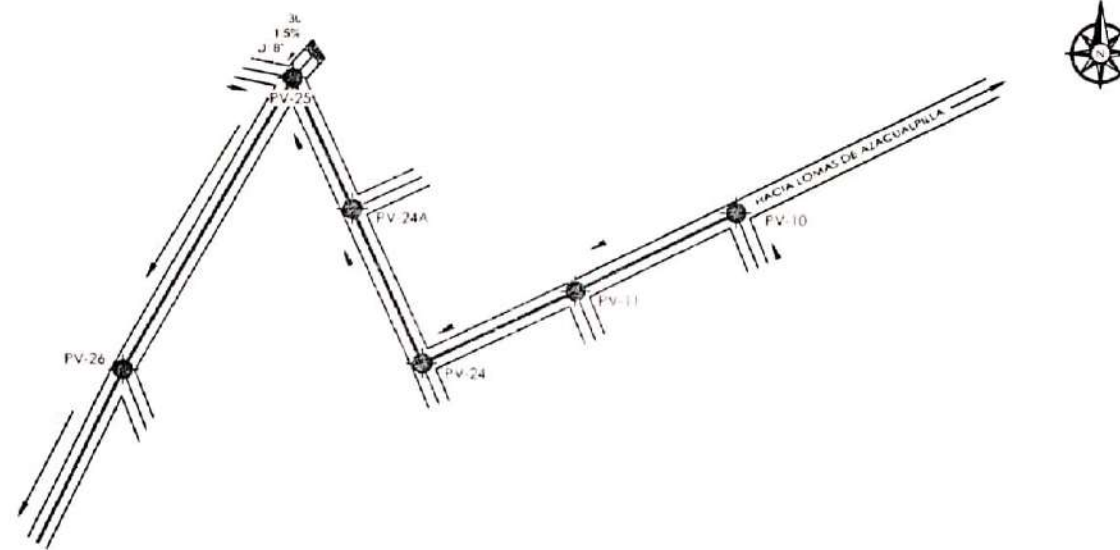

PLANTA COLECTOR DE PV-37 A PV-29
 RAMAL 2 ESC: 1/2000

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA EN VISTA PERFIL
	POZO DE VISITA EN VISTA PLANTA
	SENTIDO DEL CAUDAL
PV	NUMERO DE POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
HPV	ALTURA DE POZO DE VISITA
D	DIÁMETRO EN PULGADAS DE LA TUBERIA
S	PENDIENTE DE TUBERIA EN PORCENTAJE
L	LONGITUD DE TRAMO EN METROS



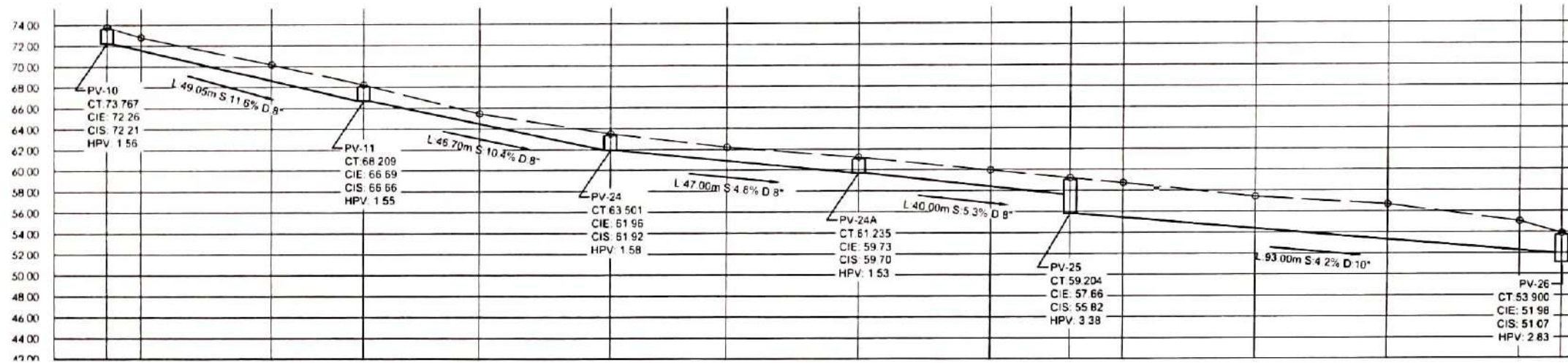

PERFIL COLECTOR DE PV-37 A PV-29
 RAMAL 2 ESC V: 1/500
ESC H: 1/1000

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO	
UBICACION: ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA: SEP 2018
DISEÑO, CALCULO Y DIBUJO: DONOBA EDUARDO OCHOA RAMOS	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO DEL PLANO: PLANTA - PERFIL	
 DONOBA EDUARDO OCHOA RAMOS ASesor SUPERVISOR	
HOJA	9 / 24



PLANTA COLECTOR PRINCIPAL DE PV-10 A PV-26
RAMAL 3 ESC: 1/2000

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	POZO DE VISITA EN VISTA PERFIL
	POZO DE VISITA EN VISTA PLANTA
	SENTIDO DEL CAUDAL
PV	NÚMERO DE POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
HPV	ALTURA DE POZO DE VISITA
D	DIÁMETRO EN PULGADAS DE LA TUBERÍA
S	PENDIENTE DE TUBERÍA EN PORCENTAJE
L	LONGITUD DE TRAMO EN METROS



PERFIL COLECTOR PRINCIPAL DE PV-10 A PV-26
RAMAL 3 ESC V: 1/500
ESC H: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO

UBICACIÓN
ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA

FECHA
SEP 2018

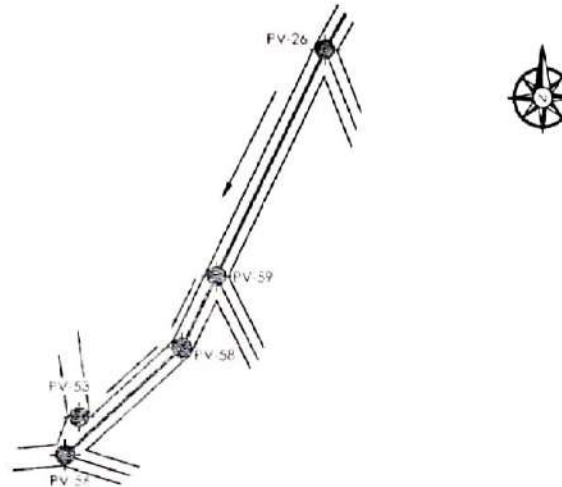
DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO
DONOBA EDUARDO OCHOA RAMOS


ESCALA
INDICADA




CONTENIDO DEL PLANO
PLANTA Y PERFIL

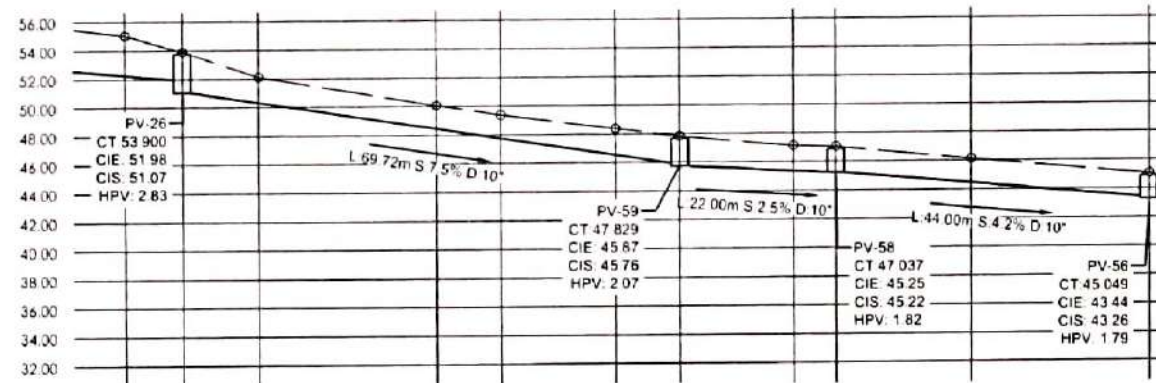
HOJA:
10 / 24

INGA MAYRA REBECCA SORIANO DE SIERRA
ASESOR SUPERVISOR





PLANTA COLECTOR PRINCIPAL DE PV-26 A PV-56
 RAMAL 3 ESC: 1/2000

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	POZO DE VISITA EN VISTA PERFIL
	POZO DE VISITA EN VISTA PLANTA
	SENTIDO DEL CAUDAL
PV	NÚMERO DE POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
HPV	ALTURA DE POZO DE VISITA
D	DIAMETRO EN PULGADAS DE LA TUBERÍA
S	PENDIENTE DE TUBERÍA EN PORCENTAJE
L	LONGITUD DE TRAMO EN METROS




PERFIL COLECTOR PRINCIPAL DE PV-26 A PV-56
 RAMAL 3 ESC V: 1/500
ESC H: 1/1000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

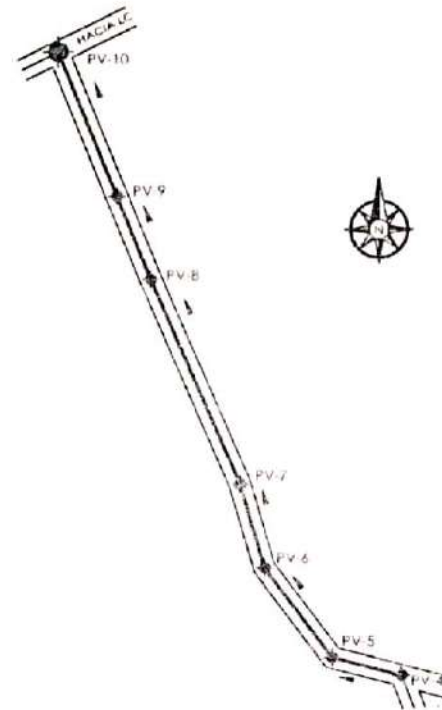
PROYECTO:
 ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO

UBICACIÓN:
 ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA FECHA:
SEP 2018

DISEÑO, CALCULO Y DIBUJO:
 DDNOBAN EDUARDO GONZALEZ RAMOS ESCALA:
INDICADA

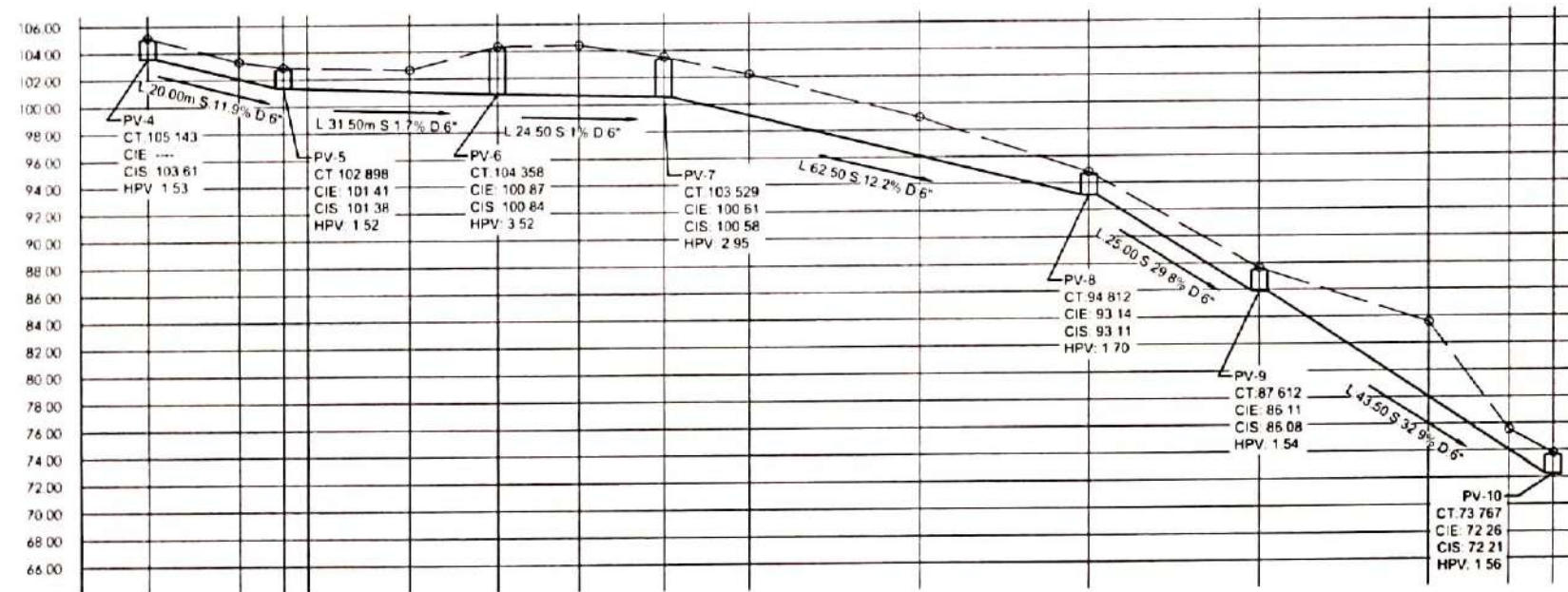
CONTENIDO DEL PLANO:
 PLANTA / PERFIL


HOJA:
11 / 24



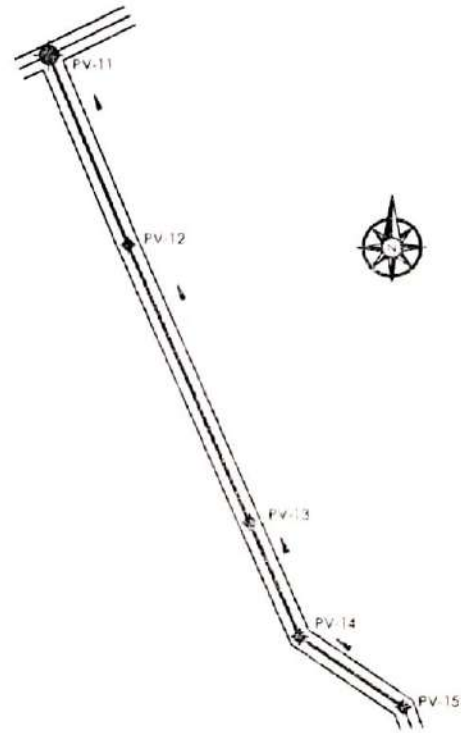
NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA EN VISTA PERFIL
	POZO DE VISITA EN VISTA PLANTA
	SENTIDO DEL CAUDAL
PV	NUMERO DE POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
HPV	ALTURA DE POZO DE VISITA
D	DIAMETRO EN PULGADAS DE LA TUBERIA
S	PENDIENTE DE TUBERIA EN PORCENTAJE
L	LONGITUD DE TRAMO EN METROS

PLANTA COLECTOR DE PV-4 A PV-10
RAMAL 3 ESC: 1/2000



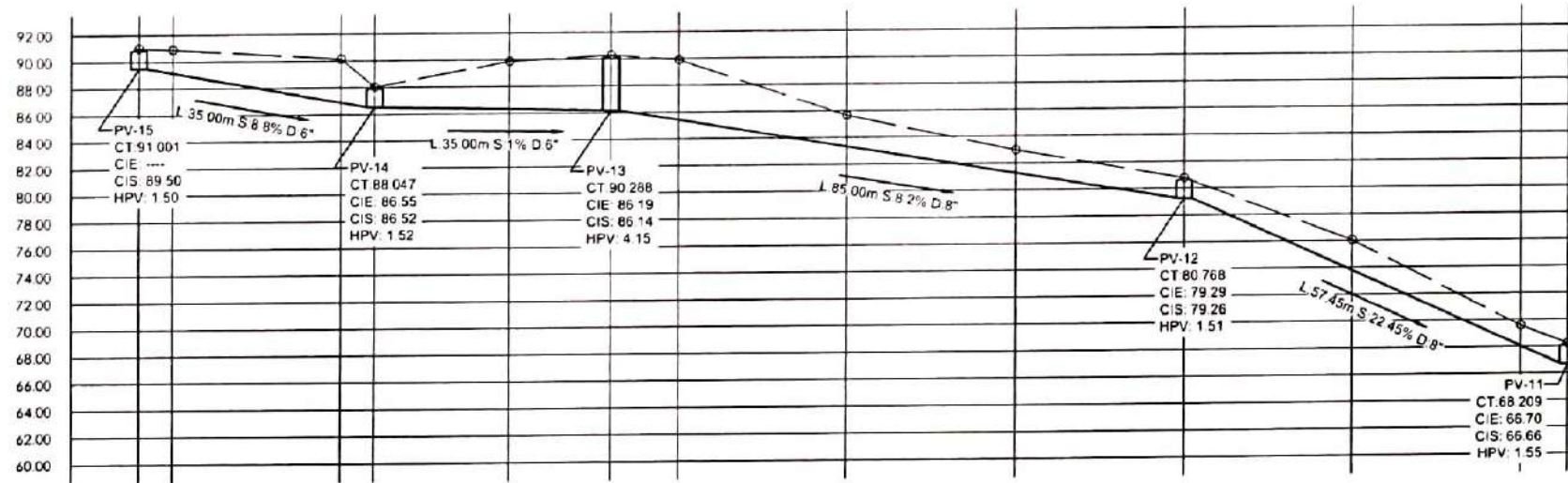
PERFIL COLECTOR DE PV-4 A PV-10
RAMAL 3 ESC V: 1/500
ESC H: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO	
UBICACION: ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA: SEP 2018
DISEÑO, CALCULO Y DIBUJO: DONOBAN EDUARDO OCHOA RAMOS	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO DEL PLANO: PLANTA PERFIL	
INGA MAYRA NEBRES INGENIERA EN INGENIERIA DE SANITARIA Y EPS	
HOJA 12 / 24	



PLANTA COLECTOR DE PV-4 A PV-10
RAMAL 3 ESC: 1/2000

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA EN VISTA PERFIL
	POZO DE VISITA EN VISTA PLANTA
	SENTIDO DEL CAUDAL
PV	NUMERO DE POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
HPV	ALTURA DE POZO DE VISITA
D	DIAMETRO EN PULGADAS DE LA TUBERIA
S	PENDIENTE DE TUBERIA EN PORCENTAJE
L	LONGITUD DE TRAMO EN METROS



PERFIL COLECTOR DE PV-4 A PV-10
RAMAL 3 ESC V: 1/500
ESC H: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO

UBICACION:
ALDEA AZACUALPILA, MUNICIPIO DE PALENCIA

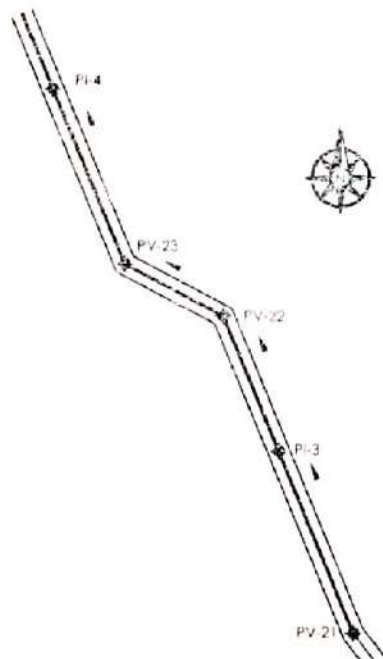
FECHA:
SEP 2018

DISEÑO, CALCULO Y DIBUJO:
DONOBIAN EDUARDO OCHOA RAMOS

ESCALA:
INDICADA

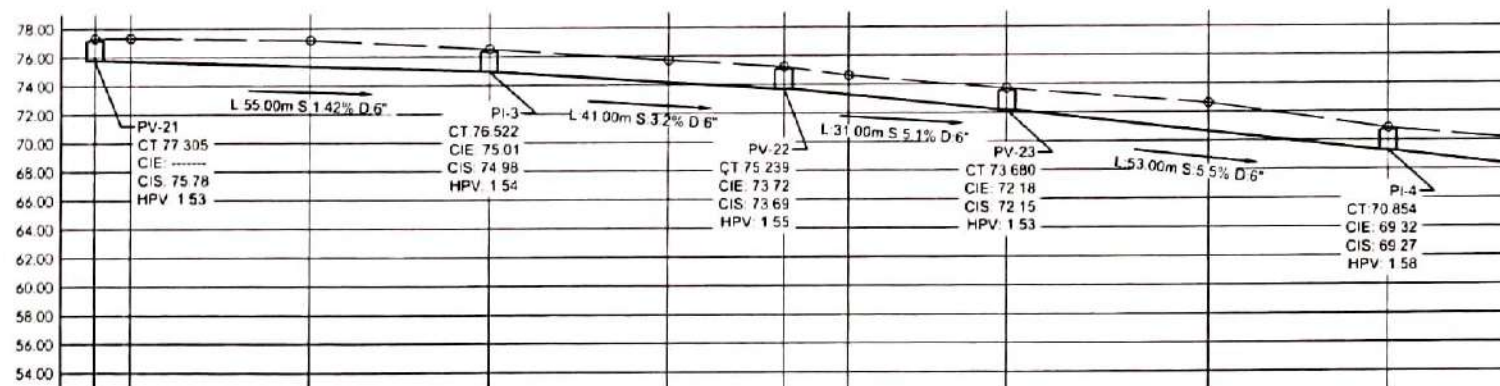
CONTENIDO DEL PLANO:
PLANTA Y PERFIL

HOJA
13 / 24



PLANTA COLECTOR DE PV-21 A PI-4
 RAMAL 3 ESC: 1/2000

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA EN VISTA PERFIL
	POZO DE VISITA EN VISTA PLANTA
	SENTIDO DEL CAUDAL
PV	NUMERO DE POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
HPV	ALTURA DE POZO DE VISITA
D	DIAMETRO EN PULGADAS DE LA TUBERIA
S	PENDIENTE DE TUBERIA EN PORCENTAJE
L	LONGITUD DE TRAMO EN METROS



PERFIL COLECTOR DE PV-21 A PI-4
 RAMAL 3 ESC V: 1/500
ESC H: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

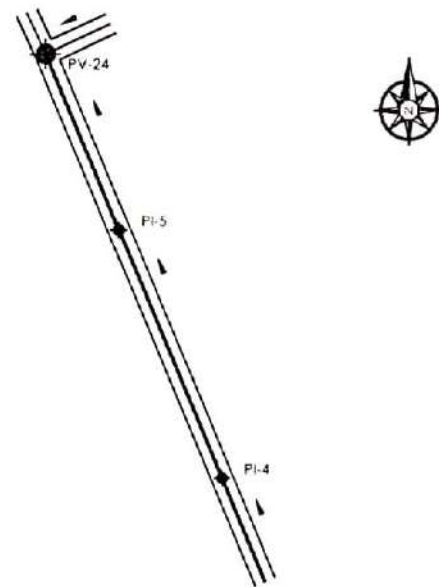
PROYECTO:
 ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO

UBICACION:
 ALDEA AZACUALPILLA - MUNICIPIO DE BALENCIA FECHA:
SEP 2018

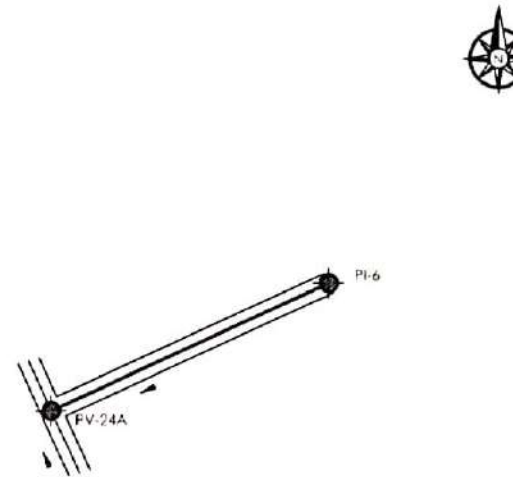
DISEÑO, CALCULO Y DIBUJO:
 DONOBIAN EDUARDO OCHOA RAMOS ESCALA:
INDICADA

CONTENIDO DEL PLANO:
 ASISORA - SUD PLANTA - PERFIL

INBA MAYRA REBECA CALLES ROSA DE SIERRA
 ASISORA SUPERVISORA

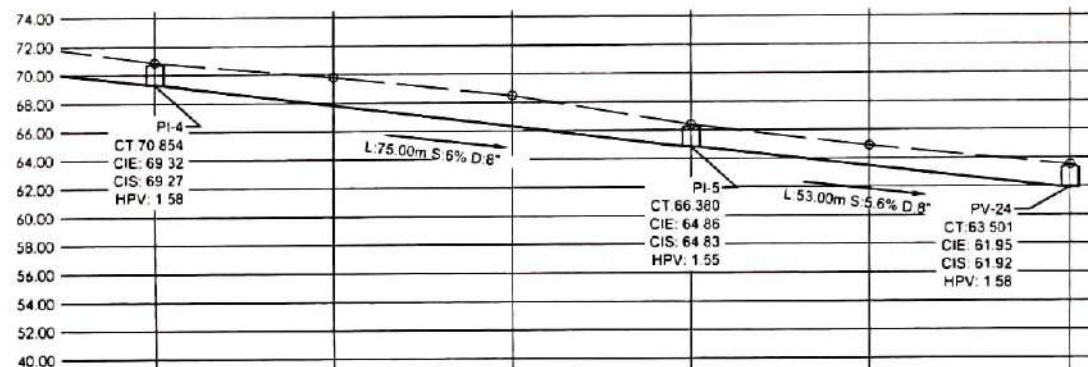


PLANTA COLECTOR DE PI-4 A PV-24
RAMAL 3 ESC: 1/2000

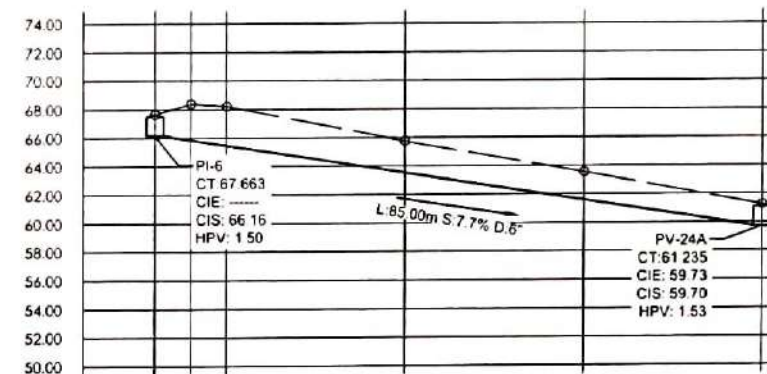


PLANTA COLECTOR DE PI-4 A PV-24
RAMAL 3 ESC: 1/2000

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA EN VISTA PERFIL
	POZO DE VISITA EN VISTA PLANTA
	SENTIDO DEL CAUDAL
PV	NUMERO DE POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
HPV	ALTURA DE POZO DE VISITA
D	DIÁMETRO EN PULGADAS DE LA TUBERIA
S	PENDIENTE DE TUBERIA EN PORCENTAJE
L	LONGITUD DE TRAMO EN METROS



PERFIL COLECTOR DE PI-4 A PV-24
RAMAL 3 ESC V: 1/500
ESC H: 1/1000



PERFIL COLECTOR DE PI-4 A PV-24
RAMAL 3 ESC V: 1/500
ESC H: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO

UBICACION:
ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA

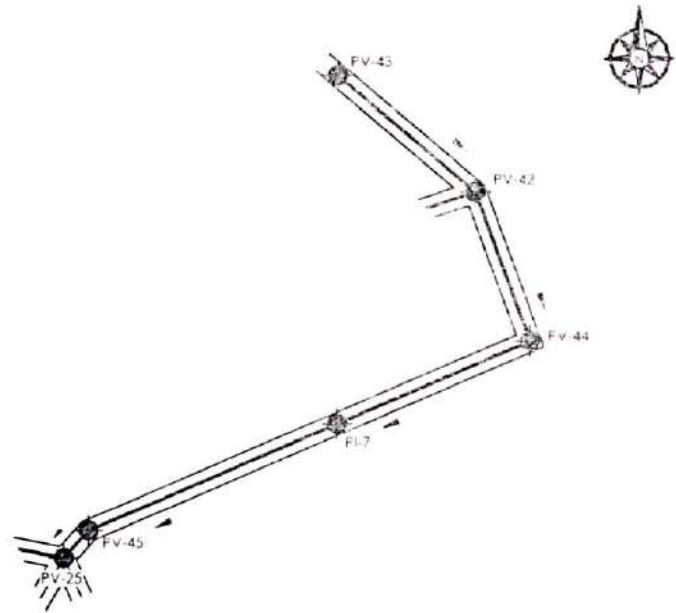
FECHA:
SEP 2018

DISENO, CALCULO Y DIBUJO:
DONOBA EDUARDO OCHOA RAMOS




ESCALA:
INDICADA

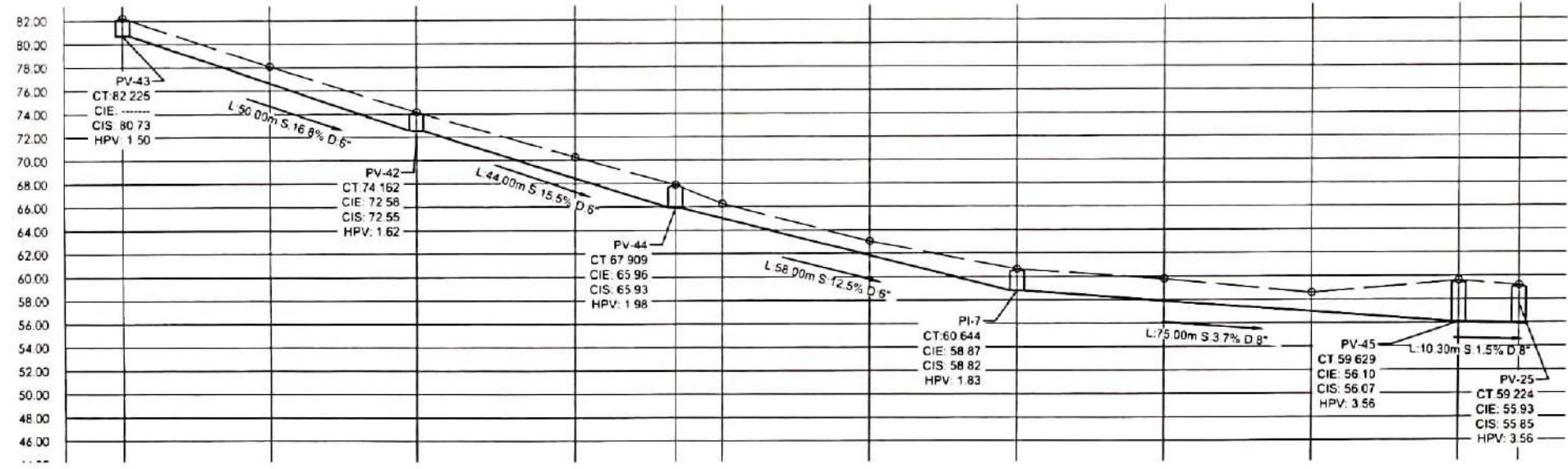
CONTENIDO DEL PLANO:
PLANTA PERFIL

HOJA:
15 24




PLANTA COLECTOR DE PV-43 A PV-25
 RAMAL 3 ESC: 1/2000

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA EN VISTA PERFIL
	POZO DE VISITA EN VISTA PLANTA
	SENTIDO DEL CAUDAL
PV	NUMERO DE POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
HPV	ALTURA DE POZO DE VISITA
D	DIAMETRO EN PULGADAS DE LA TUBERIA
S	PENDIENTE DE TUBERIA EN PORCENTAJE
L	LONGITUD DE TRAMO EN METROS




PERFIL COLECTOR DE PV-43 A PV-25
 RAMAL 3 ESC V: 1/500
 ESC H: 1/1000


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
 ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO

UBICACION:
 ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA

FECHA:
 SEP 2018

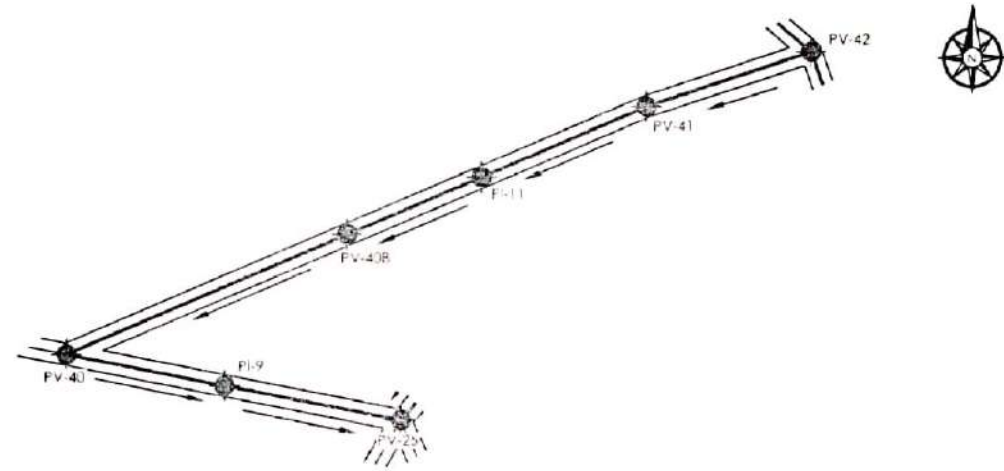
DISEÑO, CALCULO Y DIBUJO:
 DONOBAN EDUARDO OCHOA RAMOS

ESCALA:
 INDICADA

CONTENIDO DEL PLANO:
 PLANTA COLECTOR

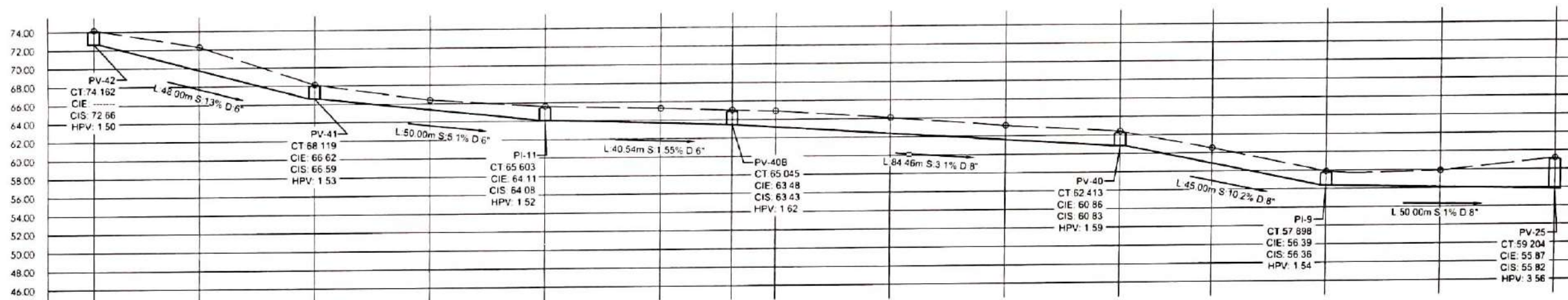
HOJA:
 16 / 24

INGA MAYRA REBECA GARCIA SUAREZ DE SIERRA RPS
 ASESOR SUPERVISOR



PLANTA COLECTOR DE PV-42 A PV-25
RAMAL 3
ESC. 1/2000

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA EN VISTA PERFIL
	POZO DE VISITA EN VISTA PLANTA
	SENTIDO DEL CAUDAL
PV	NUMERO DE POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
HPV	ALTURA DE POZO DE VISITA
D	DIAMETRO EN PULGADAS DE LA TUBERIA
S	PENDIENTE DE TUBERIA EN PORCENTAJE
L	LONGITUD DE TRAMO EN METROS



PERFIL COLECTOR DE PV-42 A PV-25
RAMAL 3
ESC V: 1/500
ESC H: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO

UBICACION:
ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA

FECHA:
SEP 2018

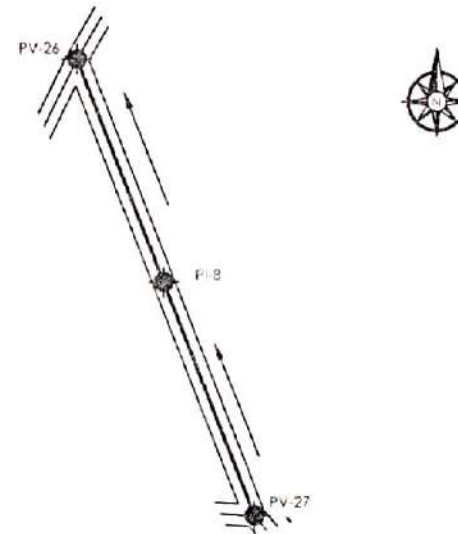
DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO:
DONOBA EDUARDO OCHOA RAMOS

ESCALA:
INDICADA




CONTENIDO DEL PLANO:
PLANTA / PERFIL

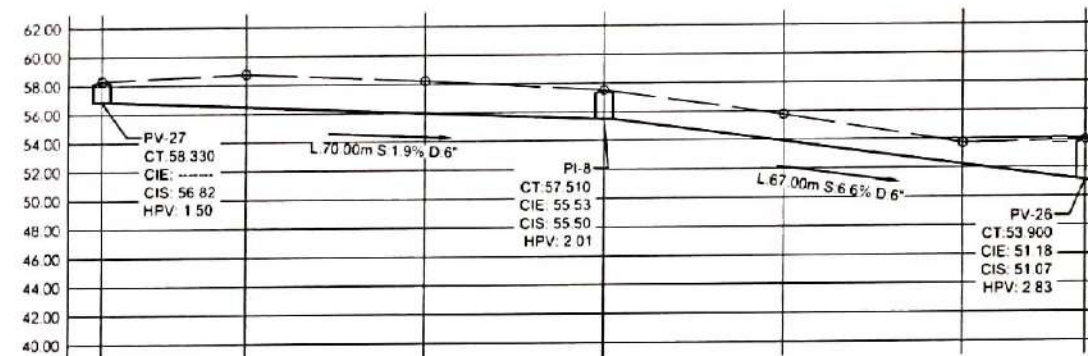
ING. MAYRA REBECA OCHOA RAMOS
ASESORA SUPERVISOR

HOJA:
17 / 24



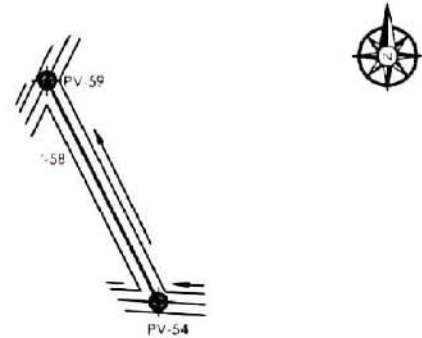

PLANTA COLECTOR DE PV-27 A PV-26
 RAMAL 3 ESC: 1/2000

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA EN VISTA PERFIL
	POZO DE VISITA EN VISTA PLANTA
	SENTIDO DEL CAUDAL
PV	NUMERO DE POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
HPV	ALTURA DE POZO DE VISITA
D	DIAMETRO EN PULGADAS DE LA TUBERIA
S	PENDIENTE DE TUBERIA EN PORCENTAJE
L	LONGITUD DE TRAMO EN METROS

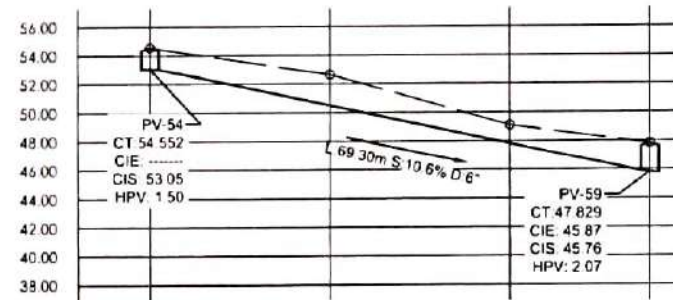



PERFIL COLECTOR DE PV-27 A PV-26
 RAMAL 3 ESC V: 1/500
ESC H: 1/1000

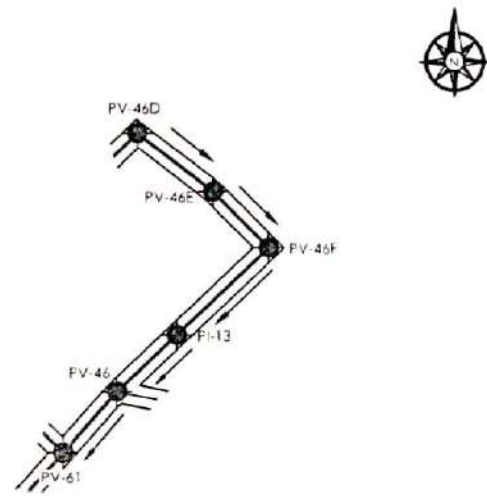
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO	
UBICACION: ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA: SEP 2018
DISEÑO, CALCULO Y DIBUJO: DONOBAN EDUARDO OCHOA RAMOS	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO DEL PLANO: PLANTA Y PERFIL	
	
INGA MAYRA REBECA GALVEZ DE SIERRA ASESOR SUPERVISOR	
HOJA: 18 / 24	



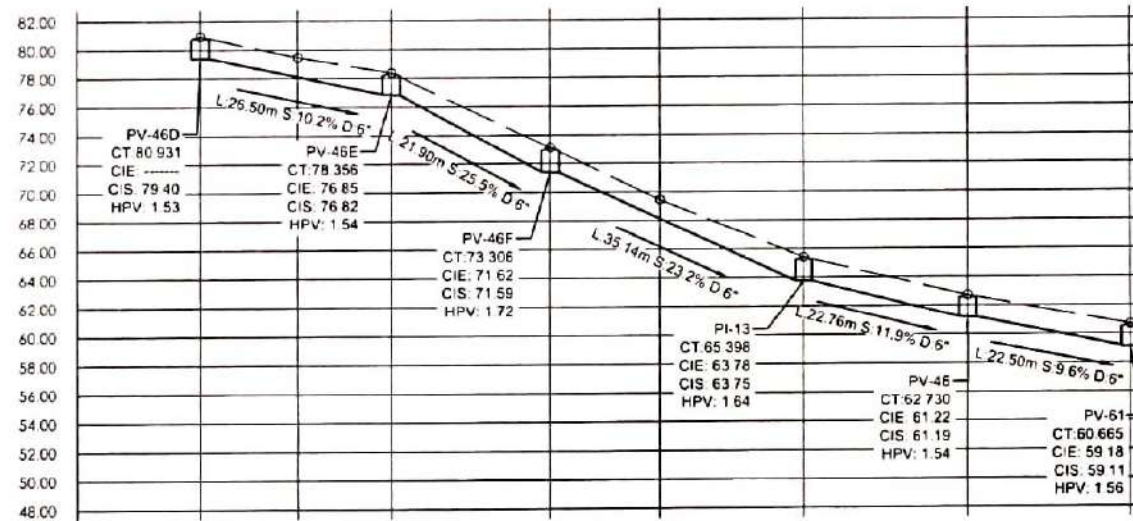
PLANTA COLECTOR DE PV-54 A PV-59
RAMAL 3 ESC: 1/2000



PERFIL COLECTOR DE PV-54 A PV-59
RAMAL 3 ESC V: 1/500
ESC H: 1/1000



PLANTA COLECTOR PRINCIPAL DE PV-46D A PV-61
RAMAL 4 ESC: 1/2000



PERFIL COLECTOR PRINCIPAL DE PV-46D A PV-61
RAMAL 4 ESC V: 1/500
ESC H: 1/1000

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA EN VISTA PERFIL
	POZO DE VISITA EN VISTA PLANTA
	SENTIDO DEL CAUDAL
PV	NUMERO DE POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
HPV	ALTURA DE POZO DE VISITA
D	DIAMETRO EN PULGADAS DE LA TUBERIA
S	PENDIENTE DE TUBERIA EN PORCENTAJE
L	LONGITUD DE TRAMO EN METROS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO.

UBICACION:
ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA

FECHA:
SEP 2018

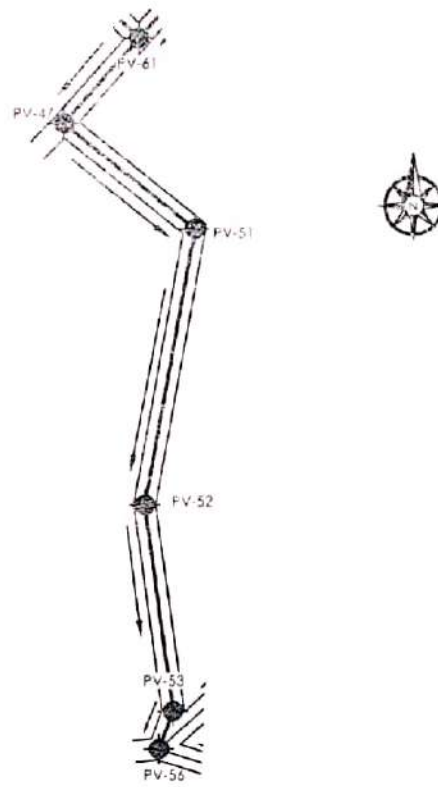
DISENO, CALCULO Y DIBUJO:
DONOAN EDUARDO OCHOA RAMOS

ESCALA:
INDICADA




CONTENIDO DEL PLANO:
PLANTA PERFIL

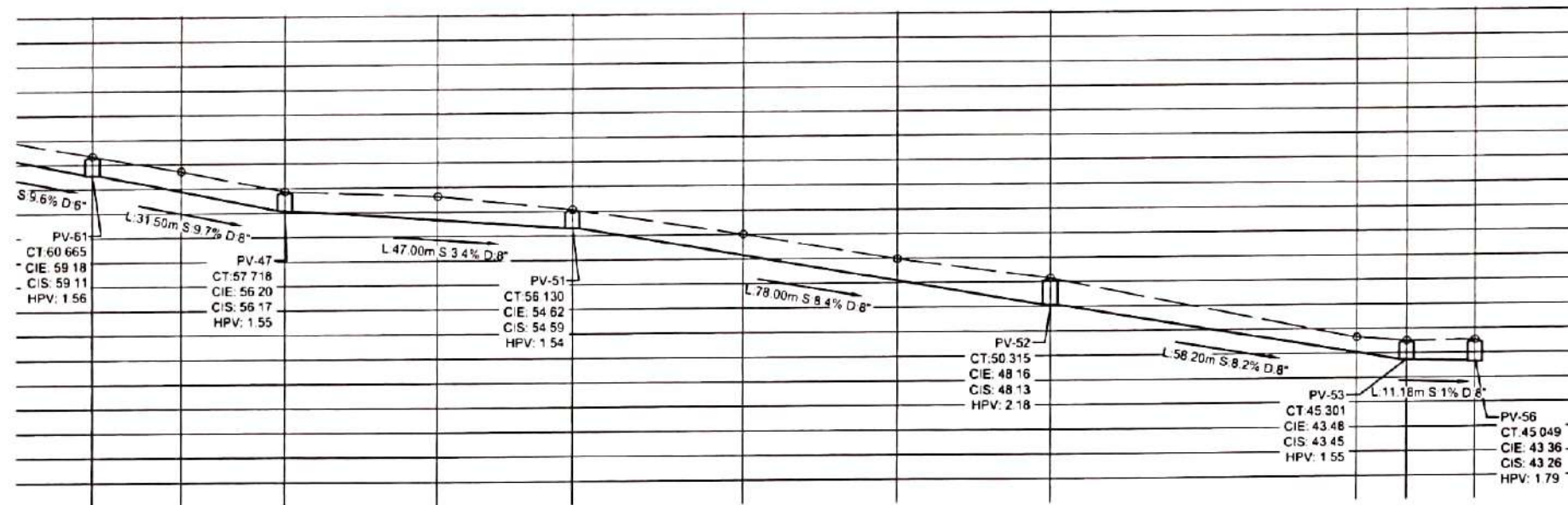
Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado
OS EPS

HOJA:
19 24




PLANTA COLECTOR PRINCIPAL DE PV-61 A PV-56
 RAMAL 4 ESC: 1/2000

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA EN VISTA PERFIL
	POZO DE VISITA EN VISTA PLANTA
	SENTIDO DEL GAUDAL
PV	NUMERO DE POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
HPV	ALTURA DE POZO DE VISITA
D	DIAMETRO EN PULGADAS DE LA TUBERIA
S	PENDIENTE DE TUBERIA EN PORCENTAJE
L	LONGITUD DE TRAMO EN METROS



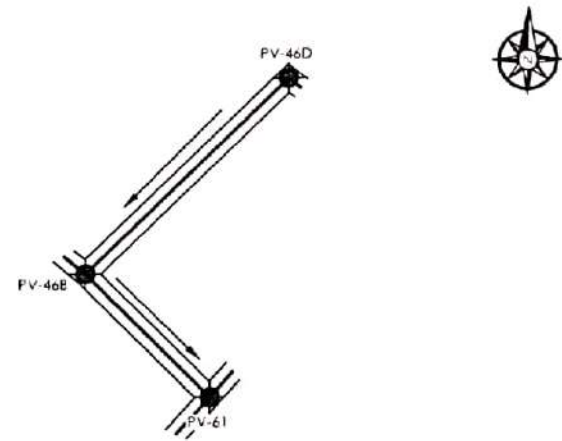

PERFIL COLECTOR PRINCIPAL DE PV-61 A PV-56
 RAMAL 4 ESC V: 1/500
ESC H: 1/1000


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

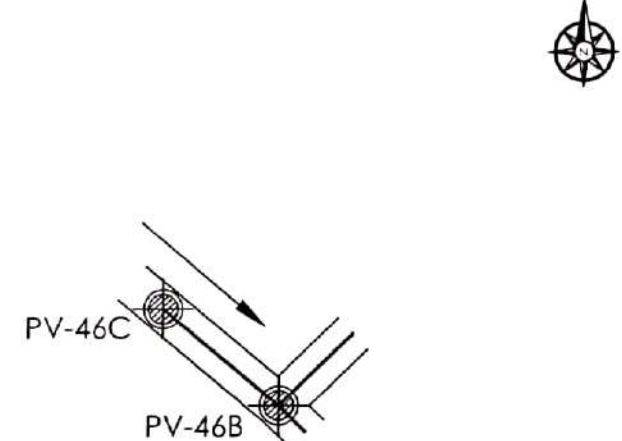
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO
 UBICACION: ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA FECHA: SEP 2018
 DISEÑO, CALCULO Y DIBUJO: DONOBA EDUARDO OCHOA RAMOS ESCALA: INDICADA

CONTENIDO DEL PLANO: PLANTA, PERFIL




 INGA MAYRA REFECOL, ASESOR SUPERVISOR
HOJA: 20 / 24

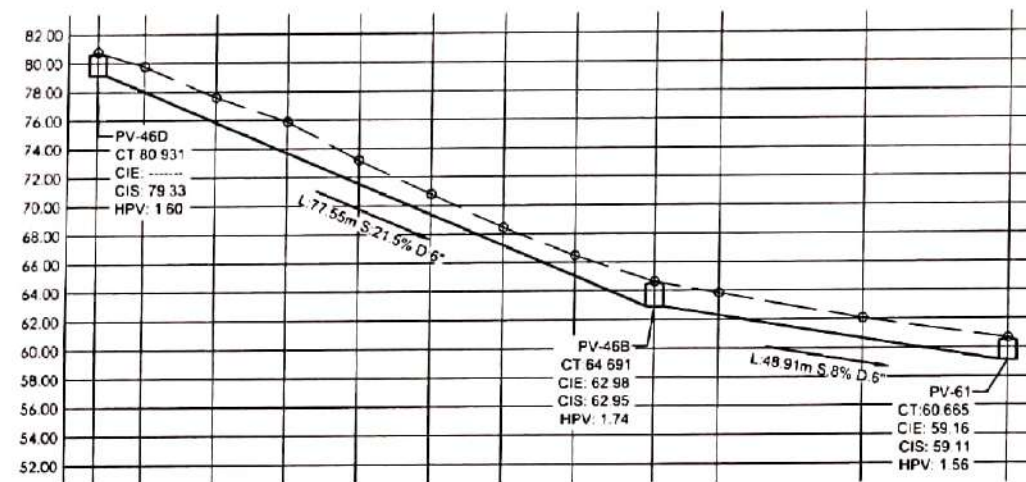



PLANTA COLECTOR DE PV-46D A PV-61
 RAMAL 4 ESC: 1/2000

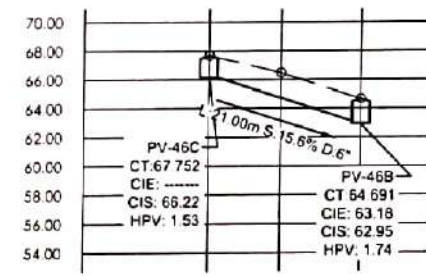



PLANTA COLECTOR DE PV-46C A PV-46B
 RAMAL 4 ESC: 1/1000

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POZO DE VISITA EN VISTA PERFIL
	POZO DE VISITA EN VISTA PLANTA
	SENTIDO DEL CAUDAL
PV	NUMERO DE POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
HPV	ALTURA DE POZO DE VISITA
D	DIAMETRO EN PULGADAS DE LA TUBERIA
S	PENDIENTE DE TUBERIA EN PORCENTAJE
L	LONGITUD DE TRAMO EN METROS




PERFIL COLECTOR DE PV-46D A PV-61
 RAMAL 4 ESC V: 1/500
 ESC H: 1/1000



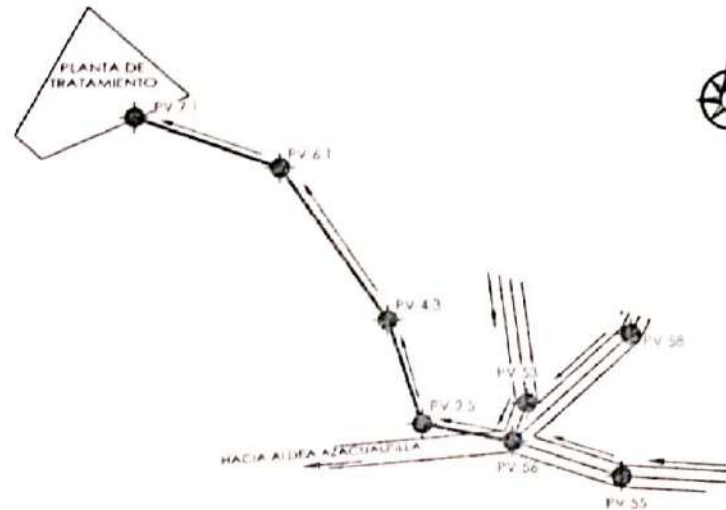

PERFIL COLECTOR DE PV-46C A PV-46B
 RAMAL 4 ESC V: 1/500
 ESC H: 1/1000


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO
 UBICACION: ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA
 FECHA: SEP 2018
 DISEÑO, CALCULO Y DIBUJO: CARLOS DE GUATEMALA
 DONOBA EDUARDO OCHOA RAMOS
 ESCALA: INDICADA

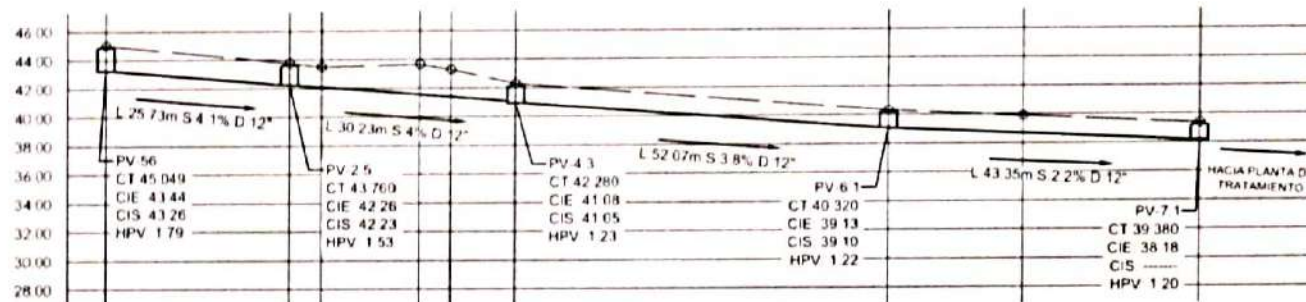
CONTENIDO DEL PLANO: PLANTA, PERFIL
 HOJA: 21 / 24

ING. MAYRA REYES RAMOS
 ASESOR SUPERVISOR



PLANTA COLECTOR DE PV-56 A PV-7.1
 LINEA DE DESFOGUE ESC: 1/2000

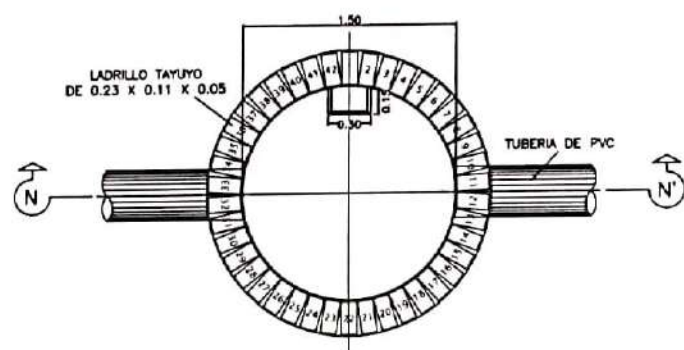
NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	POZO DE VISITA EN VISTA PERFIL
	POZO DE VISITA EN VISTA PLANTA
	SENTIDO DEL CAUDAL
PV	NÚMERO DE POZO DE VISITA
CT	COTA DE TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
HPV	ALTURA DE POZO DE VISITA
D	DIÁMETRO EN PULGADAS DE LA TUBERÍA
S	PENDIENTE DE TUBERÍA EN PORCENTAJE
L	LONGITUD DE TRAMO EN METROS



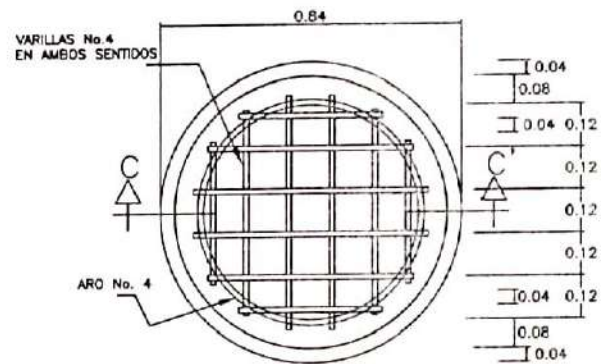
PERFIL COLECTOR DE PV-56 A PV-7.1
 LINEA DE DESFOGUE ESC V: 1/500
 ESC H: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

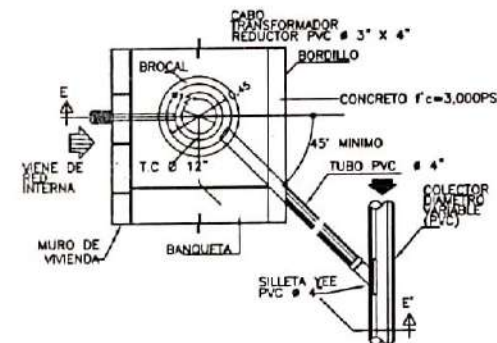
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO
 UBICACIÓN: ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA FECHA: SEP 2018
 DISEÑO, CÁLCULO Y DIBUJO: DONOBA EDUARDO OCHOA RAMOS ESCALA: INDICADA
 CONTENIDO DEL PLANO: PLANTA Y PERFIL
 HOJA: 22 / 24



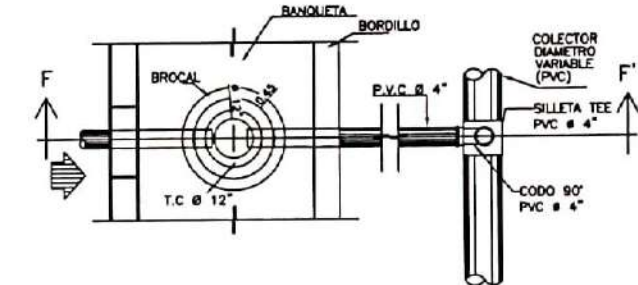
PLANTA POZO DE VISITA
ESC: 1/50



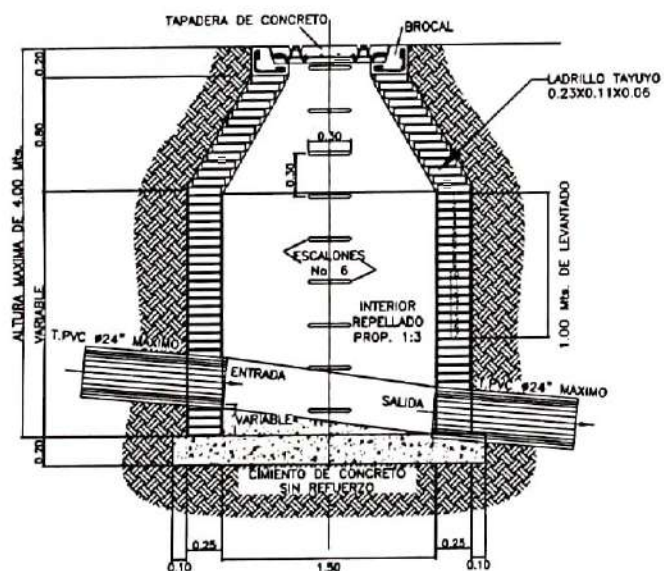
DETALLE TAPADERA DE POZO
ESC: 1/20



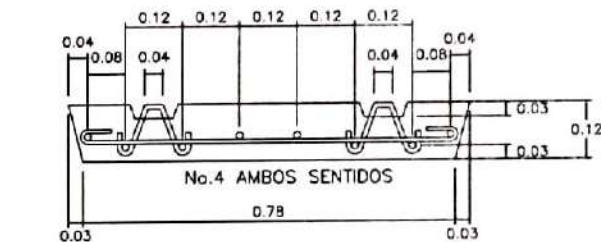
PLANTA ACOMETIDA DOMICILIAR TIPO A
ESC: 1/50



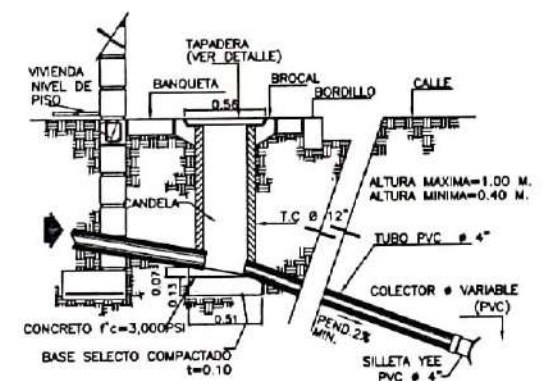
PLANTA ACOMETIDA DOMICILIAR TIPO A
ESC: 1/50



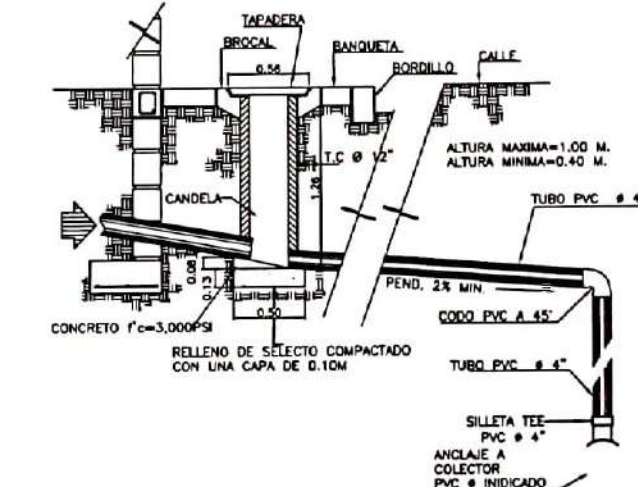
SECCION N - N'
ESC: 1/50



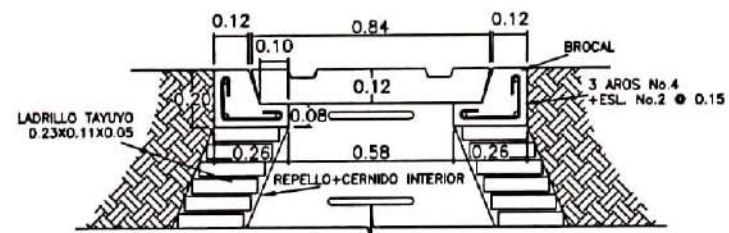
DETALLE TAPADERA DE POZO SECCIÓN C-C'
ESC: 1/15



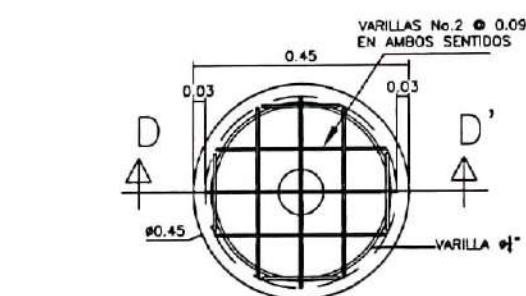
SECCIÓN E - E'
ESC: 1/50



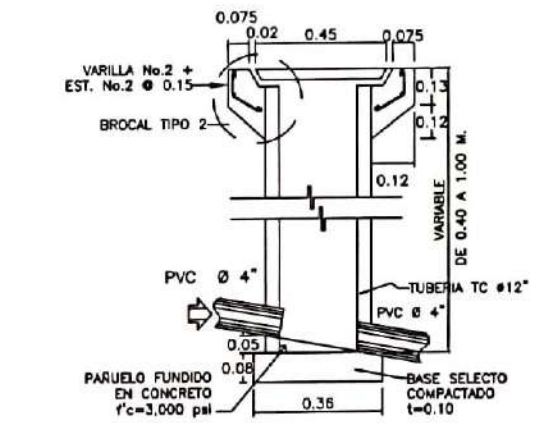
SECCIÓN F - F'
ESC: 1/50



DETALLE DE BROCAL
ESC: 1/25

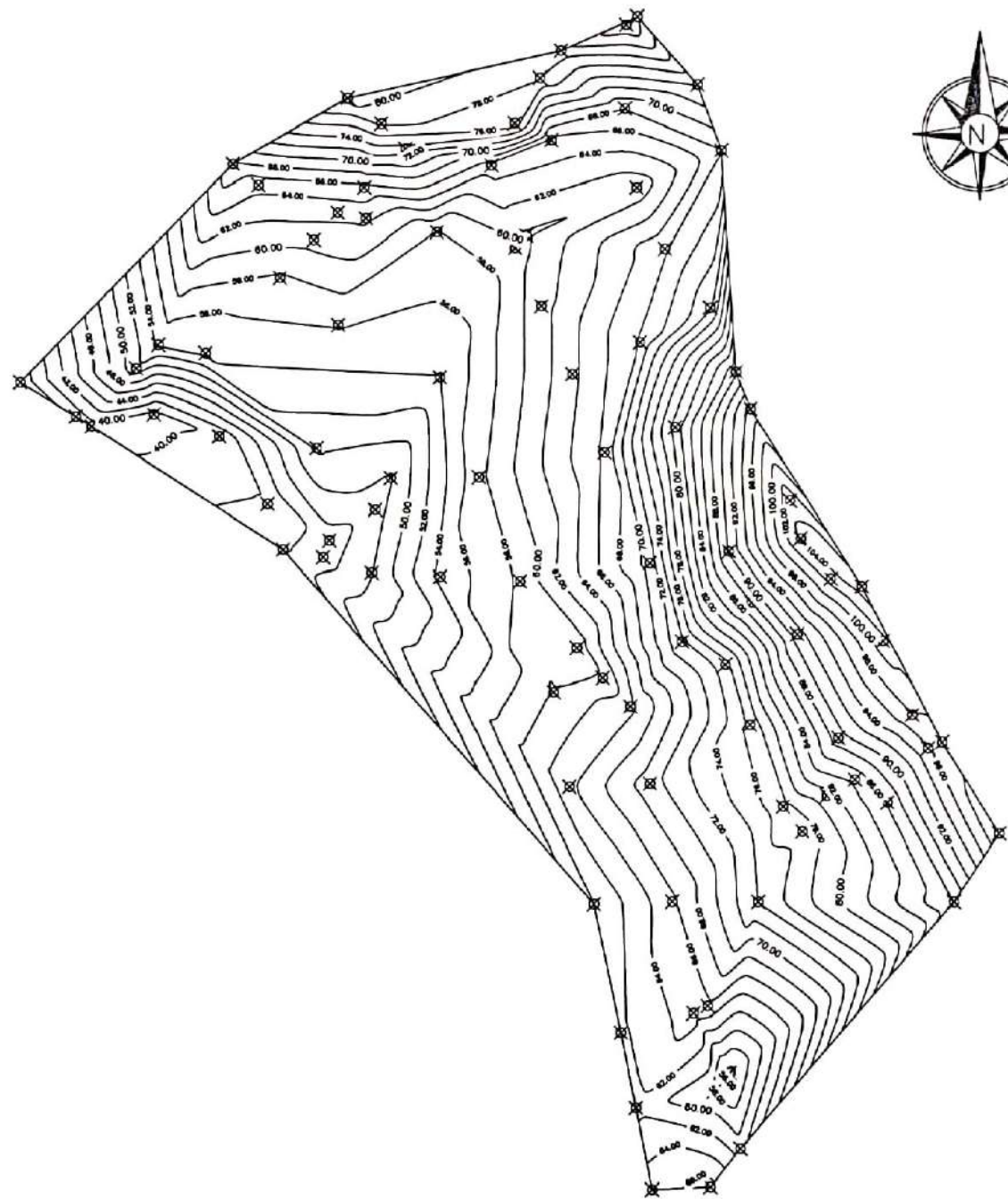


DETALLE DE TAPADERA CANDELA
ESC: 1/20



DETALLE DE CAJA DE REGISTRO
ESC: 1/20

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO	FECHA: SEP 2018
UBICACIÓN: ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	ESCALA: INDICADA
DISEÑO, CALCULO Y DIBUJO: DONOBAN EDUARDO OCHOA RAMOS	CONTENIDO DEL PLANO: DETALLE DE POZOS Y DOMICILIARES
HOJA: 23	24



NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	VIVIENDA

PLANTA GENERAL DE CURVAS DE NIVEL
 SAN MAURICIO ESC: 1/4000

PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA
 SAN MAURICIO ESC: 1/4000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SAN MAURICIO	
UBICACION: ALDEA AZACUALPILLA, MUNICIPIO DE PALENCIA	FECHA: SEP 2018
DISEÑO, CALCULO Y DIBUJO: DONOBA EDUARDO OCHOA RAMOS	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO DEL PLANO: CURVAS DE NIVEL Y DENSIDAD DE VIVIENDA	
INGENIERO EN INGENIERIA EN SANITARIA Y EPS DONOBA EDUARDO OCHOA RAMOS	
HOJA 24 / 24	

Hoja de cálculo del sistema de alcantarillado sanitario para la colonia San Mauricio

De	SALIDA DE LA BARRIA DE ALCANTARILLADO		Volumen Arenoso	Volumen Líquido	Módulo de Arenoso	Módulo de Líquido	REQUERIMIENTO		REQUERIMIENTO TOTAL	REQUERIMIENTO TOTAL	REQUERIMIENTO TOTAL	REQUERIMIENTO TOTAL	REQUERIMIENTO TOTAL	REQUERIMIENTO TOTAL	REQUERIMIENTO TOTAL	REQUERIMIENTO TOTAL	REQUERIMIENTO TOTAL	REQUERIMIENTO TOTAL	REQUERIMIENTO TOTAL																
	A	B					Alfalfa	Harina												Alfalfa	Harina	Alfalfa	Harina	Alfalfa	Harina	Alfalfa	Harina	Alfalfa	Harina						
DATOS																																			
Factor de causal medio																																			
Regulación																																			
Habitantes promedio por casa:																																			
Tasa de crecimiento:																																			
Inclinación que depende del terreno (m)																																			
Un Costo unitario (m)																																			
Porcentaje de desperdicio																																			
PRIMER RAMAL																																			
TRAMO ALCANTARILLADO DE E6AE2																																			
PV-1	100.00	87.79	67.50	125.40	4.76%	5	10	4.30	4.23	0.0048	1.19	2.25	6	4.89%	2.48	46.25	0.02678	0.04927	0.43	0.52	1.06	1.29	0.11	0.15	1.50	1.50	86.00	96.48	95.31	152	148	152	6	12	
PV-1	38.73	35.96	3.50	134.90	11.92%	0	10	4.30	4.23	0.0048	1.19	2.25	6	13.90%	4.22	77.00	0.05498	0.02828	0.38	0.44	1.54	1.97	0.09	0.12	1.50	1.50	8.00	96.28	94.17	151	148	151	6	1	
TRAMO ALCANTARILLADO DE E4A2																																			
PV-4	105.14	107.25	36.50	30.50	10.67%	3	3	4.39	4.34	0.0048	0.38	0.70	6	11.06%	3.77	88.81	0.05278	0.01016	0.28	0.32	0.99	1.22	0.05	0.07	1.50	1.50	35.00	103.64	107.76	150	149	150	6	6	
PV-3	101.25	97.93	50.00	86.50	6.84%	3	6	4.34	4.28	0.0048	0.72	1.38	6	6.82%	2.98	54.33	0.03233	0.02629	0.38	0.42	1.04	1.26	0.08	0.11	1.50	1.50	0.000	49.25	49.73	96.32	152	151	152	6	9
PV-3	97.83	95.96	23.00	109.50	9.45%	3	9	4.31	4.24	0.0048	1.07	2.03	6	9.80%	3.57	65.08	0.06441	0.03158	0.37	0.45	1.33	1.61	0.09	0.12	1.50	1.50	21.50	96.29	94.15	154	150	154	6	4	
TRAMO ALCANTARILLADO DE LINEA PRINCIPAL DE E2ALE2																																			
PV-2	96.96	84.58	50.00	90.00	22.19%	4	23	4.20	4.10	0.0048	2.67	5.02	6	20.06%	5.43	99.05	0.08894	0.05851	0.43	0.52	2.34	2.84	0.11	0.15	1.50	1.50	48.50	94.12	92.97	153	161	153	6	9	
TRAMO ALCANTARILLADO DE E5ALE6																																			
PV-5	91.00	89.06	70.00	70.00	2.77%	10	10	4.30	4.23	0.0048	1.19	2.25	6	2.82%	1.50	34.85	0.04403	0.06507	0.46	0.56	0.88	1.07	0.13	0.17	1.50	1.50	68.50	89.50	87.57	150	149	150	6	12	
PV-6	99.06	84.58	28.00	28.00	15.99%	8	18	4.23	4.14	0.0048	2.10	3.98	6	18.83%	4.64	84.73	0.04487	0.04877	0.42	0.51	1.96	2.37	0.11	0.15	1.50	1.50	26.50	87.54	83.08	152	150	152	6	5	
TRAMO ALCANTARILLADO DE E6ALE6																																			
PV-7	88.09	86.14	75.00	75.00	2.61%	10	10	4.30	4.23	0.0048	1.19	2.25	6	2.86%	1.85	33.88	0.05276	0.06894	0.47	0.57	0.87	1.05	0.13	0.18	1.50	1.50	73.50	86.59	84.83	150	150	150	6	13	
PV-7	86.14	84.58	25.00	100.00	6.20%	4	14	4.26	4.18	0.0048	1.65	3.11	6	6.47%	2.89	52.53	0.03189	0.05825	0.45	0.55	1.30	1.56	0.12	0.17	1.50	1.50	23.50	84.60	83.08	153	150	153	6	4	
TRAMO ALCANTARILLADO DE LINEA PRINCIPAL DE E6AE2																																			
PV-6	84.58	81.18	20.00	20.00	17.00%	1	6	4.08	3.91	0.0048	0.27	11.67	8	17.50%	5.74	186.07	0.03089	0.06898	0.48	0.56	2.65	3.19	0.13	0.17	1.50	1.50	18.00	82.92	79.88	166	150	166	6	3	
PV-9	81.18	78.69	27.00	27.00	16.83%	1	57	4.05	3.91	0.0048	0.38	11.85	8	17.50%	5.74	186.07	0.04272	0.06898	0.48	0.56	2.66	3.21	0.13	0.17	1.50	1.50	25.50	79.65	75.19	153	150	153	6	5	
TRAMO ALCANTARILLADO DE E2ALE2																																			
PV-2	77.31	76.69	20.00	20.00	3.08%	4	61	4.04	3.89	0.0048	6.80	12.64	6	3.90%	2.12	38.64	0.17804	0.32718	0.75	0.88	1.59	1.89	0.28	0.38	1.50	1.50	18.00	78.81	75.16	150	153	150	6	3	
TRAMO ALCANTARILLADO DE LINEA PRINCIPAL DE E2AE2																																			
PV-2	76.69	74.07	57.50	57.50	4.53%	2	63	4.03	3.88	0.0048	7.01	13.03	8	4.90%	2.91	94.36	0.02493	0.13848	0.59	0.70	1.70	2.04	0.18	0.25	1.50	1.50	56.40	75.11	72.57	158	150	158	6	10	
PV-3	74.07	65.52	67.50	125.40	12.86%	1	64	4.03	3.88	0.0048	7.12	13.21	8	12.86%	4.93	199.76	0.04495	0.06894	0.50	0.60	2.47	2.88	0.14	0.19	1.50	1.50	66.00	72.54	64.92	153	150	153	6	12	
PV-3	65.52	65.05	10.00	135.40	4.89%	0	64	4.03	3.88	0.0048	7.12	13.21	8	5.20%	3.13	101.43	0.07091	0.13821	0.58	0.69	1.90	2.16	0.18	0.24	1.50	1.50	8.50	63.99	63.55	153	150	153	6	2	
TRAMO ALCANTARILLADO DE E3AE2																																			
PV-3	65.57	75.00	75.00	4.68%	14	14	4.26	4.18	0.0048	1.65	3.11	6	4.70%	2.45	44.78	0.08793	0.06898	0.48	0.57	1.17	1.41	0.13	0.18	1.50	1.50	73.50	87.54	84.09	153	148	153	6	13		
PV-1	65.57	65.05	71.00	146.00	0.72%	8	22	4.21	4.11	0.0048	2.26	4.80	6	1.80%	1.15	20.96	0.12194	0.22008	0.88	0.81	0.78	0.93	0.24	0.33	1.50	1.50	89.50	64.06	63.34	151	171	151	6	13	
TRAMO ALCANTARILLADO DE LINEA PRINCIPAL DE E3AE3																																			
PV-3	65.05	61.61	47.00	47.00	7.23%	6	92	3.95	3.78	0.0048	10.03	18.51	10	7.32%	4.31	218.20	0.04997	0.08484	0.51	0.61	2.19	2.62	0.15	0.20	1.50	1.50	45.50	63.24	59.91	181	181	181	10	8	
TRAMO ALCANTARILLADO DE E3AE6																																			
PV-7	63.47	60.00	75.00	75.00	4.63%	16	16	4.25	4.16	0.0048	1.88	3.54	6	4.86%	2.45	44.88	0.01889	0.07828	0.49	0.40	1.21	1.46	0.14	0.19	1.50	1.50	73.00	61.94	58.50	153	150	153	6	13	
PV-2	60.00	61.61	82.00	157.00	1.97%	12	28	4.17	4.06	0.0048	3.23	6.06	8	0.90%	0.97	31.45	0.02275	0.19277	0.64	0.77	0.62	0.75	0.22	0.30	1.50	1.50	80.00	58.45	58.04	155	155	155	8	14	
TRAMO ALCANTARILLADO DE LINEA PRINCIPAL DE E3A-E5A																																			
PV-3	61.61	61.37	48.00	48.00	0.90%	4	124	3.88	3.89	0.0048	13.28	24.58	10	0.80%	1.13	57.03	0.23284	0.42726	0.81	0.96	0.92	1.08	0.33	0.46	1.50	1.50	46.00	57.99	57.76	161	161	161	10	8	
TRAMO ALCANTARILLADO DE LINEA PRINCIPAL DE E3B A-E5A																																			
PV-6	62.26	61.37	52.00	52.00	7.46%	12	12	4.28	4.20	0.0048	1.42	2.69	6	7.70%	3.14	57.31	0.04794	0.04878	0.42	0.51	1.32	1.60	0.11	0.15	1.50	1.50	50.50	63.76	59.87	150	150	150	6	9	
TRAMO ALCANTARILLADO DE LINEA PRINCIPAL DE E5A-A8B																																			
PV-5A	61.37	58.11	50.00	50.00	6.91%	6	142	3.84	3.85	0.0048	15.06	27.58	10	2.90%	2.36	119.62	0.25927	0.23026	0.88	0.81	1.61	1.92	0.24	0.33	1.50	1.50	48.80	57.66	56.59	171	152	171	10	9	
TRAMO ALCANTARILLADO DE LINEA PRINCIPAL DE E5B-AE3B																																			
PV-5B	66.71	61.10	30.20	30.20	18.56%	1	4	4.43	4.41	0.0048	0.12	0.24	6	19.60%	5.01	91.44	0.00138	0.00286	0.17	0.21	0.86	1.06	0.03	0.04	1.50	1.50	28.70	66.21	59.59	150	151	150	6	5	
PV-5C	61.10	58.11	38.45	69.65	7.26%	3	4	4.37	4.32	0.0048	0.49	0.91	6	7.80%	3.16	57.68	0.00383	0.01964	0.30	0.37	0.95	1.16	0.06	0.09	1.50	1.50	37.85	59.56	56.60	154	151	154	6	7	
TRAMO ALCANTARILLADO DE LINEA PRINCIPAL DE E5B A PUNTO DE E5B-A																																			
PV-5B	58.11	55.31	15.00	15.00	18.89%	6	152	3.83	3.83	0.0048	6.05	28.34	12	17.40%	7.50	547.04	0.03207	0.05384	0.44	0.33	3.32	3.96	0.12	0.16	1.50	1.50	13.90	56.44	54.09	167	122	167	12	2	

Continuación del apéndice 4.

De	LIBRETA TOPOGRÁFICA		Longitud Acumulada	Pendiente terreno	VIVIENDAS	FACTORES DE HARMONIZACIÓN		CALIDAD DE DISEÑO		Densidad tubería púlgaras	SECCIÓN LÍNEA		RELACION Q/Q		VELOCIDAD		c/d.	DIÁMETRO DE POZO	DISEÑO POZO	COSTAS INVERT		ALTURA POZO		Cant. Tuber. Ø								
	A	B				Actual	Promedio	Actual	Futuro		V(m)	Q(l/s)	Actual	Futura	Actual	Futura				Salda	Salda	Inicial	Final									
SEGUNDO RAMAL																																
TRAMO ALCANTARILLADO DE E-37A-E-29																																
PV-37	PV-38	63.07	60.18	60.00	5.48%	10	4.30	4.23	1.19	2.25	6	5.60%	2.68	48.88	0.02671	0.04631	0.419	0.508	1.12	1.36	0.11	0.15	1.50	48.50	61.97	58.69	1.50	1.49	1.50	6	11	
PV-38	PV-39	60.18	60.26	32.02	0.26%	5	4.26	4.17	0.096	1.76	3.32	6	1.00%	1.13	20.65	0.03828	0.16887	0.61	0.73	0.89	0.83	0.20	0.27	1.50	30.52	58.66	58.36	1.52	1.51	1.52	6	5
TRAMO ALCANTARILLADO DE E-37A-E-29																																
PV-39	PV-40	63.42	60.26	50.00	11.32%	12	4.28	4.20	0.096	1.42	2.89	6	11.60%	3.86	70.54	0.02052	0.03891	0.40	0.48	1.53	1.86	0.10	0.14	1.50	48.50	67.54	61.92	1.53	1.52	1.53	6	9
TRAMO ALCANTARILLADO DE E-37A-E-29																																
PV-40	PV-41	63.42	60.26	50.00	11.32%	2	4.28	4.18	0.096	1.65	3.11	6	13.40%	4.14	75.60	0.02179	0.04101	0.41	0.49	1.68	2.03	0.10	0.13	1.50	23.50	61.88	58.74	1.53	1.52	1.53	6	4
TRAMO ALCANTARILLADO DE E-29A-E-8																																
PV-29	PV-31	60.26	59.71	25.00	6.19%	3	4.15	4.04	0.096	3.67	6.87	8	4.70%	2.97	96.43	0.03695	0.07127	0.49	0.58	1.43	1.72	0.13	0.18	1.50	23.50	56.31	57.20	1.96	1.51	1.96	8	4
PV-31	PV-32	59.71	59.33	55.00	0.70%	0	3.2	4.15	0.096	5.67	6.47	8	1.90%	1.44	46.66	0.07852	0.14291	0.59	0.72	0.86	1.03	0.19	0.26	1.50	48.50	57.17	56.58	1.54	1.75	1.54	8	10
PV-32	PV-33	59.33	59.55	50.00	7.66%	3	4.14	4.02	0.096	4.00	7.69	8	7.30%	3.71	129.13	0.03275	0.04201	0.46	0.55	1.70	2.08	0.12	0.17	1.50	48.50	55.55	53.01	1.78	1.54	1.78	8	9
PV-33	PV-34	59.55	47.93	45.00	15.47%	4	3.9	4.12	0.096	4.44	8.29	8	13.90%	5.47	177.38	0.02515	0.04651	0.42	0.51	2.32	2.79	0.11	0.15	1.50	41.50	52.36	46.38	1.57	1.52	1.57	8	7
PV-34	PV-35	47.93	45.05	32.00	8.81%	6	4.10	3.97	0.096	5.08	9.49	8	9.30%	4.18	156.65	0.03215	0.06827	0.48	0.58	2.00	2.41	0.13	0.18	1.50	30.50	46.38	43.52	1.55	1.53	1.55	8	5
TERCER RAMAL																																
TRAMO ALCANTARILLADO DE E-4A-E-10																																
PV-4	PV-5	105.14	102.90	20.00	11.23%	2	4.41	4.37	0.096	0.24	0.46	6	11.90%	3.91	71.25	0.00914	0.00983	0.23	0.28	0.90	1.09	0.04	0.05	1.50	18.50	103.81	104.41	1.53	1.49	1.53	6	3
PV-5	PV-6	102.90	104.96	31.50	4.63%	3	4.35	4.30	0.096	0.60	1.15	6	1.70%	1.46	26.93	0.02216	0.042615	0.41	0.50	0.60	0.73	0.10	0.14	1.50	30.00	101.38	103.87	1.52	3.49	1.52	6	5
PV-6	PV-7	104.96	103.53	24.50	3.93%	12	4.24	4.15	0.096	1.98	3.76	6	1.00%	1.13	20.65	0.03828	0.16887	0.61	0.73	0.72	0.86	0.21	0.28	1.50	30.00	103.88	106.81	3.52	3.22	3.52	6	4
PV-7	PV-8	103.53	94.81	82.50	13.95%	4	4.21	4.12	0.096	2.44	4.80	6	12.80%	3.95	72.14	0.03865	0.06377	0.46	0.56	1.83	2.21	0.13	0.17	1.50	48.50	100.38	93.14	2.95	1.67	2.95	6	11
PV-8	PV-9	94.81	87.61	25.00	28.80%	6	4.18	4.07	0.096	3.11	5.84	6	28.80%	6.18	127.75	0.02769	0.05023	0.44	0.53	2.69	3.25	0.11	0.15	1.50	23.50	98.11	86.11	1.70	1.51	1.70	6	4
PV-9	PV-10	87.61	73.77	45.00	31.83%	7	4.14	4.03	0.096	3.88	7.28	6	32.90%	6.48	184.47	0.03283	0.05164	0.46	0.55	2.98	3.60	0.12	0.17	1.50	42.00	86.08	72.26	1.54	1.51	1.54	6	8
TRAMO ALCANTARILLADO DE LINEA PRINCIPAL DE E-10A-E-11																																
PV-10	PV-11	73.77	68.21	49.05	11.33%	8	4.11	3.98	0.096	4.76	8.90	8	11.60%	4.67	191.49	0.03147	0.05941	0.45	0.55	2.11	2.55	0.12	0.16	1.50	47.55	72.21	66.69	1.56	1.52	1.56	8	9
TRAMO ALCANTARILLADO DE E-11A-E-11																																
PV-11	PV-12	68.21	60.05	35.00	8.44%	4	4.37	4.32	0.096	0.46	0.91	6	8.90%	3.38	61.27	0.02923	0.044028	0.30	0.36	1.00	1.21	0.05	0.09	1.50	33.50	86.50	86.55	1.50	1.49	1.50	6	6
PV-12	PV-13	60.05	59.29	35.00	6.40%	6	4.30	4.23	0.096	1.19	2.25	6	1.00%	1.13	20.65	0.03828	0.16887	0.54	0.66	0.61	0.74	0.16	0.22	1.50	33.50	86.52	86.19	1.52	4.10	1.52	6	6
PV-13	PV-14	59.29	60.77	65.00	11.20%	18	4.17	4.06	0.096	3.23	6.08	8	8.20%	3.93	127.37	0.02539	0.047654	0.42	0.51	1.66	2.07	0.11	0.15	1.50	48.50	85.14	79.29	4.15	1.48	4.15	8	15
PV-14	PV-15	60.77	68.21	57.45	21.88%	10	3.8	4.13	0.096	4.33	8.10	8	22.45%	6.00	207.75	0.02837	0.039435	0.40	0.48	2.59	3.12	0.10	0.13	1.50	55.95	79.26	66.70	1.51	1.51	1.51	8	10
TRAMO ALCANTARILLADO DE LINEA PRINCIPAL DE E-10A-E-11																																
PV-11	PV-24	68.21	63.50	46.70	10.08%	8	3.98	3.79	0.096	9.82	17.77	8	10.40%	4.42	164.41	0.05784	0.12389	0.57	0.68	2.51	3.01	0.18	0.24	1.50	45.20	66.66	61.96	1.55	1.54	1.55	8	8
TRAMO ALCANTARILLADO DE E-21A-E-24																																
PV-21	PV-22	77.31	76.50	55.00	1.42%	10	4.30	4.23	0.096	1.19	2.25	6	1.40%	1.15	24.64	0.04628	0.091693	0.51	0.62	0.70	0.84	0.15	0.20	1.50	53.50	76.78	75.01	1.53	1.51	1.53	6	10
PV-22	PV-23	76.50	75.24	41.00	3.15%	9	4.23	4.13	0.096	2.22	4.18	6	3.20%	2.03	36.95	0.06204	0.11399	0.55	0.66	1.11	1.34	0.17	0.22	1.50	39.50	74.86	73.22	1.54	1.52	1.54	6	7
PV-23	PV-24	75.24	70.65	127.00	5.83%	3	4.21	4.11	0.096	2.56	4.80	6	5.90%	2.96	46.64	0.05498	0.02915	0.53	0.64	1.06	1.66	0.16	0.22	1.50	39.50	75.09	72.18	1.55	1.55	1.55	6	5
PV-24	PV-5	70.65	70.65	53.00	5.33%	9	4.16	4.04	0.096	3.36	6.69	6	5.50%	2.66	48.44	0.07347	0.13787	0.58	0.70	1.55	1.86	0.18	0.25	1.50	51.50	75.15	69.32	1.53	1.53	1.53	6	9
PV-5	PV-6	70.65	66.38	75.00	5.97%	12	4.11	3.98	0.096	4.87	9.09	8	6.80%	3.36	108.95	0.04472	0.08321	0.50	0.61	1.89	2.04	0.14	0.20	1.50	73.50	69.27	64.86	1.56	1.52	1.56	8	13
PV-6	PV-7	66.38	63.50	53.00	5.43%	9	4.07	3.93	0.096	5.84	10.87	8	5.60%	3.32	102.95	0.05551	0.10388	0.54	0.65	1.74	2.10	0.16	0.22	1.50	51.50	64.83	61.95	1.55	1.55	1.55	8	9
TRAMO ALCANTARILLADO DE LINEA PRINCIPAL DE E-24A-E-25																																
PV-24	PV-25	63.50	61.24	47.00	4.82%	4	3.84	3.65	0.096	15.35	27.94	8	4.80%	3.01	87.45	0.15881	0.369735	0.73	0.88	2.19	2.59	0.27	0.37	1.50	45.50	61.80	59.73	1.58	1.50	1.58	8	8
PV-25	PV-26	61.24	58.20	40.00	7.96%	20	4.22	4.12	0.096	2.31	4.38	6	7.70%	3.14	57.21	0.04655	0.074973	0.49	0.59	1.54	1.86	0.14	0.19	1.50	33.50	66.16	59.73	1.50	1.50	1.50	6	15
PV-26	PV-27	58.20	58.20	40.00	5.88%	1	3.80	3.60	0.096	17.32	31.61	8	5.30%	3.16	102.40	0.16812	0.30895	0.74	0.88	2.35	2.78	0.28	0.38	1.50	38.50	59.70	57.66	1.53	1.54	1.53	8	7

Apéndice 5. Evaluación Ambiental Inicial del proyecto de agua potable para la colonia San Mauricio



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

EVALUACIÓN AMBIENTAL INICIAL

ACTIVIDADES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL

(ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016, REGLAMENTO DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y SU REFORMA)

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, 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 más 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</p>
I. INFORMACIÓN LEGAL	
I.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (OBLIGATORIAMENTE que tenga relación con la actividad a realizar):	
Sistema De Agua Potable Para La Colonia San Mauricio	
I.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento.	
<p>El presente instrumento ambiental, busca la regularización, del Proyecto denominado “Sistema de Agua Potable Para La Colonia San Mauricio”, que se llevará a cabo en la Colonia San Mauricio, municipio de Palencia, departamento de Guatemala, consiste en el diseño de un sistema de agua potable el cual contará con una línea de impulsión de aproximadamente 2,00 kilómetros que llegará a un tanque de almacenamiento ya existente y que a su vez se conectará a una línea de distribución que proveerá del vital líquido a 113 viviendas.</p>	
I.2. Información legal:	
A) Persona Individual:	
A.1. Representante Legal: N/A	
A.2. No. de CUI del Documento Personal de Identificación (DPI): N/A	
B) De la empresa:	
Razón social: _____	
Nombre Comercial: _____	
No. De Escritura Constitutiva: _____	
Fecha de constitución: _____	
Patente de Sociedad Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____	
Patente de Comercio Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____	
C) De la Propiedad:	
No. De Finca <u>N/A</u> Folio No. <u>N/A</u> Libro No. <u>N/A</u> de <u>N/A</u> donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.	

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500

www.mam.gob.gt

Síguenos en:



Continuación del apéndice 5.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

No aplica, debido a la infrascrita del departamento de catastro de la municipalidad del municipio de Palencia, departamento de Guatemala que indica que las áreas que se describen son de uso público común

D) De la Empresa y/o persona individual:
Número de Identificación Tributaria (NIT): 5658454-P

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
I.3 Teléfono: N/A Correo electrónico: No aplica	
I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)	
Colonia San Mauricio, Municipio de Palencia, Departamento de Guatemala.	
Especificar Coordenadas Geográficas ,	
Coordenadas Geográficas Datum WGS84	
N 14° 43' 26" , O 90° 21' 34"	
Coordenadas U.T.M.	
E 784328.7 , N 1629453.3	
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)	
o avenida 0-93 Cantón Pueblo Nuevo, Municipio de Palencia, Guatemala.	
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por un profesional, por favor anote el nombre, profesión, número de teléfono y correo electrónico del mismo	

II. INFORMACIÓN GENERAL		
Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:		
II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> Actividades a realizar <ol style="list-style-type: none"> Levantamiento topográfico Planimetría Altimetría Localización de la fuente de abastecimiento Caudal de aforo de la fuente Calidad del agua Criterios y parámetros de diseño 	<ul style="list-style-type: none"> Actividades o procesos <ol style="list-style-type: none"> Desinfección Análisis de agua. Mantenimiento a la red de distribución <ul style="list-style-type: none"> Materia prima e insumos <ol style="list-style-type: none"> Tabletas de cloro para la desinfección del agua. Energía eléctrica 	<ul style="list-style-type: none"> Acciones a tomar en caso de cierre <p>En caso de requerir el abandono del proyecto, se deberá remover y limpiar los alrededores de los equipos sobrantes, materiales abandonados, desperdicios y estructuras provisionales.</p>

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500



Continuación del apéndice 5.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

<p>8. Diseño de línea de impulsión 9. Tanque de distribución 10. Diseño de tanque de succión</p> <ul style="list-style-type: none"> • Insumos necesarios 1. Herramientas de albañilería 2. Escaleras 3. Insumos de limpieza para áreas comunes • Maquinaria 1. Aparatos de levantamiento topográficos (teodolitos y niveles) 2. Base trituradora 3. Pulverizadora mezcladora. 4. Equipo para humedecer, homogenizar, aplicar, mezclar, esparcir y compactar la mezcla. 5. Rodo vibratorio 6. Maquina mezcladora 7. Bomba de desplazamiento positiva 8. Distribuidor de asfalto 9. Equipo de distribución de material secante. 10. Barredora 11. Tanque propio para bombeo. 12. Maquinaria adecuada para imprimir la pintura. • Horario Se contempla un horario de trabajo de 7:00 AM a 17:00 PM, de igual manera si fuera necesario laborar fuera de estos horarios se cumplirá con los permisos pertinentes. • Otros de relevancia 	<p>3. Insumos de limpieza</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maquinaria No aplica • Productos y Subproductos (bienes y servicios) Bomba de agua potable • Horario de Trabajo Por ser una obra municipal que consiste en un sistema de distribución de agua potable, esta funcionara 24 horas. • Otros de relevancia 	<p>De ser necesario se consultará con otras instituciones para cumplir con todas las medidas establecidas en la legislación guatemalteca.</p>
<p>II.3 Área Área total de terreno en metros cuadrados : 15,767.00 m² a) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: 3,193.00 m² Área total de construcción en metros cuadrados: 85.00 m²</p>		

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500



Continuación del apéndice 5.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN															
<p>II.4 Actividades colindantes al proyecto:</p> <p>NORTE <u>Aldea Azacualpilla</u> SUR <u>Caserío Nance Dulce</u> ESTE <u>Lomas de Azacualpilla</u> OESTE <u>Aldea Azacualpilla</u></p> <p>Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>DIRECCIÓN (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)</th> <th>DISTANCIA AL PROYECTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aldea Azacualpilla</td> <td>Norte</td> <td>Contiguo</td> </tr> <tr> <td>Caserío Nance Dulce</td> <td>Sur</td> <td>Contiguo</td> </tr> <tr> <td>Lomas de Azacualpilla</td> <td>Este</td> <td>Contiguo</td> </tr> <tr> <td>Aldea Azacualpilla</td> <td>Oeste</td> <td>Contiguo</td> </tr> </tbody> </table>		DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO	Aldea Azacualpilla	Norte	Contiguo	Caserío Nance Dulce	Sur	Contiguo	Lomas de Azacualpilla	Este	Contiguo	Aldea Azacualpilla	Oeste	Contiguo
DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO														
Aldea Azacualpilla	Norte	Contiguo														
Caserío Nance Dulce	Sur	Contiguo														
Lomas de Azacualpilla	Este	Contiguo														
Aldea Azacualpilla	Oeste	Contiguo														
<p>II.5 Dirección del viento: en su estado normal, la dirección del viento es Sur (www.windy.com).</p> <p>II.6 En el área donde se ubica la actividad, ¿a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto?</p> <p>a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos (x) d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro ()</p> <p>Detalle la información De acuerdo a los datos proporcionados por la capa digital de Amenaza geológica, amenaza hidrometeorológica y amenaza socio natural, todas pertenecientes al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA 2,010); se logró determinar que el municipio de Palencia dentro de su área cuenta con las siguientes amenazas: Sequía, deslizamiento, deslizamiento + sequía, heladas, deslizamiento + heladas. Pero dentro del AP no se establece que estas amenazas puedan perjudicar la ejecución y operación del proyecto.</p>																
<p>II.7 Datos laborales</p> <p>a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta () Horas Extras <u>En caso se atrasara el proyecto, se pedirá incremento de turnos</u></p> <p>b) Número de empleados por jornada <u>35-50</u> Total empleados <u>50</u></p>																
<p>II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...</p> <p>Sí</p>																
INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN															
<p>CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...</p>																

Continuación del apéndice 5.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público	No	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Pozo	No	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Agua especial	No	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Superficial	Si	50 Lt/hab/día	Municipalidad	Limpieza y maquinaria		Construcción: depende del proponente
		Si	90 Lt/hab/día		Uso en actividades domesticas		Tanque de distribución
Combustible	Otro	No	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Gasolina	No	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Diesel	Si	50 galones/día	Gasolinera	Maquinaria		En canecas
	Bunker	No	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Glp	No	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Otro	No	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Lubricantes	Solubles	No	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	No solubles	No	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Refrigerantes		No	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Otros		No	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

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

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500



Continuación del apéndice 5.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

GASES Y PARTICULAS
III.1 Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) que se dispersan en el aire? ¿Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?

Sí, generados por la remoción y demolición del pavimento o movimiento de tierras. Además, por el uso de la maquinaria. Estas emisiones atmosféricas se caracterizan por ser gases de combustión (CO, CO₂, COV, entre otros), además de partículas suspendidas PM₁₀ principalmente (polvo y tierra).

MITIGACIÓN
III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?

Dar mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones y aplicar medidas de mitigación de ser necesario.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RUIDO Y VIBRACIONES	
<p>III.3 ¿Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones? Las actividades generarán ruidos, pero serán puntuales y temporales, pero no superarán los 70 decibels (dB), que es el límite permisible estipulado por la Organización Mundial de la Salud (OMS).</p> <p>III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.) Durante la fase de construcción se pueden generar ruidos y vibraciones por parte de la maquinaria y equipo a utilizar. Pero este no supera los límites permisibles.</p> <p>III.5 ¿Qué se está haciendo o qué acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores? Respetar los horarios de trabajo para evitar molestias en las zonas de influencia y propiedades aledañas al Proyecto.</p>	
OLORES	
<p>III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: ooción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores: No</p> <p>III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente? No aplica</p>	
IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA	
AGUAS RESIDUALES	
CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?</p> <p>a) Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas) <u> X </u></p> <p>b) Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)</p>	

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500



Continuación del apéndice 5.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

c) Mezcla de las anteriores
d) Otro;

Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado

Debido a la naturaleza del proyecto el caudal de aguas residuales contemplado tanto en la etapa de construcción como en la etapa de operación no aplica.

IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios : En la etapa de construcción, el contratista habilitará 1 sanitario móvil por cada 20 colaboradores.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)	
<ul style="list-style-type: none"> a) sistema de tratamiento b) Capacidad c) Operación y mantenimiento d) Caudal a tratar e) Etc. 	
Durante la etapa de construcción como se contratarán servicios sanitarios portátiles, el encargado de brindar el servicio también es quien debe velar por el correcto tratamiento y disposición de agua residuales generadas.	
DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES	
IV. 4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo, en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior	
El proyecto únicamente generara aguas residuales durante la fase de construcción, pero la empresa subcontratada que brinde el servicio de sanitarios portátiles también es el encargado de la correcta disposición y tratamiento del agua generada.	
AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)	
IV.5 Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, rios, pozos de absorción, alcantarillado, etc.)	
Debido a la naturaleza del proyecto, el agua lluvia es dirigida al alcantarillado público. De igual manera el agua de lluvia favorece el manantial donde se obtiene el agua para el sistema de agua potable.	
V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)	
DESECHOS SÓLIDOS	
VOLUMEN DE DESECHOS	
V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios que genera la actividad desarrollada:	
<input checked="" type="checkbox"/>	a) Similar al de una residencia 11 libras/día
<input type="checkbox"/>	b) Generación entre 11 a 222 libras/día
<input type="checkbox"/>	c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día
<input type="checkbox"/>	d) Generación mayor a 1000 libras por día
V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, etc.):	

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500



Continuación del apéndice 5.



FORMATO	DVGA-GA-002
---------	-------------

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

Los desechos sólidos principalmente generados por el Proyecto son de tipo ordinario, es decir desechos provenientes de los materiales de construcción y basura común generada por los colaboradores.

V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad?

No aplica

V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado
Tanto para la construcción como operación, los desechos generados serán dispuestos de tal forma que se pueda reducir la cantidad de residuos en el vertedero, los cuales serán trasladados por el tren de recolección municipal.

V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado

Servicio recolector de basura municipal

V.6 ¿Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que éstos sean dispuestos en un botadero?

No

V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)

Vertedero/relleno sanitario autorizado por la Municipalidad.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA	
CONSUMO	
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) <u>4491.88 kW/mes</u>	
VI.2 Forma de suministro de energía	
a) Sistema público <u>EEGSA</u>	
b) Sistema privado _____	
c) generación propia _____	
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?	
SI _____ NO <u>X</u>	
VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? El proyecto requiere uso de energía eléctrica para el uso del equipo de bombeo, el cual se establece un uso de 9 horas al día. Debido a la actividad del proyecto no se contempla maneras de ahorro de energía que sean factibles.	
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)	
VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:	
- Bosques	
- Animales	

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500

www.marn.gob.gt

Síguenos en:



Continuación del apéndice 5.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

- Otros <u>NO</u>	
Especificar información El proyecto se ubicará en una zona rural con calles, construcciones, viviendas y comercio variado, por lo tanto, no existe bosque o animales afectados por el Proyecto, además de que la fauna del lugar es escasa.	
VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles? No. Para la construcción y operación del proyecto no se requiere el corte de árboles.	
VII.3 ¿Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI () NO (X) Por qué? La cobertura vegetal característica del lugar ha sido modificada previamente por tratarse de un área con viviendas. Esto influye en la pérdida de la biodiversidad propia del ecosistema, la cual es escasa.	
VIII. TRANSPORTE	
VIII.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 el Proyecto no posee vehículos propios b) Tipo de vehículo no aplica c) Sitio para estacionamiento y área que ocupa el área del Proyecto no posee espacio para estacionamiento d) Horario de circulación vehicular 24 horas e) Vías alternas no aplica	
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS	
ASPECTOS CULTURALES	
IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, ¿cuál? Ladinos	
INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RECURSOS ARQUEOLÓGICOS Y CULTURALES	
IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente: a) <input checked="" type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico. b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico. c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico.	
Ampliar información de la respuesta seleccionada En el área del Proyecto y en sus áreas de influencia, no se identificaron recursos arqueológicos y culturales que puedan ser afectados.	
ASPECTOS SOCIAL	
IX.3. ¿En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI () NO (X)	
IX.4 Qué tipo de molestias? No aplica	
IX.5 Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario? No aplica	
PAISAJE	
IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? Explicar por qué?	

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500

Continuación del apéndice 5.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

No, debido a que el área se encuentra ocupada desde hace muchos años atrás por urbanizaciones. El tipo de Proyecto a ejecutar no causará alto impacto al paisaje urbano actual.

X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD	
X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:	
a)	<input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio
b)	<input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores
c)	<input type="checkbox"/> 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: No aplica	
X.3 Riesgos ocupacionales:	
<input type="checkbox"/>	Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores
<input type="checkbox"/>	La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores
<input type="checkbox"/>	La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores
<input checked="" type="checkbox"/>	No existen riesgos para los trabajadores
Ampliar información: Las actividades durante la construcción y operación no representan riesgo para los trabajadores debido a que estarán bajo una estricta supervisión.	
Equipo de protección personal X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()	
X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: Chaleco reflectivo, Guantes, Lentes, Calzado de Seguridad, Casco	
X.6 ¿Qué medidas ha realizado ó que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?	
<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con las medidas de seguridad indicadas por el supervisor y contratista para los colaboradores. • Implementar la señalización adecuada para evitar incidentes delimitando las áreas peligrosas de trabajo • Contar con un plan de contingencia que incluya un listado de contactos para solicitar apoyo en caso de emergencia. 	

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500



Fuente: elaboración propia con base en el formulario DVGA-GA-002 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Apéndice 6. Evaluación Ambiental Inicial del proyecto de alcantarillado sanitario para la colonia San Mauricio



FORMATO	DVGA-GA-002
---------	-------------

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

EVALUACIÓN AMBIENTAL INICIAL

ACTIVIDADES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL

(ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016, REGLAMENTO DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y SU REFORMA)

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, 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 más 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 agregarse los datos del proponente o log(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido</p>
I. INFORMACIÓN LEGAL	
I.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (OBLIGATORIAMENTE que tenga relación con la actividad a realizar):	
Sistema De Alcantarillado Sanitario Para La Colonia San Mauricio	
I.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento.	
El proyecto consta de aproximadamente 4 500 metros lineales, donde se utilizarán más de 700 tubos de PVC F-949 con diámetros de 6", 8", 10" y 12". Tiene 85 pozos de visita que están hechos de mampostería de ladrillo y sus alturas varían desde los 1,50 metros a 4,00 metros.	
I.2. Información legal:	
A) Persona Individual:	
A.1. Representante Legal: N/A	
B) De la empresa:	
Razón social: _____	
Nombre Comercial: _____	
No. De Escritura Constitutiva: _____	
Fecha de constitución: _____	
Patente de Sociedad Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____	
Patente de Comercio Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____	
C) De la Propiedad:	
No. De Finca _____ Folio No. _____ Libro No. _____ de _____ donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.	
D) De la Empresa y/o persona individual:	
Número de identificación Tributaria (NIT): 5650454-P	

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500

www.marn.gob.gt

Síguenos en



Continuación del apéndice 6.



FORMATO	DVGA-GA-002
---------	-------------

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN								
<p>1.3 Teléfono: N/A Correo electrónico: No aplica</p>										
<p>1.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)</p> <p style="text-align: center;">Colonia San Mauricio, Municipio de Palencia, Departamento de Guatemala.</p> <p>Especificar Coordenadas Geográficas .</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td colspan="2">Coordenadas Geográficas Datum WGS84</td> </tr> <tr> <td colspan="2">N 14° 43' 28" . O 90° 21' 34"</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Coordenadas U.T.M.</td> </tr> <tr> <td colspan="2">E 784328.7 m , N 1629453.3 m</td> </tr> </table>			Coordenadas Geográficas Datum WGS84		N 14° 43' 28" . O 90° 21' 34"		Coordenadas U.T.M.		E 784328.7 m , N 1629453.3 m	
Coordenadas Geográficas Datum WGS84										
N 14° 43' 28" . O 90° 21' 34"										
Coordenadas U.T.M.										
E 784328.7 m , N 1629453.3 m										
<p>1.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)</p> <p style="text-align: center;">o avenida 0-93 Cantón Pueblo Nuevo, Municipio de Palencia, Guatemala.</p>										
<p>1.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por un profesional, por favor anote el nombre, profesión, número de teléfono y correo electrónico del mismo. No aplica</p>										
<p>II. INFORMACIÓN GENERAL</p> <p>Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:</p>										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>II.1 Etapa de Construcción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> Actividades a realizar <ol style="list-style-type: none"> Levantamiento topográfico Planimetría Trazo y estaqueado Movimiento de tierras Instalación de drenaje Colocación y fundición de pozos de visita Colocación de conexiones domiciliarias Corte y reposición de carpeta asfáltica Retiro de material sobrante </td> </tr> </tbody> </table>	II.1 Etapa de Construcción	<ul style="list-style-type: none"> Actividades a realizar <ol style="list-style-type: none"> Levantamiento topográfico Planimetría Trazo y estaqueado Movimiento de tierras Instalación de drenaje Colocación y fundición de pozos de visita Colocación de conexiones domiciliarias Corte y reposición de carpeta asfáltica Retiro de material sobrante 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Operación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> Actividades o procesos <ol style="list-style-type: none"> Inspecciones a sistema de alcantarillado Pruebas de estanqueidad Mantenimiento de pozos de vista <ul style="list-style-type: none"> Materia prima e insumos Accesorios Llaves Insumos de limpieza Tubería Agua potable Maquinaria Camiones </td> </tr> </tbody> </table>	Operación	<ul style="list-style-type: none"> Actividades o procesos <ol style="list-style-type: none"> Inspecciones a sistema de alcantarillado Pruebas de estanqueidad Mantenimiento de pozos de vista <ul style="list-style-type: none"> Materia prima e insumos Accesorios Llaves Insumos de limpieza Tubería Agua potable Maquinaria Camiones 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Abandono</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> Acciones a tomar en caso de cierre <p>En caso de requerir el abandono del proyecto, se deberá remover y limpiar los alrededores de los equipos sobrantes, materiales abandonados, desperdicios y estructuras provisionales.</p> <p>De ser necesario se consultará con otras instituciones para cumplir con todas las medidas establecidas en la legislación guatemalteca.</p> </td> </tr> </tbody> </table>	Abandono	<ul style="list-style-type: none"> Acciones a tomar en caso de cierre <p>En caso de requerir el abandono del proyecto, se deberá remover y limpiar los alrededores de los equipos sobrantes, materiales abandonados, desperdicios y estructuras provisionales.</p> <p>De ser necesario se consultará con otras instituciones para cumplir con todas las medidas establecidas en la legislación guatemalteca.</p>		
II.1 Etapa de Construcción										
<ul style="list-style-type: none"> Actividades a realizar <ol style="list-style-type: none"> Levantamiento topográfico Planimetría Trazo y estaqueado Movimiento de tierras Instalación de drenaje Colocación y fundición de pozos de visita Colocación de conexiones domiciliarias Corte y reposición de carpeta asfáltica Retiro de material sobrante 										
Operación										
<ul style="list-style-type: none"> Actividades o procesos <ol style="list-style-type: none"> Inspecciones a sistema de alcantarillado Pruebas de estanqueidad Mantenimiento de pozos de vista <ul style="list-style-type: none"> Materia prima e insumos Accesorios Llaves Insumos de limpieza Tubería Agua potable Maquinaria Camiones 										
Abandono										
<ul style="list-style-type: none"> Acciones a tomar en caso de cierre <p>En caso de requerir el abandono del proyecto, se deberá remover y limpiar los alrededores de los equipos sobrantes, materiales abandonados, desperdicios y estructuras provisionales.</p> <p>De ser necesario se consultará con otras instituciones para cumplir con todas las medidas establecidas en la legislación guatemalteca.</p>										

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500

www.marn.gob.gt

Síguenos en



Continuación del apéndice 6.



FORMATO	DVGA-GA-002
---------	-------------

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

<ul style="list-style-type: none"> • Insumos necesarios 1. Herramientas de albañilería 2. Combustibles 3. Aceites y refrigerantes 4. Insumos de limpieza para áreas comunes • Maquinaria 1. Aparatos de levantamiento topográficos (teodolitos y niveles) 2. Compactadores de mano 3. Rodo vibratorio 4. Camiones de volteo 5. Maquina mezcladora 6. Distribuidor de asfalto 7. Maquinaria adecuada para imprimir la pintura. 8. Maquinaria para excavación • Horario <p>Se contempla un horario de trabajo de 7:00 AM a 17:00 PM, de igual manera si fuera necesario laborar fuera de estos horarios se cumplirá con los permisos pertinentes.</p> • Otros de relevancia 1. Inodoros portátiles 2. Bodegas 	<ul style="list-style-type: none"> • Productos y Subproductos (bienes y servicios) 1. No aplica • Horario de Trabajo <p>8 horas</p> • Otros de relevancia 	
<p>II.3 Área</p> <p>Área total de terreno en metros cuadrados :28,685.00 m²</p> <p>a) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados :2,890.00 m²</p> <p>Área total de construcción en metros cuadrados: 600.00 m²</p>		

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500

Continuación del apéndice 6.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>II.4 Actividades colindantes al proyecto:</p> <p>NORTE <u>Aldea Azacualpilla</u> SUR <u>Caserío Nance Dulce</u> ESTE <u>Lomas de Azacualpilla</u> OESTE <u>Aldea Azacualpilla</u></p> <p>Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):</p>		
DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO
Aldea Azacualpilla	Norte	Contiguo
Caserío Nance Dulce	Sur	Contiguo
Lomas de Azacualpilla	Este	Contiguo
Aldea Azacualpilla	Oeste	Contiguo
<p>II.5 Dirección del viento: en su estado normal, la dirección del viento es Sur (www.windy.com).</p> <p>II.6 En el área donde se ubica la actividad, ¿a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto?</p> <p>a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos (x) d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro ()</p> <p>Detalle la información De acuerdo a los datos proporcionados por la capa digital de Amenaza geológica, amenaza hidrometeorológica y amenaza socio natural, todas pertenecientes al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA 2,010); se logró determinar que el municipio de Palencia dentro de su área cuenta con las siguientes amenazas: Sequía, deslizamiento, deslizamiento + sequía, ninguna, heladas, deslizamiento + heladas. Pero dentro del AP no se establece que estas amenazas puedan perjudicar la ejecución y operación del proyecto.</p>		
<p>II.7 Datos laborales</p> <p>a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta () Horas Extras <u>En caso se atrasara el proyecto, se pedirá incremento de turnos</u></p> <p>b) Número de empleados por jornada <u>40-50</u> Total empleados <u>50</u></p>		
<p>II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...</p> <p style="text-align: center;">Sí</p>		



Continuación del apéndice 6.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES PARA USO INTERNO DEL MARN

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	No	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Pozo	No	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Agua especial	No	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Superficial	Sí	50 Lt/hora	Municipalidad	limpieza común		Pipas
		No	N/A		N/A		N/A
Combustible	Otro	No	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Gasolina	Sí	40 gal/ día	Gasolinera	Maquinaria		Recipientes
	Diesel	Sí	60 gal/ día	Gasolinera	Maquinaria		Recipientes
	Bunker	No	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Glp	No	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Otro	No	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Lubricantes	Solubles	Sí	50 Lt/mes	Venta de lubricantes	Maquinaria y equipo	N/A	Litros y galones
	No solubles	No	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Refrigerantes		Sí	20 Gal/mes	Privado	maquinaria	N/A	Galones
Otros		No	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

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

III. IMPACTO AL AIRE

GASES Y PARTICULAS

III.1 Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) que se dispersan en el aire? ¿Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?

En la etapa de construcción las emisiones atmosféricas asociadas al proyecto provendrán del si en algún momento es necesaria la remoción y demolición del pavimento o movimiento de tierras. Además, por el uso de la maquinaria. Estas emisiones atmosféricas se caracterizan por ser gases de combustión (CO, CO₂, COV, entre otros) ruido y vibraciones, además partículas suspendidas PM₁₀ principalmente (polvo y tierra).

MITIGACION

III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?

Para no alterar las concentraciones ya existentes o bien contribuir al incremento de los parámetros normales tanto de gases como de partículas, se recomienda dar mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones y aplicar medidas de mitigación de ser necesario.

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500

www.marn.gob.gt

Síguenos en:



Continuación del apéndice 6.



FORMATO

DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RUIDO Y VIBRACIONES	
<p>III.3 ¿Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones? las actividades generarán ruidos, pero serán puntuales y temporales, pero no superarán los 70 decibles (dB), que es el límite permisible estipulado por la Organización Mundial de la Salud (OMS).</p> <p>III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.)</p> <p>Durante la fase de construcción se pueden generar ruidos y vibraciones por parte de la maquinaria y equipo a utilizar. Pero este no supera los límites permisibles.</p> <p>III.5 ¿Qué se está haciendo o qué acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores? Respetar los horarios de trabajo para evitar molestias en las zonas de influencia y propiedades aledañas al Proyecto y utilizar protección para los oídos de los trabajadores.</p>	
OLORES	
<p>III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores:</p> <p>N/A. Las actividades de construcción y operación del Proyecto no generarán malos olores, ya que no involucran la utilización de sustancias tóxicas o actividades industriales.</p> <p>III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente? N/A pues al no generar malos olores, resulta innecesario ejecutar acciones que los mitiguen.</p>	
IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA	
AGUAS RESIDUALES	
CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?</p> <p>a) Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas) <u> X </u></p> <p>b) Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)</p> <p>c) Mezcla de las anteriores</p> <p>d) Otro;</p> <p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado</p> <p>Debido a la naturaleza del proyecto el caudal de aguas residuales contemplado tanto en la etapa de construcción como en la etapa de operación serán las generadas por las actividades domésticas.</p> <p>IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios : En la etapa de construcción, el contratista habilitará 1 sanitario móvil por cada 20 colaboradores.</p>	

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500

www.marn.gob.gt

Síguenos en:



Continuación del apéndice 6.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)</p> <p>a) sistema de tratamiento x</p> <p>b) Capacidad</p> <p>c) Operación y mantenimiento</p> <p>d) Caudal a tratar</p> <p>e) Etc.</p> <p>Durante la etapa de construcción como se contratarán servicios sanitarios portátiles, el encargado de brindar el servicio también es quien debe velar por el correcto tratamiento y disposición de agua residuales generadas.</p> <p>Durante la fase de operación el sistema de tratamiento para las aguas residuales ser mediante plantas de tratamiento, la cual estará a cargo de su operación y mantenimiento la Municipalidad de Palencia.</p>	
DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES	
<p>IV. 4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo, en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior</p> <p>El punto de descarga final será en el colector municipal que luego de ser tratadas las aguas residuales se verterán en un río aledaño a lugar del proyecto.</p>	
AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)	
<p>IV.5 Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.) Debido a la naturaleza del proyecto, el agua lluvia es dirigida al alcantarillado público.</p>	
V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)	
DESECHOS SÓLIDOS	
VOLUMEN DE DESECHOS	
<p>V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios que genera la actividad desarrollada:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> a) Similar al de una residencia 11 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> b) Generación entre 11 a 222 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> d) Generación mayor a 1000 libras por día</p>	
<p>V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, etc.):</p> <p>Los desechos sólidos principalmente generados por el Proyecto son de tipo ordinario, es decir desechos provenientes de los materiales de construcción y basura común generada por los colaboradores.</p> <p>Cabe mencionar, que de conformidad al Acuerdo Gubernativo 189-2019, que regula el uso de materiales plásticos de un solo uso, se hará un manejo de residuos y desechos sólidos reduciendo el consumo. De velar por el cumplimiento de este acuerdo, el responsable será el proponente.</p>	
<p>V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad?</p>	

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500



Continuación del apéndice 6.



FORMATO	DVGA-GA-002
---------	-------------

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

Los potenciales residuos peligrosos pueden ser resultado de la actividad constructiva tales como pinturas, tubos, cemento o materiales punzocortantes

V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos). Explicar el método y/o equipo utilizado
Tanto para la construcción como operación, los desechos generados serán dispuestos de tal forma que se pueda reducir la cantidad de residuos en el vertedero, los cuales serán trasladados por el tren de recolección municipal. Los residuos peligrosos como resultado de la fase constructiva serán manejados por un servicio tercerizado.

V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado
Para los desechos peligrosos, si se diera el caso, se estará contratando un servicio de manejo de desechos especiales al finalizar la obra. Lo cual queda asociado al contratista o proponente. Mientras que los desechos ordinarios serán recolectados por el tren de municipal y este velará por su disposición adecuada.

V.6 ¿Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que éstos sean dispuestos en un botadero?
En el caso de los escombros, pueden ser cargados y transportados a una escombrera. Como segunda opción, pueden ser utilizados posteriormente en labores de relleno de jardinerías y zonas verdes, para esto debe almacenarse adecuadamente dentro del Proyecto en sitios donde no sea arrastrado por lluvia o dispersado por el viento. Éste debe cubrirse con una lona hasta el momento de su utilización o transporte al lugar de disposición final.

Los elementos metálicos de igual forma pueden ser reciclados para generar nuevos materiales, estos conocidos comúnmente como chatarra. Los cuales pueden ser vendidos a terceros.

V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)
Vertedero/relleno sanitario autorizado por la Municipalidad.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA	
CONSUMO	
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kWhr o kW/mes): No aplica	
VI.2 Forma de suministro de energía	
a) Sistema público _____	
b) Sistema privado _____	
c) generación propia _____	
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?	
SI _____ NO X _____	
VI.4 ¿Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?	
N/A debido que el proyecto no requiere uso de energía eléctrica	

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500



Continuación del apéndice 6.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

<p>VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)</p> <p>VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bosques - Animales - Otros _____ <p style="text-align: right;">No aplica</p> <p>Especificar información</p> <p>El proyecto se ubicará en una zona con calles, construcciones, viviendas, por lo tanto, no existe bosque o animales afectados por el Proyecto, además de que la fauna del lugar es escasa.</p> <p>VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles?</p> <p>No. Para la construcción y operación del proyecto no se requiere el corte de árboles.</p> <p>VII.3 ¿Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI () NO (x) Por qué?</p> <p>La cobertura vegetal característica del lugar ha sido modificada previamente por tratarse de un área con viviendas. Esto influye en la pérdida de la biodiversidad propia del ecosistema, la cual es escasa.</p>
<p>VIII. TRANSPORTE</p> <p>VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Número de vehículos El Proyecto no posee vehículos propios b) Tipo de vehículo No aplica c) Sitio para estacionamiento y área que ocupa El área del Proyecto no posee espacio para estacionamiento d) Horario de circulación vehicular 24 horas e) Vías alternas No aplica
<p>IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS</p> <p>ASPECTOS CULTURALES</p> <p>IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, ¿cuál?.</p> <p style="text-align: center;">Ladinos</p>

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>RECURSOS ARQUEOLÓGICOS Y CULTURALES</p> <p>IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) <input checked="" type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico _____ b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico _____ c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico _____ <p>Ampliar información de la respuesta seleccionada</p> <p>En el área del Proyecto y en sus áreas de influencia, no se identificaron recursos arqueológicos y culturales que puedan ser afectados.</p>	
<p>ASPECTOS SOCIAL</p> <p>IX.3 ¿En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI () NO (x)</p> <p>IX.4 ¿Qué tipo de molestias?</p> <p>No, la población es consciente que la ejecución del proyecto es de beneficio para ellos de igual manera, no se han tenido molestias y tampoco se han recibido quejas.</p>	

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500



Continuación del apéndice 6.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

IX.5 Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario?
Se deben respetar los horarios de trabajo para evitar molestias en las zonas de influencia y propiedades aledañas al Proyecto.

PAISAJE
IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? Explique por qué?
No, debido a que el área se encuentra ocupada desde hace muchos años atrás por urbanizaciones. El tipo de Proyecto a ejecutar no causará alto impacto al paisaje urbano actual.

X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD

X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:

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:
Debido a la naturaleza del Proyecto, su operación no representará riesgo a la salud de las personas que se encuentran dentro de las áreas de influencia.

X.3 Riesgos ocupacionales:

Existe alguna actividad que representa 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:
Debido a la naturaleza del proyecto, la maquinaria a utilizar y los trabajos a ejecutar es necesario que los colaboradores cuenten con el equipo de protección personal adecuado, para evitar riesgos ocupacionales y también evitar estar expuestos a cualquier tipo emisiones generadas (desechos, aguas residuales, partículas en suspensión).

Equipo de protección personal
X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()
X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona.
Chaleco reflectivo, Guantes, Lentes, Calzado de Seguridad, Casco.

X.6 ¿Qué medidas ha realizado ó que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?

- Cumplir con las medidas de seguridad indicadas por el supervisor y contratista para los colaboradores.
- Implementar la señalización adecuada para evitar incidentes delimitando las áreas peligrosas de trabajo
- En caso sea necesario ampliar los horarios de trabajo, señalar correctamente para que la población se encuentre enterada, especialmente en horario nocturno.
- Contar con un plan de contingencia que incluya un listado de contactos para solicitar apoyo en caso de emergencia.

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500



Fuente: elaboración propia con base en el formulario DVGA-GA-002 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

ANEXOS

A continuación, se adjuntan las tablas de coeficientes de momentos del método 3 del ACI, la tabla de relaciones hidráulicas y los resultados de los análisis de las muestras de agua del nacimiento de la colonia San Mauricio.

Anexo 1. **Tablas de coeficientes para momentos del método 3 del ACI**

TABLA 12.3
Coefficientes para momentos negativos en losas^a

$$M_{a,neg} = C_{a,neg} w l_x^2$$

donde w = carga muerta más viva uniforme total

$$M_{b,neg} = C_{b,neg} w l_y^2$$

Relación $m = \frac{l_x}{l_y}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00									
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.045 0.045		0.050 0.050	0.075	0.071		0.033 0.061	0.061 0.033
0.95		0.050 0.041		0.055 0.045	0.079	0.075		0.038 0.056	0.065 0.029
0.90		0.055 0.037		0.060 0.040	0.080	0.079		0.043 0.052	0.068 0.025
0.85		0.060 0.031		0.066 0.034	0.082	0.083		0.049 0.046	0.072 0.021
0.80		0.065 0.027		0.071 0.029	0.083	0.086		0.055 0.041	0.075 0.017
0.75		0.069 0.022		0.076 0.024	0.085	0.088		0.061 0.036	0.078 0.014
0.70		0.074 0.017		0.081 0.019	0.086	0.091		0.068 0.029	0.081 0.011
0.65		0.077 0.014		0.085 0.015	0.087	0.093		0.074 0.024	0.083 0.008
0.60		0.081 0.010		0.089 0.011	0.088	0.095		0.080 0.018	0.085 0.006
0.55		0.084 0.007		0.092 0.008	0.089	0.096		0.085 0.014	0.086 0.005
0.50		0.086 0.006		0.094 0.006	0.090	0.097		0.089 0.010	0.088 0.003

^a Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Continuación del anexo 1.

TABLA 12.4
Coefficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas*

$$M_{a, pos, dl} = C_{a, dl} w l_a^2$$

donde w = carga muerta uniforme total

$$M_{b, pos, dl} = C_{b, dl} w l_b^2$$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.00	$C_{a, dl}$ 0.036	0.018	0.018	0.027	0.027	0.033	0.027	0.020	0.023
	$C_{b, dl}$ 0.036	0.018	0.027	0.027	0.018	0.027	0.033	0.023	0.020
0.95	$C_{a, dl}$ 0.040	0.020	0.021	0.030	0.028	0.036	0.031	0.022	0.024
	$C_{b, dl}$ 0.033	0.016	0.025	0.024	0.015	0.024	0.031	0.021	0.017
0.90	$C_{a, dl}$ 0.045	0.022	0.025	0.033	0.029	0.039	0.035	0.025	0.026
	$C_{b, dl}$ 0.029	0.014	0.024	0.022	0.013	0.021	0.028	0.019	0.015
0.85	$C_{a, dl}$ 0.050	0.024	0.029	0.036	0.031	0.042	0.040	0.029	0.028
	$C_{b, dl}$ 0.026	0.012	0.022	0.019	0.011	0.017	0.025	0.017	0.013
0.80	$C_{a, dl}$ 0.056	0.026	0.034	0.039	0.032	0.045	0.045	0.032	0.029
	$C_{b, dl}$ 0.023	0.011	0.020	0.016	0.009	0.015	0.022	0.015	0.010
0.75	$C_{a, dl}$ 0.061	0.028	0.040	0.043	0.033	0.048	0.051	0.036	0.031
	$C_{b, dl}$ 0.019	0.009	0.018	0.013	0.007	0.012	0.020	0.013	0.007
0.70	$C_{a, dl}$ 0.068	0.030	0.046	0.046	0.035	0.051	0.058	0.040	0.033
	$C_{b, dl}$ 0.016	0.007	0.016	0.011	0.005	0.009	0.017	0.011	0.006
0.65	$C_{a, dl}$ 0.074	0.032	0.054	0.050	0.036	0.054	0.065	0.044	0.034
	$C_{b, dl}$ 0.013	0.006	0.014	0.009	0.004	0.007	0.014	0.009	0.005
0.60	$C_{a, dl}$ 0.081	0.034	0.062	0.053	0.037	0.056	0.073	0.048	0.036
	$C_{b, dl}$ 0.010	0.004	0.011	0.007	0.003	0.006	0.012	0.007	0.004
0.55	$C_{a, dl}$ 0.088	0.035	0.071	0.056	0.038	0.058	0.081	0.052	0.037
	$C_{b, dl}$ 0.008	0.003	0.009	0.005	0.002	0.004	0.009	0.005	0.003
0.50	$C_{a, dl}$ 0.095	0.037	0.080	0.059	0.039	0.061	0.089	0.056	0.038
	$C_{b, dl}$ 0.006	0.002	0.007	0.004	0.001	0.003	0.007	0.004	0.002

* Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Continuación del anexo 1.

TABLA 12.5
Coefficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas^a

$$M_{a,por,l} = C_{a,l} w l_a^2$$

donde w = carga viva uniforme total

$$M_{b,por,l} = C_{b,l} w l_b^2$$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.00	$C_{a,l}$ 0.036	$C_{a,l}$ 0.027	$C_{a,l}$ 0.027	$C_{a,l}$ 0.032	$C_{a,l}$ 0.032	$C_{a,l}$ 0.035	$C_{a,l}$ 0.032	$C_{a,l}$ 0.028	$C_{a,l}$ 0.030
	$C_{b,l}$ 0.036	$C_{b,l}$ 0.027	$C_{b,l}$ 0.032	$C_{b,l}$ 0.032	$C_{b,l}$ 0.027	$C_{b,l}$ 0.032	$C_{b,l}$ 0.035	$C_{b,l}$ 0.030	$C_{b,l}$ 0.028
0.95	$C_{a,l}$ 0.040	$C_{a,l}$ 0.030	$C_{a,l}$ 0.031	$C_{a,l}$ 0.035	$C_{a,l}$ 0.034	$C_{a,l}$ 0.038	$C_{a,l}$ 0.036	$C_{a,l}$ 0.031	$C_{a,l}$ 0.032
	$C_{b,l}$ 0.033	$C_{b,l}$ 0.025	$C_{b,l}$ 0.029	$C_{b,l}$ 0.029	$C_{b,l}$ 0.024	$C_{b,l}$ 0.029	$C_{b,l}$ 0.032	$C_{b,l}$ 0.027	$C_{b,l}$ 0.025
0.90	$C_{a,l}$ 0.045	$C_{a,l}$ 0.034	$C_{a,l}$ 0.035	$C_{a,l}$ 0.039	$C_{a,l}$ 0.037	$C_{a,l}$ 0.042	$C_{a,l}$ 0.040	$C_{a,l}$ 0.035	$C_{a,l}$ 0.036
	$C_{b,l}$ 0.029	$C_{b,l}$ 0.022	$C_{b,l}$ 0.027	$C_{b,l}$ 0.026	$C_{b,l}$ 0.021	$C_{b,l}$ 0.025	$C_{b,l}$ 0.029	$C_{b,l}$ 0.024	$C_{b,l}$ 0.022
0.85	$C_{a,l}$ 0.050	$C_{a,l}$ 0.037	$C_{a,l}$ 0.040	$C_{a,l}$ 0.043	$C_{a,l}$ 0.041	$C_{a,l}$ 0.046	$C_{a,l}$ 0.045	$C_{a,l}$ 0.040	$C_{a,l}$ 0.039
	$C_{b,l}$ 0.026	$C_{b,l}$ 0.019	$C_{b,l}$ 0.024	$C_{b,l}$ 0.023	$C_{b,l}$ 0.019	$C_{b,l}$ 0.022	$C_{b,l}$ 0.026	$C_{b,l}$ 0.022	$C_{b,l}$ 0.020
0.80	$C_{a,l}$ 0.056	$C_{a,l}$ 0.041	$C_{a,l}$ 0.045	$C_{a,l}$ 0.048	$C_{a,l}$ 0.044	$C_{a,l}$ 0.051	$C_{a,l}$ 0.051	$C_{a,l}$ 0.044	$C_{a,l}$ 0.042
	$C_{b,l}$ 0.023	$C_{b,l}$ 0.017	$C_{b,l}$ 0.022	$C_{b,l}$ 0.020	$C_{b,l}$ 0.016	$C_{b,l}$ 0.019	$C_{b,l}$ 0.023	$C_{b,l}$ 0.019	$C_{b,l}$ 0.017
0.75	$C_{a,l}$ 0.061	$C_{a,l}$ 0.045	$C_{a,l}$ 0.051	$C_{a,l}$ 0.052	$C_{a,l}$ 0.047	$C_{a,l}$ 0.055	$C_{a,l}$ 0.056	$C_{a,l}$ 0.049	$C_{a,l}$ 0.046
	$C_{b,l}$ 0.019	$C_{b,l}$ 0.014	$C_{b,l}$ 0.019	$C_{b,l}$ 0.016	$C_{b,l}$ 0.013	$C_{b,l}$ 0.016	$C_{b,l}$ 0.020	$C_{b,l}$ 0.016	$C_{b,l}$ 0.013
0.70	$C_{a,l}$ 0.068	$C_{a,l}$ 0.049	$C_{a,l}$ 0.057	$C_{a,l}$ 0.057	$C_{a,l}$ 0.051	$C_{a,l}$ 0.060	$C_{a,l}$ 0.063	$C_{a,l}$ 0.054	$C_{a,l}$ 0.050
	$C_{b,l}$ 0.016	$C_{b,l}$ 0.012	$C_{b,l}$ 0.016	$C_{b,l}$ 0.014	$C_{b,l}$ 0.011	$C_{b,l}$ 0.013	$C_{b,l}$ 0.017	$C_{b,l}$ 0.014	$C_{b,l}$ 0.011
0.65	$C_{a,l}$ 0.074	$C_{a,l}$ 0.053	$C_{a,l}$ 0.064	$C_{a,l}$ 0.062	$C_{a,l}$ 0.055	$C_{a,l}$ 0.064	$C_{a,l}$ 0.070	$C_{a,l}$ 0.059	$C_{a,l}$ 0.054
	$C_{b,l}$ 0.013	$C_{b,l}$ 0.010	$C_{b,l}$ 0.014	$C_{b,l}$ 0.011	$C_{b,l}$ 0.009	$C_{b,l}$ 0.010	$C_{b,l}$ 0.014	$C_{b,l}$ 0.011	$C_{b,l}$ 0.009
0.60	$C_{a,l}$ 0.081	$C_{a,l}$ 0.058	$C_{a,l}$ 0.071	$C_{a,l}$ 0.067	$C_{a,l}$ 0.059	$C_{a,l}$ 0.068	$C_{a,l}$ 0.077	$C_{a,l}$ 0.065	$C_{a,l}$ 0.059
	$C_{b,l}$ 0.010	$C_{b,l}$ 0.007	$C_{b,l}$ 0.011	$C_{b,l}$ 0.009	$C_{b,l}$ 0.007	$C_{b,l}$ 0.008	$C_{b,l}$ 0.011	$C_{b,l}$ 0.009	$C_{b,l}$ 0.007
0.55	$C_{a,l}$ 0.088	$C_{a,l}$ 0.062	$C_{a,l}$ 0.080	$C_{a,l}$ 0.072	$C_{a,l}$ 0.063	$C_{a,l}$ 0.073	$C_{a,l}$ 0.085	$C_{a,l}$ 0.070	$C_{a,l}$ 0.063
	$C_{b,l}$ 0.008	$C_{b,l}$ 0.006	$C_{b,l}$ 0.009	$C_{b,l}$ 0.007	$C_{b,l}$ 0.005	$C_{b,l}$ 0.006	$C_{b,l}$ 0.009	$C_{b,l}$ 0.007	$C_{b,l}$ 0.006
0.50	$C_{a,l}$ 0.095	$C_{a,l}$ 0.066	$C_{a,l}$ 0.088	$C_{a,l}$ 0.077	$C_{a,l}$ 0.067	$C_{a,l}$ 0.078	$C_{a,l}$ 0.092	$C_{a,l}$ 0.076	$C_{a,l}$ 0.067
	$C_{b,l}$ 0.006	$C_{b,l}$ 0.004	$C_{b,l}$ 0.007	$C_{b,l}$ 0.005	$C_{b,l}$ 0.004	$C_{b,l}$ 0.005	$C_{b,l}$ 0.007	$C_{b,l}$ 0.005	$C_{b,l}$ 0.004

^a Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Fuente: NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. pp. 378-380.

Anexo 2. Tabla de relaciones hidráulicas

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0.000001	0.001	0.019224	0.000054	0.005009	0.051	0.260223	0.019251	0.021319	0.101	0.403692	0.05291
0.000005	0.002	0.030507	0.000152	0.005221	0.052	0.263528	0.019813	0.021765	0.102	0.406216	0.053579
0.000011	0.003	0.039963	0.000279	0.005438	0.053	0.26681	0.020381	0.022215	0.103	0.40873	0.054351
0.000021	0.004	0.048396	0.000429	0.005659	0.054	0.270088	0.020954	0.02267	0.104	0.411234	0.055127
0.000034	0.005	0.056141	0.000599	0.005885	0.055	0.273304	0.021532	0.02313	0.105	0.413727	0.055906
0.00005	0.006	0.06337	0.000788	0.006115	0.056	0.276517	0.022116	0.023594	0.106	0.41621	0.056688
0.00007	0.007	0.070215	0.000992	0.00635	0.057	0.279709	0.022703	0.024063	0.107	0.418683	0.057473
0.000093	0.008	0.076728	0.001212	0.00659	0.058	0.282879	0.023296	0.024537	0.108	0.421146	0.058262
0.00012	0.009	0.08297	0.001446	0.006834	0.059	0.286029	0.023894	0.025015	0.109	0.423599	0.059054
0.000151	0.01	0.08898	0.001693	0.007083	0.06	0.289158	0.024496	0.025498	0.11	0.426042	0.059849
0.000185	0.011	0.094787	0.001952	0.007337	0.061	0.292267	0.025103	0.025986	0.111	0.428476	0.060648
0.000223	0.012	0.100417	0.002224	0.007595	0.062	0.295356	0.025715	0.026479	0.112	0.430901	0.061449
0.000265	0.013	0.105887	0.002506	0.007858	0.063	0.298427	0.026332	0.026976	0.113	0.433316	0.062254
0.000311	0.014	0.111215	0.0028	0.008126	0.064	0.30148	0.026953	0.027477	0.114	0.435721	0.063062
0.000361	0.015	0.116413	0.003105	0.008398	0.065	0.304512	0.027578	0.027984	0.115	0.438117	0.063873
0.000415	0.016	0.121493	0.003419	0.008675	0.066	0.307527	0.028208	0.028495	0.116	0.440505	0.064686
0.000473	0.017	0.126464	0.003744	0.008956	0.067	0.310524	0.028843	0.02901	0.117	0.442883	0.065503
0.000536	0.018	0.131335	0.004078	0.009243	0.068	0.313504	0.029481	0.029531	0.118	0.445252	0.066323
0.000602	0.019	0.136112	0.004421	0.009533	0.069	0.316466	0.030125	0.030056	0.119	0.447612	0.067146
0.000672	0.02	0.140803	0.004773	0.009829	0.07	0.319412	0.030772	0.030585	0.12	0.449964	0.067972
0.000746	0.021	0.145412	0.005134	0.010129	0.071	0.322342	0.031424	0.031119	0.121	0.452307	0.068801
0.000825	0.022	0.149945	0.005503	0.010434	0.072	0.325255	0.03208	0.031658	0.122	0.454641	0.069633
0.000908	0.023	0.154406	0.005881	0.010744	0.073	0.328152	0.032741	0.032202	0.123	0.456967	0.070468
0.000995	0.024	0.1588	0.006266	0.011058	0.074	0.331034	0.033405	0.03275	0.124	0.459284	0.071306
0.001086	0.025	0.163129	0.00666	0.011377	0.075	0.3339	0.034074	0.033302	0.125	0.461593	0.072147
0.001182	0.026	0.167398	0.007061	0.011701	0.076	0.33681	0.034746	0.03386	0.126	0.463893	0.07299
0.001282	0.027	0.171609	0.00747	0.012029	0.077	0.33968	0.035423	0.034422	0.127	0.466185	0.073837
0.001386	0.028	0.175765	0.007887	0.012362	0.078	0.342408	0.036104	0.034988	0.128	0.46847	0.074686
0.001495	0.029	0.179868	0.008311	0.0127	0.079	0.345215	0.036789	0.035559	0.129	0.470746	0.075538
0.001608	0.03	0.183921	0.008741	0.013043	0.08	0.348007	0.037478	0.036135	0.13	0.473014	0.076393
0.01725	0.031	0.187926	0.009179	0.01339	0.081	0.350786	0.038171	0.036715	0.131	0.475274	0.077251
0.001847	0.032	0.191885	0.009624	0.013742	0.082	0.353551	0.038868	0.0373	0.132	0.477526	0.078112
0.001973	0.033	0.1958	0.010076	0.014098	0.083	0.356302	0.039568	0.03789	0.133	0.47977	0.078975
0.002103	0.034	0.19962	0.010534	0.014459	0.084	0.359039	0.040273	0.038484	0.134	0.482007	0.079841
0.002238	0.035	0.203503	0.010999	0.014825	0.085	0.361764	0.040981	0.039083	0.135	0.484236	0.08071
0.002378	0.036	0.207295	0.01147	0.015196	0.086	0.364475	0.041693	0.039686	0.136	0.486457	0.081582
0.002521	0.037	0.211049	0.011947	0.015571	0.087	0.367173	0.042409	0.040294	0.137	0.488671	0.082456
0.00267	0.038	0.214766	0.012431	0.015951	0.088	0.369859	0.043128	0.040906	0.138	0.490877	0.083333
0.002823	0.039	0.218448	0.012921	0.016336	0.089	0.372532	0.043851	0.041523	0.139	0.493078	0.084212
0.00298	0.04	0.222095	0.013417	0.016726	0.09	0.375193	0.044578	0.042145	0.14	0.495268	0.085056
0.003142	0.041	0.225709	0.013919	0.01712	0.091	0.377842	0.045309	0.042771	0.141	0.497452	0.085898
0.003308	0.042	0.229291	0.014427	0.017518	0.092	0.380479	0.046043	0.043401	0.142	0.499629	0.086667
0.003479	0.043	0.232842	0.014941	0.017922	0.093	0.383103	0.046781	0.044036	0.143	0.501799	0.087457
0.003654	0.044	0.236362	0.01546	0.01833	0.094	0.385717	0.047522	0.044676	0.144	0.503961	0.088265
0.003834	0.045	0.239853	0.015985	0.018743	0.095	0.388318	0.048267	0.04532	0.145	0.506117	0.089045
0.004019	0.046	0.243315	0.016516	0.019161	0.096	0.390908	0.049016	0.045969	0.146	0.508265	0.090443
0.004208	0.047	0.246749	0.017052	0.019583	0.097	0.393487	0.049768	0.046622	0.147	0.510407	0.091344
0.004401	0.048	0.250157	0.017594	0.02001	0.098	0.396055	0.050523	0.04726	0.148	0.512541	0.092247
0.004599	0.049	0.253537	0.018141	0.020441	0.099	0.398611	0.051282	0.047943	0.149	0.514669	0.093152
0.004802	0.05	0.256893	0.018693	0.020878	0.1	0.401157	0.052044	0.048609	0.15	0.51679	0.09406

Continuación del anexo 2.

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0.049281	0.151	0.518904	0.094971	0.089353	0.202	0.61872	0.144419	0.140258	0.253	0.705469	0.198816
0.049956	0.152	0.520111	0.095884	0.09025	0.203	0.62055	0.145443	0.141357	0.254	0.707067	0.199923
0.050637	0.153	0.523112	0.096799	0.091152	0.204	0.62238	0.146468	0.14246	0.255	0.708665	0.201033
0.051322	0.154	0.525206	0.097717	0.092057	0.205	0.62421	0.147495	0.143567	0.256	0.710263	0.202143
0.052011	0.155	0.527293	0.098637	0.092967	0.206	0.62604	0.148524	0.144678	0.257	0.711861	0.203255
0.052705	0.156	0.529374	0.09956	0.093881	0.207	0.62787	0.149555	0.145792	0.258	0.713459	0.204369
0.053403	0.157	0.531449	0.100485	0.094799	0.208	0.6297	0.150587	0.14691	0.259	0.715057	0.205484
0.054106	0.158	0.533517	0.101413	0.095721	0.209	0.63153	0.151622	0.148032	0.26	0.716655	0.2066
0.054813	0.159	0.535579	0.102343	0.096647	0.21	0.63336	0.152658	0.149158	0.261	0.718079	0.207718
0.055524	0.16	0.537633	0.103275	0.097577	0.211	0.634871	0.153696	0.150287	0.262	0.719635	0.208837
0.05624	0.161	0.539682	0.10421	0.098512	0.212	0.636643	0.154736	0.15142	0.263	0.721191	0.209957
0.056961	0.162	0.541725	0.105147	0.09945	0.213	0.638415	0.155778	0.152556	0.264	0.722747	0.211079
0.057686	0.163	0.543761	0.106087	0.100393	0.214	0.640187	0.156821	0.153696	0.265	0.724303	0.212202
0.058415	0.164	0.545792	0.107028	0.10134	0.215	0.641959	0.157867	0.15484	0.266	0.725859	0.213327
0.059149	0.165	0.547816	0.107972	0.10229	0.216	0.643731	0.158914	0.155988	0.267	0.727415	0.214452
0.059887	0.166	0.549834	0.108919	0.103245	0.217	0.645503	0.159963	0.157139	0.268	0.728971	0.21558
0.06063	0.167	0.551845	0.109867	0.104204	0.218	0.647275	0.161013	0.158293	0.269	0.730527	0.216708
0.061377	0.168	0.553851	0.110818	0.105167	0.219	0.649047	0.162065	0.159452	0.27	0.732083	0.217838
0.062128	0.169	0.555851	0.111772	0.106134	0.22	0.650819	0.163119	0.160613	0.271	0.733498	0.218969
0.062884	0.17	0.557845	0.112727	0.107105	0.221	0.652382	0.164175	0.161779	0.272	0.735	0.220102
0.063644	0.171	0.559833	0.113685	0.10808	0.222	0.654108	0.165233	0.162948	0.273	0.736502	0.221236
0.064409	0.172	0.561815	0.114645	0.109059	0.223	0.655834	0.166292	0.164121	0.274	0.738004	0.222371
0.065178	0.173	0.563791	0.115607	0.110042	0.224	0.65756	0.167353	0.165297	0.275	0.739506	0.223507
0.065951	0.174	0.565762	0.116571	0.111029	0.225	0.659286	0.168415	0.166477	0.276	0.741008	0.224645
0.066729	0.175	0.567726	0.117537	0.11202	0.226	0.661012	0.169479	0.16766	0.277	0.74251	0.225784
0.067511	0.176	0.569685	0.118506	0.113015	0.227	0.662738	0.170545	0.168847	0.278	0.744012	0.226924
0.068298	0.177	0.571638	0.119477	0.114014	0.228	0.664464	0.171613	0.170037	0.279	0.745514	0.228065
0.069088	0.178	0.573586	0.12045	0.115017	0.229	0.66619	0.172682	0.171231	0.28	0.747016	0.229208
0.069883	0.179	0.575528	0.121425	0.116024	0.23	0.667916	0.173753	0.172428	0.281	0.748542	0.230352
0.070683	0.18	0.577464	0.122402	0.117035	0.231	0.669441	0.174825	0.173629	0.282	0.750015	0.231497
0.071487	0.181	0.579395	0.123382	0.11805	0.232	0.671122	0.175899	0.174833	0.283	0.751488	0.232644
0.072295	0.182	0.58132	0.124363	0.119069	0.233	0.672803	0.176975	0.176041	0.284	0.752961	0.233792
0.073107	0.183	0.58324	0.125347	0.120091	0.234	0.674484	0.178052	0.177253	0.285	0.754434	0.23494
0.073924	0.184	0.585154	0.126332	0.121118	0.235	0.676165	0.179131	0.178467	0.286	0.755907	0.236091
0.074745	0.185	0.587063	0.12732	0.122149	0.236	0.677846	0.180212	0.179686	0.287	0.75738	0.237242
0.07557	0.186	0.588966	0.12831	0.123183	0.237	0.679527	0.181294	0.180907	0.288	0.758853	0.238394
0.0764	0.187	0.590864	0.129302	0.124221	0.238	0.681208	0.182377	0.182132	0.289	0.760326	0.239548
0.077234	0.188	0.592756	0.130296	0.125263	0.239	0.682889	0.183463	0.183361	0.29	0.761799	0.240703
0.078072	0.189	0.594644	0.131292	0.12631	0.24	0.68457	0.184549	0.184593	0.291	0.763223	0.241859
0.078914	0.19	0.596526	0.13229	0.12736	0.241	0.686065	0.185638	0.185828	0.292	0.76466	0.243016
0.079761	0.191	0.598402	0.13329	0.128413	0.242	0.687704	0.186728	0.187066	0.293	0.766097	0.244175
0.080612	0.192	0.600274	0.134292	0.129471	0.243	0.689343	0.187819	0.188309	0.294	0.767534	0.245334
0.081467	0.193	0.60214	0.135296	0.130533	0.244	0.690982	0.188912	0.189554	0.295	0.768971	0.246495
0.082326	0.194	0.604001	0.136302	0.131598	0.245	0.692621	0.190006	0.190803	0.296	0.770408	0.247657
0.08319	0.195	0.605857	0.13731	0.132667	0.246	0.69426	0.191102	0.192055	0.297	0.771845	0.24882
0.084058	0.196	0.607708	0.13832	0.13374	0.247	0.695899	0.1922	0.19331	0.298	0.773282	0.249984
0.08493	0.197	0.609553	0.139331	0.134817	0.248	0.697538	0.193299	0.194569	0.299	0.774719	0.251149
0.085806	0.198	0.611394	0.140345	0.135897	0.249	0.699177	0.194399	0.195831	0.3	0.776156	0.252316
0.086687	0.199	0.61323	0.141361	0.136982	0.25	0.700816	0.195501	0.197097	0.301	0.777593	0.253481
0.087571	0.2	0.61506	0.142377	0.13807	0.251	0.702273	0.196605	0.198365	0.302	0.778955	0.254622
0.08846	0.201	0.61689	0.143398	0.139162	0.252	0.703871	0.197709	0.199637	0.303	0.780357	0.255783

Continuación del anexo 2.

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0.200913	0.304	0.781759	0.258944	0.270055	0.355	0.849187	0.317994	0.346272	0.408	0.908848	0.381018
0.202191	0.305	0.783181	0.258105	0.271487	0.356	0.850426	0.319209	0.347827	0.407	0.909961	0.382266
0.203473	0.306	0.784563	0.259266	0.272921	0.357	0.851665	0.320424	0.349385	0.408	0.911074	0.383514
0.204758	0.307	0.785965	0.260427	0.274357	0.358	0.852904	0.321639	0.350944	0.409	0.912187	0.384762
0.206046	0.308	0.787367	0.261588	0.275797	0.359	0.854143	0.322854	0.352505	0.41	0.9133	0.38601
0.207338	0.309	0.788769	0.262749	0.277239	0.36	0.855382	0.324069	0.354068	0.411	0.914237	0.387258
0.208633	0.31	0.790171	0.26391	0.278684	0.361	0.856627	0.325284	0.355634	0.412	0.915317	0.388506
0.20993	0.311	0.791539	0.265071	0.280131	0.362	0.85784	0.326499	0.357201	0.413	0.916397	0.389754
0.21232	0.312	0.79291	0.266232	0.281581	0.363	0.859053	0.327714	0.358771	0.414	0.917477	0.391002
0.212536	0.313	0.794281	0.267393	0.283034	0.364	0.860266	0.328929	0.360342	0.415	0.918557	0.39225
0.213843	0.314	0.795652	0.268554	0.284489	0.365	0.861479	0.330144	0.361916	0.416	0.919637	0.393498
0.215154	0.315	0.797023	0.269715	0.285947	0.366	0.862692	0.331359	0.363492	0.417	0.920717	0.394746
0.216468	0.316	0.798394	0.270876	0.287407	0.367	0.863905	0.332574	0.365069	0.418	0.921797	0.395994
0.217785	0.317	0.799765	0.272037	0.288871	0.368	0.865118	0.333789	0.366649	0.419	0.922877	0.397242
0.219105	0.318	0.801136	0.273198	0.290336	0.369	0.866331	0.335004	0.36823	0.42	0.923957	0.39849
0.220428	0.319	0.802507	0.274359	0.291805	0.37	0.867544	0.336219	0.369814	0.421	0.924918	0.399738
0.221755	0.32	0.803878	0.27552	0.293275	0.371	0.868757	0.337434	0.371399	0.422	0.925971	0.400986
0.223084	0.321	0.805193	0.276681	0.294749	0.372	0.86997	0.338649	0.372986	0.423	0.927021	0.402234
0.224416	0.322	0.806527	0.277842	0.296225	0.373	0.871089	0.339864	0.374576	0.424	0.928071	0.403482
0.225752	0.323	0.807861	0.279003	0.297703	0.374	0.872271	0.341079	0.376167	0.425	0.929121	0.40473
0.227091	0.324	0.809195	0.280164	0.299184	0.375	0.873453	0.342294	0.377756	0.426	0.930171	0.405978
0.228433	0.325	0.810529	0.281325	0.300667	0.376	0.874635	0.343509	0.379355	0.427	0.931221	0.407226
0.229777	0.326	0.811863	0.282486	0.302153	0.377	0.875817	0.344724	0.380952	0.428	0.932271	0.408474
0.231125	0.327	0.813197	0.283647	0.303642	0.378	0.876999	0.345939	0.382551	0.429	0.933321	0.409722
0.232476	0.328	0.814531	0.284808	0.305132	0.379	0.878181	0.347154	0.384151	0.43	0.934299	0.41097
0.23383	0.329	0.815865	0.285969	0.306626	0.38	0.879363	0.348369	0.385753	0.431	0.93532	0.412218
0.235187	0.33	0.817199	0.28713	0.308121	0.381	0.88053	0.349584	0.387358	0.432	0.936341	0.413466
0.236547	0.331	0.818521	0.288291	0.30962	0.382	0.881694	0.350799	0.388964	0.433	0.937362	0.414714
0.23791	0.332	0.819823	0.289452	0.31112	0.383	0.882858	0.352014	0.390571	0.434	0.938383	0.415962
0.239275	0.333	0.821125	0.290613	0.312623	0.384	0.884022	0.353229	0.392181	0.435	0.939404	0.41721
0.240644	0.334	0.822427	0.291774	0.314128	0.385	0.885186	0.354444	0.393792	0.436	0.940425	0.418458
0.242016	0.335	0.823729	0.292935	0.315638	0.386	0.88635	0.355659	0.395405	0.437	0.941446	0.419706
0.243391	0.336	0.825031	0.294096	0.317146	0.387	0.887514	0.356874	0.39702	0.438	0.942467	0.420954
0.244768	0.337	0.826333	0.295257	0.318659	0.388	0.888678	0.358089	0.398637	0.439	0.943488	0.422202
0.246149	0.338	0.827635	0.296418	0.320174	0.389	0.889842	0.359304	0.400255	0.44	0.944509	0.42345
0.247532	0.339	0.828937	0.297579	0.321691	0.39	0.890998	0.360519	0.401875	0.441	0.945529	0.424698
0.248919	0.34	0.830239	0.29874	0.32321	0.391	0.892047	0.361734	0.403497	0.442	0.946546	0.425946
0.250308	0.341	0.831531	0.299901	0.324732	0.392	0.893186	0.362949	0.40512	0.443	0.947561	0.427194
0.2517	0.342	0.832802	0.301062	0.326256	0.393	0.894325	0.364164	0.406745	0.444	0.948442	0.428442
0.253095	0.343	0.834073	0.302223	0.327782	0.394	0.895464	0.365379	0.408372	0.445	0.949433	0.42969
0.254493	0.344	0.835344	0.303384	0.329311	0.395	0.896603	0.366594	0.41	0.446	0.950424	0.430938
0.255894	0.345	0.836615	0.304545	0.330842	0.396	0.897742	0.367809	0.41163	0.447	0.951415	0.432186
0.257297	0.346	0.837886	0.305706	0.332375	0.397	0.898881	0.369024	0.413262	0.448	0.952406	0.433434
0.258704	0.347	0.839157	0.306867	0.33391	0.398	0.90002	0.370239	0.414895	0.449	0.953397	0.434682
0.260113	0.348	0.840428	0.308028	0.335448	0.399	0.901057	0.371454	0.41653	0.45	0.954388	0.43593
0.261525	0.349	0.841699	0.309189	0.336988	0.4	0.90217	0.37353	0.418166	0.451	0.955346	0.437178
0.26294	0.35	0.84297	0.311919	0.33853	0.401	0.903283	0.374778	0.419804	0.452	0.956312	0.438426
0.264357	0.351	0.844231	0.313134	0.340074	0.402	0.904396	0.376026	0.421443	0.453	0.957278	0.439674
0.265778	0.352	0.84547	0.314349	0.34162	0.403	0.905509	0.377274	0.423084	0.454	0.958244	0.440922
0.267201	0.353	0.846709	0.315564	0.343169	0.404	0.906622	0.378522	0.424727	0.455	0.95921	0.44217
0.268627	0.354	0.847948	0.316779	0.34472	0.405	0.907735	0.37977	0.426371	0.456	0.960176	0.443418

Continuación del anexo 2.

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0.428016	0.457	0.961142	0.444666	0.513809	0.508	1.006742	0.510184	0.601239	0.559	1.045748	0.575107
0.429663	0.458	0.962108	0.445914	0.515314	0.509	1.007584	0.511457	0.602964	0.56	1.046462	0.57638
0.431312	0.459	0.963074	0.447162	0.517019	0.51	1.008426	0.51273	0.60469	0.561	1.047128	0.577653
0.432962	0.46	0.96404	0.44841	0.518726	0.511	1.009185	0.514003	0.606416	0.562	1.047915	0.578926
0.434613	0.461	0.964962	0.449658	0.520433	0.512	1.01	0.515276	0.608141	0.563	1.048502	0.580199
0.436266	0.462	0.9659	0.450906	0.52214	0.513	1.010815	0.516549	0.609867	0.564	1.049189	0.581472
0.43792	0.463	0.966838	0.452154	0.523849	0.514	1.01163	0.517822	0.611593	0.565	1.049876	0.582745
0.439576	0.464	0.967776	0.453402	0.525558	0.515	1.012445	0.519095	0.613318	0.566	1.050563	0.584018
0.441233	0.465	0.968714	0.45465	0.527268	0.516	1.01326	0.520368	0.615044	0.567	1.05125	0.585291
0.442891	0.466	0.969652	0.455898	0.528979	0.517	1.014075	0.521641	0.616769	0.568	1.051937	0.586564
0.444551	0.467	0.97059	0.457146	0.53069	0.518	1.01489	0.522914	0.618494	0.569	1.052624	0.587837
0.446212	0.468	0.971528	0.458394	0.532402	0.519	1.015705	0.524187	0.620219	0.57	1.053311	0.58911
0.447874	0.469	0.972466	0.459642	0.534114	0.52	1.01652	0.52546	0.621944	0.571	1.053973	0.590383
0.449538	0.47	0.973404	0.46089	0.535828	0.521	1.017271	0.526733	0.623669	0.572	1.054635	0.591656
0.451203	0.471	0.974317	0.462138	0.537541	0.522	1.018057	0.528006	0.625394	0.573	1.055297	0.592929
0.452869	0.472	0.97523	0.463386	0.539256	0.523	1.018843	0.529279	0.627119	0.574	1.055959	0.594202
0.454537	0.473	0.976143	0.464634	0.54097	0.524	1.019629	0.530552	0.628843	0.575	1.056621	0.595475
0.456206	0.474	0.977056	0.465882	0.542686	0.525	1.020415	0.531825	0.630567	0.576	1.057283	0.596748
0.457876	0.475	0.977969	0.46713	0.544402	0.526	1.021201	0.533098	0.632291	0.577	1.057945	0.598021
0.459548	0.476	0.978882	0.468378	0.546118	0.527	1.021987	0.534371	0.634015	0.578	1.058607	0.599294
0.46122	0.477	0.979795	0.469626	0.547836	0.528	1.022773	0.535644	0.635738	0.579	1.059269	0.600567
0.462894	0.478	0.980708	0.470874	0.549553	0.529	1.023559	0.536917	0.637461	0.58	1.059931	0.60184
0.464569	0.479	0.981621	0.472122	0.551271	0.53	1.024345	0.53819	0.639184	0.581	1.060593	0.603113
0.466246	0.48	0.982534	0.47337	0.55299	0.531	1.025131	0.539463	0.640906	0.582	1.061255	0.604386
0.467923	0.481	0.983415	0.474618	0.554709	0.532	1.025917	0.540736	0.642629	0.583	1.061917	0.605659
0.469602	0.482	0.9843	0.475866	0.556428	0.533	1.026702	0.542009	0.64435	0.584	1.062579	0.606932
0.471281	0.483	0.985185	0.477114	0.558148	0.534	1.027488	0.543282	0.646072	0.585	1.063241	0.608205
0.472962	0.484	0.98607	0.478362	0.559868	0.535	1.028273	0.544555	0.647793	0.586	1.063903	0.609478
0.474644	0.485	0.986955	0.47961	0.561589	0.536	1.029059	0.545828	0.649514	0.587	1.064565	0.610751
0.476327	0.486	0.98784	0.480858	0.56331	0.537	1.029844	0.547101	0.651234	0.588	1.065227	0.612024
0.478012	0.487	0.988725	0.482106	0.565031	0.538	1.030629	0.548374	0.652954	0.589	1.065889	0.613297
0.479697	0.488	0.98961	0.483354	0.566753	0.539	1.031414	0.549647	0.654673	0.59	1.066551	0.61457
0.481383	0.489	0.990495	0.484602	0.568475	0.54	1.032199	0.55092	0.656392	0.591	1.067213	0.615843
0.483071	0.49	0.99138	0.48585	0.570197	0.541	1.032984	0.552193	0.658111	0.592	1.067875	0.617116
0.484759	0.491	0.992268	0.487098	0.57192	0.542	1.033769	0.553466	0.659829	0.593	1.068537	0.618389
0.486449	0.492	0.99312	0.488346	0.573643	0.543	1.034554	0.554739	0.661546	0.594	1.0692	0.619662
0.488139	0.493	0.993982	0.489594	0.575366	0.544	1.035339	0.556012	0.663263	0.595	1.069862	0.620935
0.489831	0.494	0.994844	0.490842	0.57709	0.545	1.036124	0.557285	0.66498	0.596	1.070524	0.622208
0.491523	0.495	0.995706	0.49209	0.578814	0.546	1.036909	0.558558	0.666696	0.597	1.071186	0.623481
0.493217	0.496	0.996568	0.493338	0.580538	0.547	1.037694	0.559831	0.668411	0.598	1.071848	0.624754
0.494911	0.497	0.99743	0.494586	0.582262	0.548	1.038479	0.561104	0.670126	0.599	1.07251	0.626027
0.496607	0.498	0.998292	0.495834	0.583986	0.549	1.039264	0.562377	0.67184	0.6	1.073172	0.6273
0.498303	0.499	0.999154	0.497082	0.585711	0.55	1.040049	0.56365	0.673554	0.601	1.073834	0.628573
0.5	0.5	1.000016	0.5	0.587436	0.551	1.040834	0.564923	0.675267	0.602	1.074496	0.629846
0.501698	0.501	1.000848	0.501273	0.589161	0.552	1.041619	0.566196	0.676979	0.603	1.075158	0.631119
0.503397	0.502	1.00169	0.502546	0.590886	0.553	1.042404	0.567469	0.678691	0.604	1.07582	0.632392
0.505097	0.503	1.002532	0.503819	0.592611	0.554	1.043189	0.568742	0.680401	0.605	1.076482	0.633665
0.506798	0.504	1.003374	0.505092	0.594336	0.555	1.043974	0.570015	0.682112	0.606	1.077144	0.634938
0.508499	0.505	1.004216	0.506365	0.596062	0.556	1.044759	0.571288	0.683821	0.607	1.077806	0.636211
0.510202	0.506	1.005058	0.507638	0.597787	0.557	1.045544	0.572561	0.68553	0.608	1.078468	0.637484
0.511905	0.507	1.0059	0.508911	0.599513	0.558	1.046329	0.573834	0.687238	0.609	1.07913	0.638757

Continuación del anexo 2.


q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0.688945	0.61	1.078286	0.63957	0.774592	0.661	1.104377	0.706737	0.855815	0.712	1.123669	0.761888
0.690652	0.611	1.078871	0.640887	0.776238	0.662	1.104834	0.708054	0.857346	0.713	1.123992	0.762855
0.692357	0.612	1.079456	0.642204	0.777877	0.663	1.105291	0.709371	0.858875	0.714	1.124315	0.764022
0.694062	0.613	1.080041	0.643521	0.779517	0.664	1.105748	0.710688	0.8604	0.715	1.124638	0.765189
0.695766	0.614	1.080581	0.644838	0.781155	0.665	1.106205	0.712005	0.861923	0.716	1.124961	0.766356
0.697469	0.615	1.08114	0.646155	0.782791	0.666	1.106563	0.713322	0.863443	0.717	1.125284	0.767523
0.699172	0.616	1.081699	0.647472	0.784426	0.667	1.106985	0.714639	0.86496	0.718	1.125607	0.76869
0.700873	0.617	1.082258	0.648789	0.786059	0.668	1.107407	0.715956	0.866474	0.719	1.12593	0.769857
0.702574	0.618	1.082817	0.650106	0.78769	0.669	1.107829	0.717273	0.867985	0.72	1.126253	0.771024
0.704273	0.619	1.083376	0.651423	0.789319	0.67	1.108251	0.71859	0.869494	0.721	1.126576	0.772191
0.705972	0.62	1.083935	0.65274	0.790946	0.671	1.108673	0.719907	0.870999	0.722	1.126899	0.773358
0.707669	0.621	1.084494	0.654057	0.792571	0.672	1.109095	0.721224	0.872502	0.723	1.127222	0.774525
0.709366	0.622	1.085053	0.655374	0.794195	0.673	1.109517	0.722541	0.874002	0.724	1.127545	0.775692
0.711062	0.623	1.085617	0.656691	0.795816	0.674	1.109939	0.723858	0.875498	0.725	1.127868	0.776859
0.712757	0.624	1.086181	0.658008	0.797436	0.675	1.110361	0.725175	0.876992	0.726	1.128191	0.778026
0.71445	0.625	1.086743	0.659325	0.799054	0.676	1.110783	0.726492	0.878482	0.727	1.128514	0.779193
0.716143	0.626	1.087306	0.660642	0.800669	0.677	1.111205	0.727809	0.87997	0.728	1.128837	0.78036
0.717834	0.627	1.087869	0.661959	0.802283	0.678	1.111627	0.729126	0.881455	0.729	1.12916	0.781527
0.719525	0.628	1.088432	0.663276	0.803895	0.679	1.112049	0.730443	0.882936	0.73	1.129483	0.782694
0.721214	0.629	1.088995	0.664593	0.805504	0.68	1.112471	0.73176	0.884414	0.731	1.129806	0.783861
0.722903	0.63	1.089558	0.66591	0.807112	0.681	1.112893	0.733077	0.885889	0.732	1.130129	0.785028
0.72459	0.631	1.089829	0.667227	0.808717	0.682	1.113315	0.734394	0.887361	0.733	1.130452	0.786195
0.726278	0.632	1.090395	0.668544	0.810321	0.683	1.113737	0.735711	0.88883	0.734	1.130775	0.787362
0.727961	0.633	1.09096	0.669861	0.811922	0.684	1.114159	0.737028	0.890296	0.735	1.131098	0.788529
0.729645	0.634	1.091523	0.671178	0.813521	0.685	1.114581	0.738345	0.891758	0.736	1.131421	0.789696
0.731327	0.635	1.092086	0.672495	0.815118	0.686	1.115003	0.739662	0.893217	0.737	1.131744	0.790863
0.733008	0.636	1.092649	0.673812	0.816713	0.687	1.115425	0.740979	0.894673	0.738	1.132067	0.79203
0.734688	0.637	1.093212	0.675129	0.818305	0.688	1.115847	0.742296	0.896125	0.739	1.13239	0.793197
0.736367	0.638	1.093775	0.676446	0.819896	0.689	1.116269	0.743613	0.897575	0.74	1.132713	0.794364
0.738045	0.639	1.094338	0.677763	0.821484	0.69	1.116691	0.74493	0.89902	0.741	1.133036	0.795531
0.739721	0.64	1.094901	0.67908	0.82307	0.691	1.117113	0.746247	0.900463	0.742	1.133359	0.796698
0.741396	0.641	1.095464	0.680397	0.824653	0.692	1.117535	0.747564	0.901902	0.743	1.133682	0.797865
0.743069	0.642	1.096027	0.681714	0.826235	0.693	1.117957	0.748881	0.903337	0.744	1.134005	0.799032
0.744742	0.643	1.09659	0.683031	0.827814	0.694	1.118379	0.750198	0.90477	0.745	1.134328	0.800199
0.746413	0.644	1.097153	0.684348	0.82939	0.695	1.118801	0.751515	0.906198	0.746	1.134651	0.801366
0.748082	0.645	1.097716	0.685665	0.830964	0.696	1.119223	0.752832	0.907623	0.747	1.134974	0.802533
0.74975	0.646	1.098279	0.686982	0.832536	0.697	1.119645	0.754149	0.909045	0.748	1.135297	0.8037
0.751417	0.647	1.098842	0.688299	0.834106	0.698	1.120067	0.755466	0.910463	0.749	1.13562	0.804867
0.753082	0.648	1.099405	0.689616	0.835673	0.699	1.120489	0.756783	0.911878	0.75	1.135943	0.806034
0.754726	0.649	1.099968	0.690933	0.837238	0.7	1.120911	0.758101	0.913289	0.751	1.136266	0.807201
0.756408	0.65	1.100531	0.69225	0.8388	0.701	1.121333	0.759418	0.914706	0.752	1.136589	0.808368
0.758069	0.651	1.101094	0.693567	0.84036	0.702	1.121755	0.760735	0.9161	0.753	1.136912	0.809535
0.759729	0.652	1.101657	0.694884	0.841917	0.703	1.122177	0.762052	0.9175	0.754	1.137235	0.810702
0.761387	0.653	1.10222	0.696201	0.843471	0.704	1.1226	0.763369	0.918916	0.755	1.137558	0.811869
0.763043	0.654	1.102783	0.697518	0.845024	0.705	1.123022	0.764686	0.920331	0.756	1.137881	0.813036
0.764698	0.655	1.103346	0.698835	0.846573	0.706	1.123444	0.766003	0.921746	0.757	1.138204	0.814203
0.766351	0.656	1.103909	0.700152	0.84812	0.707	1.123866	0.76732	0.923161	0.758	1.138527	0.81537
0.768002	0.657	1.104472	0.701469	0.849664	0.708	1.124288	0.768637	0.924576	0.759	1.13885	0.816538
0.769652	0.658	1.105035	0.702786	0.851206	0.709	1.12471	0.770003	0.925991	0.76	1.139173	0.817705
0.771301	0.659	1.105598	0.704103	0.852745	0.71	1.125133	0.77132	0.927406	0.761	1.139496	0.818872
0.772947	0.66	1.106161	0.70542	0.854282	0.711	1.125555	0.772637	0.928821	0.762	1.139819	0.820039

Continuación del anexo 2.


q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0.92993	0.763	1.13584	0.818801	0.99375	0.814	1.140027	0.875087	1.043187	0.865	1.134775	0.91956
0.931292	0.764	1.136	0.819901	0.994873	0.815	1.140021	0.876373	1.043979	0.866	1.134562	0.920468
0.93265	0.765	1.13616	0.821001	0.995991	0.816	1.140015	0.877659	1.04476	0.867	1.134349	0.921376
0.934003	0.766	1.13632	0.822101	0.997103	0.817	1.140009	0.878945	1.045534	0.868	1.134136	0.922284
0.935353	0.767	1.136482	0.823201	0.998209	0.818	1.140003	0.880231	1.046301	0.869	1.133923	0.923192
0.936699	0.768	1.136625	0.824301	0.99931	0.819	1.139997	0.881517	1.04706	0.87	1.13371	0.9241
0.938041	0.769	1.136768	0.825401	1.000405	0.82	1.139991	0.882803	1.04781	0.871	1.133497	0.925008
0.939379	0.77	1.136911	0.826501	1.001495	0.821	1.139985	0.884089	1.048553	0.872	1.133286	0.925916
0.940712	0.771	1.137054	0.827601	1.002579	0.822	1.139977	0.885375	1.049287	0.873	1.13299	0.926824
0.942042	0.772	1.137199	0.828701	1.003657	0.823	1.139941	0.886661	1.050013	0.874	1.132689	0.927732
0.943367	0.773	1.13733	0.829801	1.004729	0.824	1.139892	0.887947	1.050731	0.875	1.132433	0.928606
0.944688	0.774	1.137461	0.830901	1.005795	0.825	1.139873	0.889233	1.051441	0.876	1.132172	0.929572
0.946005	0.775	1.137592	0.832001	1.006856	0.826	1.139724	0.883429	1.052142	0.877	1.131921	0.930338
0.947317	0.776	1.137723	0.833101	1.00791	0.827	1.139685	0.884393	1.052835	0.878	1.131665	0.931104
0.948626	0.777	1.137854	0.834201	1.008959	0.828	1.139646	0.885357	1.05352	0.879	1.131409	0.93187
0.94993	0.778	1.137985	0.835301	1.010002	0.829	1.139551	0.886321	1.054195	0.88	1.131077	0.932636
0.951229	0.779	1.138116	0.836401	1.011038	0.83	1.139489	0.887285	1.054863	0.881	1.130791	0.933402
0.952524	0.78	1.138247	0.837501	1.012069	0.831	1.139423	0.888249	1.055521	0.882	1.130499	0.934168
0.953816	0.781	1.138293	0.838601	1.013093	0.832	1.139357	0.889213	1.056171	0.883	1.130203	0.934934
0.955102	0.782	1.138399	0.839701	1.014112	0.833	1.139291	0.890177	1.056811	0.884	1.129907	0.9357
0.956384	0.783	1.138501	0.840801	1.015124	0.834	1.139225	0.891141	1.057443	0.885	1.129611	0.936466
0.957661	0.784	1.138601	0.841901	1.01613	0.835	1.139159	0.892105	1.058066	0.886	1.129315	0.937232
0.958934	0.785	1.138697	0.843001	1.017129	0.836	1.139039	0.893069	1.05868	0.887	1.129019	0.937998
0.960203	0.786	1.138793	0.844101	1.018122	0.837	1.13895	0.894033	1.059284	0.888	1.128638	0.938764
0.961466	0.787	1.138889	0.845201	1.019109	0.838	1.138861	0.894997	1.05988	0.889	1.128309	0.93953
0.962726	0.788	1.138985	0.846301	1.02009	0.839	1.138772	0.895961	1.060466	0.89	1.127975	0.940296
0.96398	0.789	1.13904	0.847401	1.021084	0.84	1.138683	0.896925	1.061043	0.891	1.127634	0.941062
0.96523	0.79	1.139095	0.848501	1.022031	0.841	1.138594	0.897889	1.06161	0.892	1.127293	0.941828
0.966476	0.791	1.13915	0.849601	1.022992	0.842	1.138446	0.898853	1.062168	0.893	1.126952	0.942594
0.967716	0.792	1.139205	0.850701	1.023947	0.843	1.138333	0.899817	1.062716	0.894	1.126611	0.94336
0.968952	0.793	1.13926	0.851801	1.024895	0.844	1.13822	0.900781	1.063254	0.895	1.12627	0.944126
0.970183	0.794	1.139315	0.852901	1.025836	0.845	1.138107	0.901745	1.063783	0.896	1.125847	0.944892
0.971409	0.795	1.13937	0.854001	1.02677	0.846	1.137994	0.902709	1.064301	0.897	1.125472	0.945658
0.972631	0.796	1.139425	0.855101	1.027698	0.847	1.137881	0.903673	1.06481	0.898	1.125097	0.946424
0.973847	0.797	1.139493	0.856201	1.028619	0.848	1.137768	0.904637	1.065309	0.899	1.124722	0.94719
0.975059	0.798	1.139535	0.857301	1.029533	0.849	1.137569	0.905601	1.065797	0.9	1.124311	0.947956
0.976265	0.799	1.139677	0.858401	1.03044	0.85	1.137427	0.906594				
0.977467	0.8	1.139719	0.859501	1.031341	0.851	1.137281	0.907588				
0.978664	0.801	1.139761	0.860601	1.032234	0.852	1.137135	0.908582				
0.979855	0.802	1.139803	0.861655	1.03312	0.853	1.136989	0.909576				
0.981042	0.803	1.139845	0.862701	1.033999	0.854	1.136843	0.910572				
0.982223	0.804	1.139887	0.863727	1.034871	0.855	1.136697	0.911568				
0.983399	0.805	1.139929	0.864753	1.035736	0.856	1.136551	0.912564				
0.984571	0.806	1.139971	0.865779	1.036594	0.857	1.136405	0.91356				
0.985737	0.807	1.140013	0.866805	1.037444	0.858	1.136259	0.914556				
0.986897	0.808	1.140055	0.867831	1.038287	0.859	1.136113	0.915552				
0.988053	0.809	1.140097	0.868857	1.039122	0.86	1.135967	0.916548				
0.989203	0.81	1.140139	0.869883	1.039951	0.861	1.135821	0.917544				
0.990348	0.811	1.140023	0.871229	1.040771	0.862	1.135675	0.91854				
0.991487	0.812	1.140028	0.872515	1.041584	0.863	1.135529	0.919536				
0.992621	0.813	1.140033	0.873801	1.04239	0.864	1.135383	0.920532				

Fuente: Departamento de planificación de la municipalidad de Palencia.

Anexo 3. Resultados del análisis fisicoquímico



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



ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANEAMIENTO

O.T. No. 39367 INF. No. 27,602

No. 10417

INTERESADO: DONOBAN EDUARDO OCHOA RAMOS, REGISTRO ACADÉMICO 201313790		PROYECTO: EPS "DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN MAURICIO, PALENCIA"	
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>		DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERIA/USAC</u>	
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Colonia San Mauricio, aldeas Azucualpilla</u>		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2019-01-20; 15 h 35 min.</u>	
FUENTE: <u>Nacimiento</u>		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2019-01-21; 10 h 39 min.</u>	
MUNICIPIO: <u>Palencia</u>		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>	
DEPARTAMENTO: <u>Guatemala</u>			

RESULTADOS

1. ASPECTO: <u>Clara</u>	4. OLOR: <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) <u>-- °C</u>	
2. COLOR: <u>29,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>106,90 umhos/cm</u>	
3. TURBIEDAD: <u>02,19 UNT</u>	6. potencial de Hidrógeno (pH): <u>05,78 unidades</u>	9. SÓLIDOS DISUELTOS: <u>57,00 mg/L</u>	

SUSTANCIAS		SUSTANCIAS	
	mg/L		mg/L
1. CALCIO (Ca)	16,03	6. CLORUROS (Cl)	10,00
2. NITRITOS (NO ₂)	0,059	7. MAGNESIO (Mg)	08,27
3. NITRATOS (NO ₃)	35,50	8. SULFATOS (SO ₄)	03,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,07
5. MANGANESO (Mn)	00,017	10. DUREZA TOTAL	74,00

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
00,00	00,00	100,00	100,00


OTRAS DETERMINACIONES: AMONIACO 0,05 mg/L.

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física y química los parámetros arriba indicados cumplen con la norma. Según normas de calidad para fuentes de agua de las Normas Internacionales para el agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS).


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 NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2019-02-04

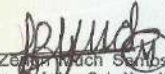
Visa




ING. EDWIN JOSÉ ZAPATA REYES
DIRECTOR CEUSAC



DIRECCIÓN
GUATEMALA, G.



Zaida Wuch Sandoval
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO UNIFICADO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA
DRA. ALBA TABARIN PALMA
USAC
GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC -
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-8115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-8121
Página web: <http://cil.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Anexo 4. Resultados del examen bacteriológico



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



O.T. No. 39 367
EXAMEN BACTERIOLOGICO
No. 10418
Inv. No. A - 365 391

INTERESADO: <u>DONOBAN EDUARDO OCHOA RAMOS</u> <small>REGISTRO ACADEMICO 201313790</small> MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u> LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Colonia San Mauricio, aldea Azacualpilla</u> FUENTE: <u>Nacimiento</u> MUNICIPIO: <u>Palencia</u> DEPARTAMENTO: <u>Guatemala</u>	PROYECTO: <u>EPS: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN MAURICIO, PALENCIA</u> DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERIA/USAC</u> FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2019-01-20: 15:35 min.</u> FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2019-01-21: 10:39 min.</u> CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>
SABOR: <u>----</u> ASPECTO: <u>Clara</u> OLOR: <u>inodora</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u> CLORO RESIDUAL: <u>----</u>

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	+++++	+++++	+++++
1,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
0,10 cm ³	--+-+	++	--
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMESES COLIFORMES/100cm ³		540	350

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TM NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN II: calidad bacteriológica que precisa la aplicación de los métodos habituales de tratamiento (coagulación, filtración, desinfección). Según normas de calidad para las fuentes de agua de las Normas Internacionales para el Agua Potable, de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Guatemala, 2019-02-04

Visa


ING. EDWIN JOSÉ ESPATARO
 DIRECTOR CII/USAC



ZELINDA VIEIRA GARCIA
 Ing. Químico Col. No. 420
 MSc. en Ingeniería Sanitaria
 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, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.